

**CENTRO UNIVERSITÁRIO BELAS ARTES DE SÃO PAULO****Curso Arquitetura e Urbanismo****ECO-ARQUITETURA: EM DIREÇÃO A UM NOVO QUADRO URBANO****Orientandas: Giovanna Duarte da Silva****Thamara Chaim****Orientador: prof. Me. PROF. LOTOS DIAS MEDEIROS****Resumo**

Esta pesquisa tem como abordagem principal criar uma preocupação nas pessoas (principalmente profissionais da área de construção) para o uso racional de materiais no desenvolvimento de projetos da construção civil, e demonstrar, através de estudos, a importância de potencializarmos a eficiência energética das edificações através de técnicas passivas. Como objeto de estudo, analisamos dois projetos brasileiros que foram desenvolvidos com o objetivo de serem sustentáveis. O primeiro foi a Ekó House, que representou o Brasil na competição Solar Decathlon, até o final de setembro de 2012. O segundo analisado foi a Casa 88º, que está sendo construída no interior de São Paulo, com a premissa de ser a primeira construção totalmente sustentável e brasileira. Esse comparativo visa demonstrar que independentemente do local de implantação do projeto, atingiu-se resultados positivos em relação à eficiência energética, considerando um estudo coerente da área, que englobe a orientação solar, ventilação, topografia, edificações vizinhas, entre outros, que proporcionando um bom conforto térmico para os usuários da edificação e um bem-estar social para o ambiente em que o edifício estará implantado.

Palavras-chave: Eco-arquitetura. Quando urbano. Projetos.

**Abstract**

This research has the main approach create a concern in people (mainly in construction professionals) for the rational use of materials in the development of construction projects, and demonstrate, through studies, the importance of increase the energy efficiency of buildings by passive techniques. As an object of study, we analyze two Brazilian projects that have been developed in order to be sustainable. The first was the Ekó House, who represented Brazil in the Solar Decathlon competition, by the end of September 2012. The second analysis was to house 88, which is being built in São Paulo, with the premise of being the first construction entirely sustainable and Brazilian. This comparison aims to demonstrate that regardless of the project implantation site, it reached positive results in terms of

energy efficiency, considering a coherent study of the area that encompasses the solar orientation, ventilation, topography, surrounding buildings, among others, providing a good thermal comfort for the users of the building and welfare to the environment in which the building will be deployed.

Keywords: Eco- Architecture . Urban Quardo . projects

## INTRODUÇÃO

A sustentabilidade, em seu pleno significado, está relacionada com a capacidade de um sistema em manter-se funcionando corretamente sem que haja necessidade de interferência externa de outros fatores. Na construção civil, isso significaria uma edificação que se mantém em seu pleno funcionamento independente de sistemas ativos, por exemplo, sua captação de água deve ser feita através de armazenamento de águas pluviais (cisternas), sua energia deve ser produzida através de sistemas alternativos renováveis, como painéis solares e geradores responsáveis pela transformação de energia eólica em energia elétrica. Ademais, todo resíduo gerado pela edificação deve ser reciclado e reaproveitado. Entretanto, o termo sustentabilidade vem sendo utilizado para designar a relação do homem com o meio ecológico, mantendo a qualidade de vida e a preservação ambiental, fazendo com que a natureza e a malha urbana coexistam da melhor forma possível.

A presente pesquisa busca despertar o interesse das pessoas para a questão do uso racional de recursos naturais no âmbito da construção civil e demonstrar, através de estudos e pesquisas, quais as estratégias de projeto que visam a diminuição do impacto ambiental da edificação ao meio em que se insere, assim como as técnicas, principalmente através do design passivo, que potencializam sua eficiência energética. Para isso, foram analisados os projetos da Ekó House e da Casa 88°. A primeira foi uma proposta brasileira que concorreu ao Solar Decathlon Europe 2012, uma competição internacional que visa a construção de uma casa autônoma em energia. O projeto da Casa 88° foi desenvolvido com o objetivo de construir uma casa baseada nos princípios da sustentabilidade, através da utilização de materiais ecológicos, certificados e reciclados.

O desenvolvimento do artigo tem como base de pesquisa os estudos a respeito da localização, do clima da região, a orientação solar, as condições de ventilação e o

sistema construtivo. Tendo como finalidade difundir as questões da sustentabilidade, principalmente para profissionais da área, que são responsáveis pela elaboração dos projetos e pela escolha dos materiais utilizados.

“Sustentabilidade é um conceito introduzido por Lester Brown no final dos anos 1980 e que, simplificada, define a capacidade de uma comunidade, por exemplo, de se manter e se abastecer sem prejudicar as gerações futuras. Energia renovável, materiais ecológicos, não poluição preservação da natureza, economia de água, etc. estarão presentes numa Arquitetura Sustentável. Eco arquitetura é uma arquitetura que está de acordo com o meio ambiente, que não interfere na natureza, e que usa materiais certificados, ou seja, ecológicos. O eco design preserva a natureza e os recursos naturais, evitando qualquer possível tipo de poluição.” (GURGEL, Miriam. **Design Passivo**. São Paulo – SENAC, 2012 – 17p.).

## 1. SUSTENTABILIDADE

### 1.1. A Definição de Sustentabilidade

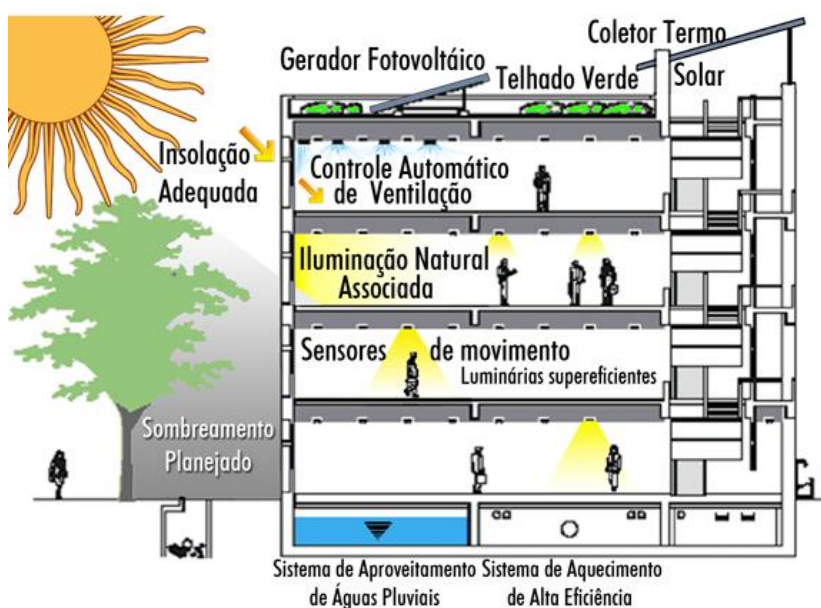
A degradação ambiental é um fato inquestionável que vem crescendo com o passar do tempo, e em uma velocidade preocupante. Como principais agravadores deste problema, temos o setor industrial e de construção, que utilizam em demasia os recursos naturais não renováveis, poluindo o meio ambiente e gerando resíduos que muitas vezes são descartados sem o devido cuidado e/ou reaproveitamento.

A primeira vez que houve uma preocupação com estes fatos foi em 1986, quando a Organização das Nações Unidas (ONU) solicitou a um grupo de cientistas, liderados pela médica Gro Brundtland, um estudo para compreender o impacto que as atividades humanas causavam na Terra. Subsequente a este estudo, Brundtland lançou um documento chamado “Nosso Futuro Comum”, onde esclarece pela primeira vez, a definição de sustentabilidade. A proposta deste estudo não era interromper o crescimento econômico e tecnológico nas sociedades, mas suprir todas as necessidades das gerações seguintes sem esgotar os recursos do

planeta. Como solução para os problemas existentes, como a pobreza e o subdesenvolvimento, apontava-se uma nova era de crescimento sustentável, onde os principais setores econômicos do país deveriam amenizar a relação conflituosa e contraditória com o meio ambiente, dentre eles: a construção civil.

## 1.2. Edificação Sustentável

Antigamente, o termo sustentável relacionado à construção civil transmitia às pessoas uma ideologia com embasamento primitivo, cujos adeptos desejavam viver afastados da sociedade. Porém, nas décadas de 1960 e 1970, começava-se a atribuir outras definições para o termo em questão, tais como geo-arquitetura, autossuficiência e ecologia. Atualmente, pode-se relacionar uma edificação sustentável à integração, eficiência energética, resiliência e elegância, além de estar associada a um projeto que aponte diretrizes para solucionar diversos problemas ambientais. Mesmo que não seja possível sanar todos os problemas diagnosticados, a edificação sustentável deve minimizar os impactos causados no meio em que se insere, buscando a eficiência na utilização de recursos, a conservação de energia e seu consumo eficiente, a redução de resíduos gerados pelos seus usuários, e principalmente, oferecer conforto e qualidade de vida as pessoas. Para garantirmos se o ambiente possui desempenho eficiente, deve-se calcular o seu desempenho térmico, que é regulamentado pelas normas ABNT NBR 15575:2013 e NBR 15220:2005.



**Figura 1** - Ilustração conceitual de um edifício verde (Green Building). **Fonte:** <http://gruporeuse.blogspot.com.br/>, 2011, **acesso em:** 25/06/2015.

### **1.3. Técnicas Passivas**

O conceito de “casa passiva” surgiu na década de 1970, porém foi com a criação da Passivhaus, norma alemã de aproveitamento de energia para a construção civil, onde a utilização deste conceito na prática da arquitetura foi mais explorada.

O conceito de Design Passivo faz referência a uma abordagem do design, que utiliza meios naturais para o aquecimento e resfriamento de ambientes, visando maior conforto dentro deles. Sendo assim, uma edificação pode ser considerada passiva quando faz uso dos conceitos do Design Passivo, que são: adaptação ao clima local, layout bem planejado, favorecimento da ventilação natural, utilização de isolamento térmico, onde consideram-se as propriedades dos materiais utilizados e aproveitamento da energia solar para aquecimento da edificação e da água.

No livro Design Passivo – Baixo Consumo energético – Guia para conhecer, entender e aplicar os princípios do Design Passivo em residências (GURGEL, 2012) explica os principais fundamentos do Design Passivo, mostrando maneiras de aplicá-lo, a fim de favorecer as pessoas e o meio ambiente, e o que se deve levar em consideração na elaboração de um projeto para que ele se enquadre nesse conceito.

## **2. PROJETOS BRASILEIROS DE EDIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL**

Nos últimos anos, a cultura sustentável vem sendo introduzida no âmbito brasileiro através de protótipos de edificações sustentáveis, novas tecnologias e pequenas modificações comportamentais e projetuais que desenvolvem um melhoramento econômico e ambiental. Por sua vez, o Governo Brasileiro vem estimulando o

interesse de sua população para as questões ambientais através de campanhas de conscientização e criação de cartilhas informativas e educativas, como os “Cadernos de Consumo Sustentável”, sendo um deles dedicado apenas à área de construções. Nesta publicação, diversas medidas sustentáveis são apresentadas, como a mudança dos materiais utilizados na construção, a instalação de painéis fotovoltaicos para captação de energia solar e dispositivos que captam e reaproveitam as águas pluviais.

## **2.1. – Ekó House**

### **2.1.1. O Concurso Solar Decathlon**

Em 1974, nos Estados Unidos, com a fundação da Agência de Proteção Ambiental (EPA) e o Departamento de Energia (Department of Energy - DOE), as questões ambientais passaram a ser mais difundidas e questionadas. Em 1999, com intuito de promover a sustentabilidade no processo construtivo, o Departamento de Energia criou, juntamente com o Laboratório Nacional de Energias Renováveis (National Renewable Energy Laboratory - NREL), a competição **Solar Decathlon**. Esta competição acadêmica visa projetar e construir casas pré-fabricadas eficientes e sustentáveis de no máximo 75m<sup>2</sup> de área útil e 5,5m de altura, cujo balanço energético anual seja igual a zero, ou seja, autônomas em energia. A edição do concurso analisada nessa presente pesquisa ocorreu em 2012, em Madrid, na Espanha, onde o clima pode ser classificado como Continental Seco. Durante o mês em que é realizado o concurso geralmente setembro ou outubro, os dias são muito quentes e as noites mais frescas, fazendo com que sua temperatura oscile entre 26°C e 15°C. Em outras épocas do ano, as temperaturas podem chegar a atingir máximas de 32°C e mínimas de 2°C, o que dificulta na escolha dos materiais da construção.

### **2.1.2 - O Projeto**

Elaborado pela Universidade Federal de Santa Catarina e pela Universidade de São Paulo para concorrer ao concurso Solar Decathlon 2012, o projeto “Ekó House” tinha como principal conceito a diversidade e a pluralidade da cultura brasileira. Partindo deste princípio, o projeto buscou diferentes formas de construir e viver, otimizando a relação com o público e o privado e entre os ambientes internos construídos e externos naturais. Seus elementos de tecnologia high-tech, em conjunto com soluções tradicionais de arquitetura, apresentaram resultados interessantes para um ambiente de aproximadamente 47m<sup>2</sup> inserido em um local cuja amplitude térmica chega a 11°C. A flexibilidade construtiva, que pode ser percebida interna e externamente à edificação, oferece aos usuários da residência uma configuração de ambientes de acordo com suas necessidades de layout, possibilitando acrescentar novos módulos aos existentes. Como exemplo, temos o núcleo íntimo social da residência que pode tornar-se mais amplo e relacionar-se com o espaço externo quando os brises da varanda são abertos.

### **2.1.3. - Estrutura e Materiais**

O projeto Ekó House propõe uma estrutura modular constituída por vigas e pilares de madeira, painéis de OSB, bambu e cabos de aço protendidos, possibilitando grandes vãos. A utilização de painéis de OSB não só contribui com sua rápida montagem e com a gestão dos recursos brasileiros, como também facilita na acoplagem de encaamentos e fiações entre os painéis.

Como isolamento térmico nos painéis, foi utilizada a lã de vidro e aero gel, além de vidros duplos em portas e janelas e esquadrias com baixa transmissão de calor.



**Figura 2** - Na imagem podemos compreender a utilização dos painéis OSB na montagem da casa e a facilidade na acoplagem de encanamentos e fiações. **Fonte:** <http://www.bancodaarvore.com.br/>, 2012, **acesso em:** 02/09/2015.

#### 2.1.4. - Soluções

Como solução para a produção de energia foram instalados painéis fotovoltaicos, que transformam a luz solar em energia elétrica através do efeito fotovoltaico. Apesar de ainda apresentar um alto custo de instalação, esse método alternativo elimina desperdícios e pode produzir até três vezes a energia consumida na casa. Em relação à solução para captação e reaproveitamento de água, foram instaladas cisternas que armazenam as águas pluviais; o banheiro seco, que reduz o consumo de água e o volume a ser tratado, e o sistema de wetlands, um sistema natural híbrido de filtros plantados com macrófitas, que foram responsáveis por filtrar os efluentes do chuveiro, lavatório e máquina de lavar roupas, possibilitando sua reutilização nas áreas externas e jardins. Ademais, o núcleo técnico da Ekó House é constituído por módulos de sistemas que facilitam a execução de serviços de manutenção. Um dos módulos abriga os sistemas elétricos e de automação, cuja função é monitorar as temperaturas e umidade interna dos ambientes, controlando a abertura de brises e operação de ar condicionado, mantendo sempre o bom conforto térmico no interior da residência. Os outros dois módulos são constituídos pelos sistemas hidráulicos e de aquecimento de água, e pelo sistema de climatização.





**Figura 3** - A Ekó House – Na imagem, os painéis fotovoltaicos (1), a utilização da madeira como revestimento e estrutura (2), os brises na varanda (3) e as plantas macrófitas (4). **Fonte:** ekobrasil.org, 2012, **acesso em:** 02/09/2015.



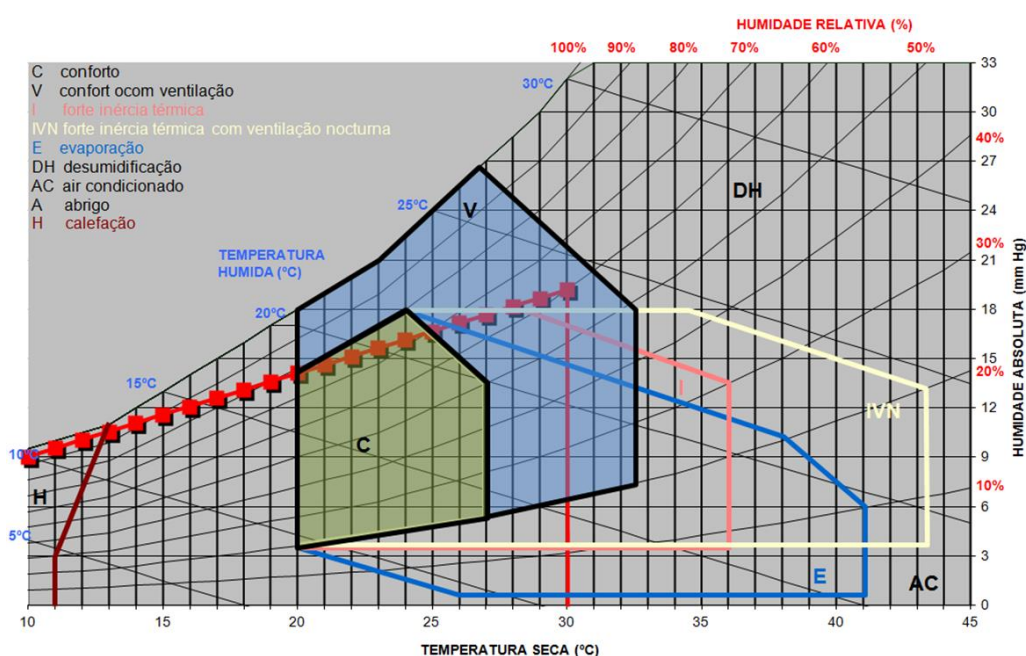
**Figura 4** - Painéis Fotovoltaicos sendo instalados durante a construção da Ekó House **Fonte:** <http://www.imagens.usp.br/?p=14388>, 2012, **acesso em:** 02/09/2015.

## 2.2- Casa 88°

O lançamento oficial da CASA 88° aconteceu em 2014, durante a edição da Expo Arquitetura Sustentável, do dia 26 ao dia 28 de agosto, em São Paulo. O projeto será implantado na Fazenda Boa vista, em Porto Feliz há aproximadamente 113 km de São Paulo. Tem como objetivo ser a primeira casa a seguir as premissas da

sustentabilidade, como a eficiência acústica e energética, visando o conforto ambiental. O projeto da Casa 88º tem uma área total de 813,50m<sup>2</sup>, sendo que 640m<sup>2</sup> são de área coberta e 173,50m<sup>2</sup> de área descoberta. Este programa é composto por 142m<sup>2</sup> de suítes, 145m<sup>2</sup> de salas e cozinha, 55,5m<sup>2</sup> de área de serviço, 22m<sup>2</sup> de apoio à área de lazer, 278,5 m<sup>2</sup> de área de lazer e 54m<sup>2</sup> de garagem. Devido ao fato da casa ser térrea, e sua maior concentração de áreas cobertas ser destinada a quartos e salas de estar, as técnicas passivas devem ser muito bem aplicadas, a fim de garantir o conforto ambiental destes ambientes em todas as épocas do ano.

## 2.2.1 – Estudo do Clima Local



**Figura 5** – Diagrama bioclimático de Porto Feliz – Fazenda Boa vista, SP – Lote 13, Quadra 11. **Fonte** – <http://www.casa88graus.com.br>. 2014, **acesso em:** 12/03/2015.

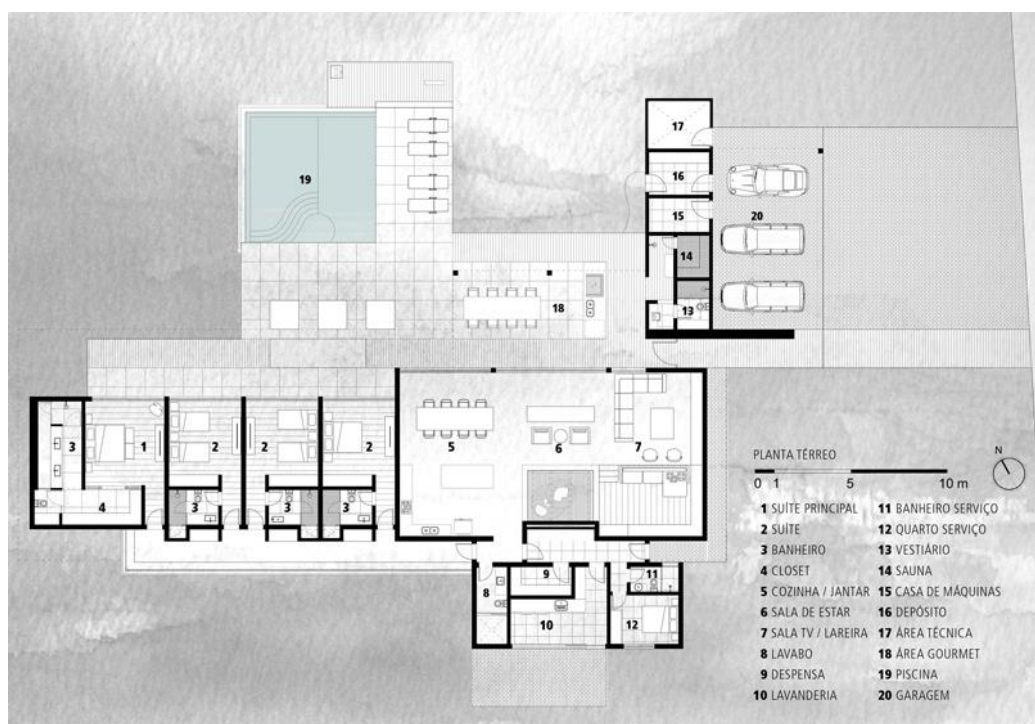
O diagrama ilustra as condições climáticas do lote onde o projeto será implantado. Observa-se que a temperatura na região varia de 20°C à 30°C, o conforto térmico prevalece entre os 20°C e 25°C, e como efeito natural da convecção entre 20°C e 30°C. Isso mostra que há presença de ventilação natural mesmo com temperaturas elevadas.

DADOS CLIMÁTICOS - LOTE 13 QUADRA 11- RESIDÊNCIA CINTRA												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Media das temperaturas máximas	28,0	27,8	27,5	26,0	23,9	22,6	22,6	23,7	24,8	25,9	27,0	27,6
Media das temperaturas mínimas	17,7	17,9	17,3	15,2	12,4	10,8	10,1	11,3	13,1	14,96	16,2	17
Humidade relativa máxima	95%	95%	90%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	80%	90%	90%
Humidade relativa mínima	50%	50%	50%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	50%	50%	50%
Chuva (mm Hg)	241	203	142	58	43	38	28	36	58	150	122	198
STRESS TÉRMICO												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
DIA	Calor	Calor	Calor	Conforto	Conforto	Conforto	Conforto	Conforto	Conforto	Conforto	Calor	Calor
NOITE	Conforto	Conforto	Conforto	Conforto	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Conforto	Conforto	Conforto

**Figura 6** – Dados Climáticos - Lote 13, Quadra 11. **Fonte** – <http://www.casa88graus.com.br>. 2014, **acesso em:** 12/03/2015.

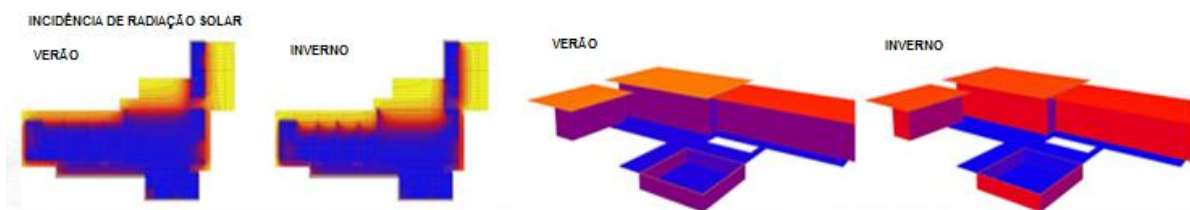
De acordo com os dados climáticos do lote onde será implantado o projeto, é possível analisar que as médias das temperaturas variam de 10,8°C (mínima) a 28°C (máxima), com predominância de temperaturas elevadas durante o dia nos meses de janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro, e de temperaturas mais baixas durante a noite, nos meses de maio a setembro.

### 2.2.2 – Estudo de incidência de radiação solar



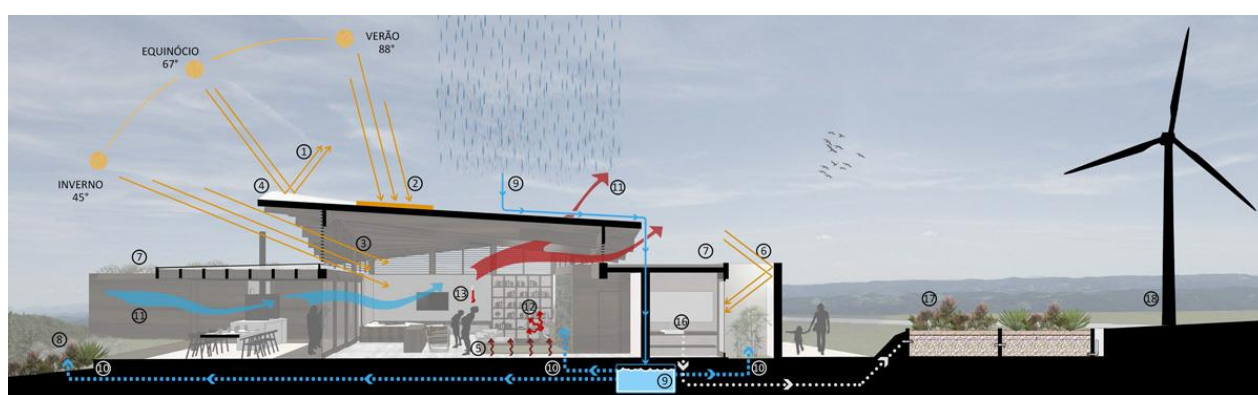
**Figura 7** – Planta do pavimento térreo. **Fonte** – [www.atelieroreilly.com](http://www.atelieroreilly.com). 2015, **acesso em:** 16/05/2015.





**Figura 8** – Incidência de Radiação Solar na edificação. **Fonte** – [www.atelieroreilly.com](http://www.atelieroreilly.com). 2015, **acesso em:** 16/08/2015.

### 2.2.3 – Estratégias Sustentáveis

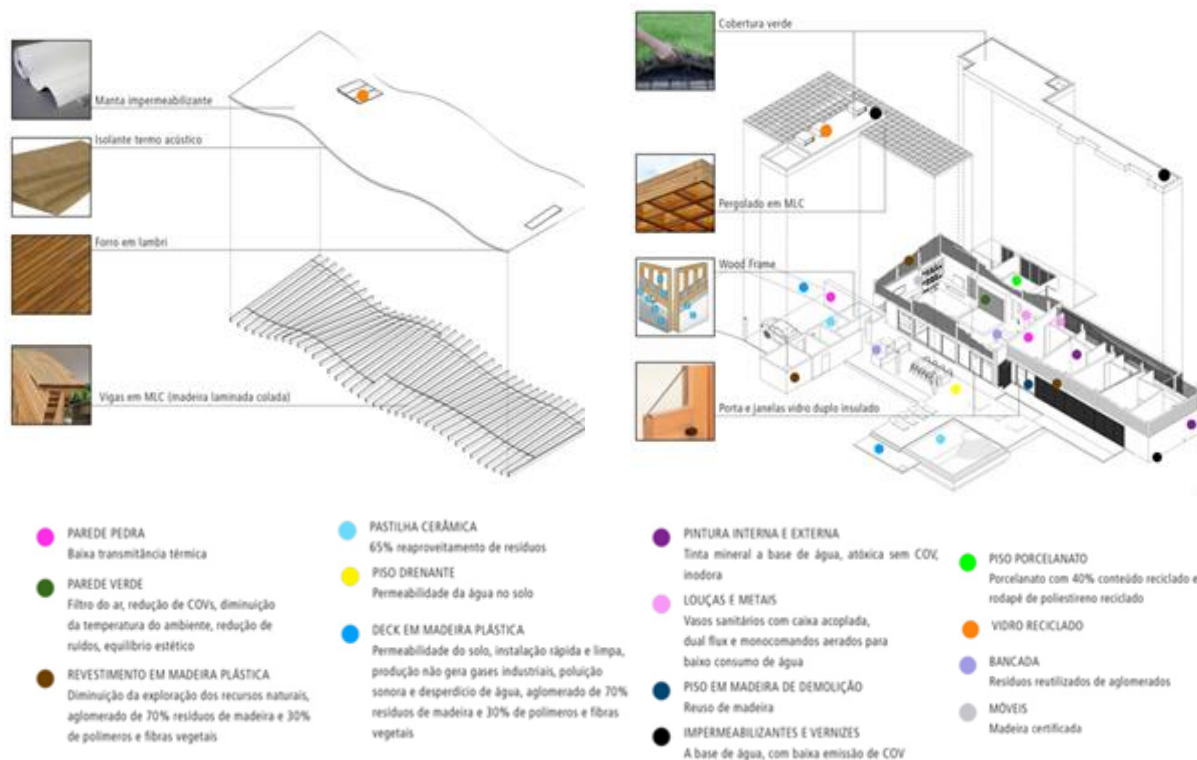


**Figura 9** – Orientação solar e dos ventos. **Fonte** – [www.atelieroreilly.com/?p=3873](http://www.atelieroreilly.com/?p=3873). 2015, **acesso em:** 16/08/2015.

A radiação solar sobre a cobertura, de coloração branca como alternativa para redução das ilhas de calor, propicia a produção de energia fotovoltaica (1 e 2); a entrada da radiação solar no inverno, pela abertura lateral (3), favorece a atuação do sol como bactericida e a renovação do ar; o beiral funciona como proteção contra a entrada de radiação no verão, mas permite sua entrada no inverno (4); a abertura zenital nos banheiros (6), auxilia na iluminação e ventilação naturais; a cobertura verde funciona como isolante térmico e acústico (7); cisterna (9) para armazenamento de águas pluviais para reuso, água é filtrada e reutilizada através do sistema de irrigação por gotejamento (10); as aberturas voltadas para a orientação dos ventos predominantes e a saída de ar quente pelas aberturas altas na fachada oposta, proporcionam a ventilação cruzada (11); utilização de metais com aeradores para diminuição da vazão (16); sistema de tratamento em wetlands construídas (17), que são sistemas artificiais manejáveis que auxiliam no tratamento de águas residuais; produção de energia eólica (18).

## 2.2.4 – Estruturas e Materiais

Os materiais e estruturas foram propostos, com a finalidade de proporcionarem conforto térmico, acústico e lumínico, além do aproveitamento das condições naturais do local, levando em conta parâmetros como: reciclabilidade – utilização de produtos recicláveis, favorecendo a manutenção de recursos naturais; regionalidade – utilização de produtos regionais, a fim de favorecer a economia local; toxidade – produtos com baixa ou nenhuma emissão de compostos orgânicos prejudiciais ao meio ambiente; reaproveitamento de resíduos; utilização de energia e água renovável na produção.



**Figura 10** – Materiais aplicados na edificação. **Fonte** – [www.atelieroreilly.com/?p=3873](http://www.atelieroreilly.com/?p=3873). 2015, **acesso em:** 23/08/2015.

## 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista as análises realizadas, a resultante demonstra que, independentemente da situação climática e do respectivo local de implantação do projeto, há possibilidades de determinar meios de redução de impactos ambientais. Como o clima da região de São Paulo é predominantemente quente e úmido, a Casa 88º, e a região de Madrid-Espanha, onde está implantada a casa Ekó House, é de clima frio e seco, assim estabelecendo diferentes exigências para manter o conforto ambiental no interior das edificações. No primeiro caso, houve a necessidade de criar espaços que propiciassem a ventilação cruzada e permanente, possibilitando uma convecção constante, o que faz com que o ambiente seja resfriado. No segundo caso, a necessidade seria inversa, para tanto foram utilizados materiais com propriedades isolantes que retessem o calor dentro da edificação. Além disso, foram apresentadas diversas alternativas para redução do uso de sistemas artificiais de aquecimento, refrigeração, produção de energia e reaproveitamento de água e resíduos. Essas técnicas podem ser aplicadas em diferentes escalas projetuais, ou seja, desde edifícios horizontais e verticais até no planejamento das cidades. Atualmente, é possível observar muitos países que se apropriaram do uso de recursos renováveis para geração de energia que é destinada, por exemplo, à iluminação de locais públicos, como em Amsterdã, com a utilização da energia eólica.

#### **4. REFERÊNCIAS**

ATELIER O'Reilly Architecture & Partners. Casa 88º recebe 1º lugar no prêmio Saint-Gobain de Sustentabilidade. São Paulo, 2015. Disponível em <<http://atelieroreilly.com/?p=3873>>. Acesso em: 12 mar. 2015.

BRUNDTLAND, Gro et al. Our Common Future. Ed. Oxford University Press, 1987.p. 10.

BURKE, Bill; KEELER, Marian. Fundamentos de Projeto de Edificações Sustentáveis. Tradução: Alexandre Salvaterra, Porto Alegre: Ed. Bookman, 2010. 362 p.

EKÓ House. São Paulo, 2012. Disponível em <<http://ekobrasil.org>>. Acesso em: 02 set. 2015.

FUENTES, Manuel; ROAF, Sue; THOMAS-REES, Stephanie. Ecohouse: A casa Ambientalmente Sustentável. 4. ed. Tradução: Alexandre Salvaterra, Porto Alegre: Ed. Bookman, 2014. 488p.

GURGEL, Miriam. Design Passivo: Baixo Consumo Energético. São Paulo, Brasil: Ed. Senac São Paulo, 2012. 176 p.

OLIVEIRA, Renata Pereira. A integração entre o Projeto Bioclimático e Tecnologias Sustentáveis: Solar Decathlon. 2014. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2014.

YUDELSON, Jerry. Projeto Integrado e Construções Sustentáveis. Tradução: Alexandre Salvaterra, Porto Alegre: Ed. Bookman, 2013. 284 p.