

# CONFORTO AMBIENTAL COMO PARÂMETRO PARA CONSTRUÇÃO DE NOVAS HABITAÇÕES RURAIS NO SEMIÁRIDO

**Carla Carvalho Simões<sup>(1)</sup>; Telma Côrtes Quadros de Andrade<sup>(2)</sup>.**

(1) UFBA, [carlacarvalhosimoes@gmail.com](mailto:carlacarvalhosimoes@gmail.com)

(2) UFBA, [telma.cortes@secti.ba.gov.br](mailto:telma.cortes@secti.ba.gov.br)

## **Resumo**

*Esse artigo descreve uma concepção de projeto arquitetônico onde se considera os fluxos de materiais e energia, compatibilizando com enfoques ambientais, sociais, econômicos e culturais. Dentro do conceito mais amplo de necessidades habitacionais, têm-se dois segmentos distintos: o déficit habitacional e a inadequação de moradias, inclusive ao clima. Como déficit habitacional entende-se a noção mais imediata de necessidade de construção de moradias para a solução de problemas sociais e específicos de habitação, detectados em um dado momento. O conceito de inadequação de moradias reflete problemas na qualidade de vida dos moradores que não se relacionam ao dimensionamento do estoque de habitações, e sim a especificidades internas deste estoque. Seu dimensionamento visa ao delineamento de políticas complementares à construção de moradias, voltadas à melhoria do estoque já existente. Partindo de um estudo baseado em um modelo icônico de casa estável para habitações no meio rural do semiárido baiano foram aplicadas estratégias de conforto ambiental como parâmetros construtivos. A necessidade das comunidades rurais, a convivência com o semiárido e os impactos devido ao aquecimento global na região foram premissas que permearam o desenvolvimento e proposições realizadas. O modelo resultante permite explorar cenários, através de estudos tridimensionais, para novos projetos de habitação e assentamentos. A metodologia proposta resulta em uma ferramenta capaz de testar a aplicação de soluções tecnológicas que contemplem diretrizes bioclimáticas e parâmetros construtivos como forma de contribuir para as estratégias de desenvolvimento do semiárido.*

**Palavras chave:** Parâmetros, Modelo, Habitações.

## **Abstract**

*This article describes a concept of architectural design which has seen the flow of materials and energy, harmonizing approaches to environmental, social, economic and cultural. Within the broader concept of housing needs, have two distinct segments: the housing shortage and inadequate housing, including the weather. As housing deficit means the notion of more immediate need for housing construction for the solution of social problems and specific housing, detected in a given time. The concept of inadequate housing problems reflected in the quality of life of residents that do not relate to the design of the housing stock, but the internal specifics of this stock. Its design aims at the development of policies complementary to housing construction, aimed at improving the existing stock. From a study based on an iconic model of stable home for housing in rural areas of the semiarid region of Bahia were applied strategies for environmental comfort and construction parameters. The need of rural communities, living with the semi-arid and impacts due to global warming in the region were assumptions that permeated the development and proposals made. The resulting model can explore scenarios by studying three-dimensional, for new housing projects and settlements. The proposed methodology results in a tool capable of testing the application of technological*

*solutions that address parameters and guidelines bioclimatic building as a way to contribute to the development strategies of semi-arid.*

**Keywords:** Parameters, Model, Housing

## 1. INTRODUÇÃO

A necessidade das comunidades rurais sejam estas centenárias ou assentamentos recentes, de infraestrutura e de moradia de qualidade projetada em conformidade com suas práticas culturais, colocam em foco a discussão da urbanização da área rural. Isto pode ser projetado em um cenário onde a habitação passe por modelos que levem em conta os ambientes construídos e seus sistemas integrados de utilização dos espaços internos e externos, respeitando as características regionais da população.

A edificação deve atuar como divisor entre o ambiente externo e interno, definindo, a partir das características arquitetônicas e construtivas, a qualidade desses ambientes e o grau de conforto a ser percebido pelo ocupante no desenvolvimento de suas atividades cotidianas.

O conhecimento acerca das necessidades do usuário em relação à edificação é uma informação fundamental, pois permite identificar aspectos culturais e socioeconômicos que podem interferir nas estratégias de condicionamento ambiental, em um contexto permeada pela discussão e tomada de posição sobre os problemas decorrentes da mudança do clima.

A conceituação das habitações e suas técnicas construtivas devem estar subordinadas as responsabilidades sociais e ambientais, privilegiando os aspectos regionais face à demanda por qualidade de vida, necessidade de expansão e atualização de metodologias na concepção de projetos habitacionais e dos riscos advindos do aquecimento global.

Segundo MALVEZZI (2007) a imagem difundida do semiárido, como clima, sempre foi distorcida, passando-se a ideia de uma região árida, chegando ao extremo de ser estereotipada como inadequada a sobrevivência humana. É como se não chovesse, como se o solo estivesse sempre calcinado, como se as matas fossem secas e as estiagens durassem anos. As imagens de migrantes, de crianças raquíticas, do solo estorricado, dos açudes secos, dos retirantes nas estradas, dos animais mortos, da migração da Asa Branca – estão presentes na música de Luís Gonzaga, na pintura de Portinari, na literatura de Graciliano Ramos e na poesia de João Cabral de Mello Neto. É um ponto de vista, ao mesmo tempo, real e ideológico, que muitas vezes serve para que se atribua à natureza problemas políticos, sociais e culturais, historicamente construídos.

É necessário desconstruir esses valores ideológicos, dando lugar a um novo conceito: a convivência com o semiárido. A ideia parte de um princípio simples: por que os povos do gelo podem viver bem no gelo, os povos do deserto podem viver bem nos desertos, os povos das ilhas podem viver bem nas ilhas e a população da região semiárida vive mal aqui? Aqueles povos desenvolveram culturas de convivência adequadas ao ambiente, adaptaram-se a ele e tornaram a vida viável. No semiárido brasileiro a integração pessoa- natureza pode ser possível e esta deve ser uma busca coletiva de soluções. A convivência com o semiárido foi uma das premissas nesse trabalho, permeando o desenvolvimento e proposições realizadas.

Segundo a delimitação atual o semiárido abrange 1.133 municípios com uma área de 969.589,4 km<sup>2</sup>, correspondente a quase 90% da Região Nordeste (nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia); e mais uma parte de Minas Gerais.

A cobertura vegetal do semiárido é a caatinga. No período chuvoso ela fica verde e florida e abriga uma das maiores biodiversidades brasileiras de insetos. Entretanto, no período normal de estiagem, ela hiberna, fica seca, adquire uma aparência parda; daí o nome caatinga, expressão indígena que quer dizer “mata branca”.

Considerando que as diferenças climáticas da Terra são basicamente advindas da energia solar, torna-se indispensável à posse de elementos para avaliar qual a carga térmica que determinada edificação ou espaço ao ar livre receberá nas diversas horas do dia e nas várias épocas do ano.

O conhecimento das exigências humanas de conforto térmico, das características térmicas dos materiais e das premissas genéricas para o partido arquitetônico adequado a cada clima proporciona condições de projetar edifícios e espaços urbanos cuja resposta atenda às exigências de conforto térmico, à minimização do consumo de energia e leve em consideração a adaptação gradual às mudanças climáticas.

Segundo FATHY (1980) o espaço construído deve servir ao homem e ao seu conforto, o que abrange o seu conforto térmico. O homem tem melhores condições de vida e de saúde quando seu organismo pode funcionar sem ser submetido à fadiga ou estresse, inclusive térmico. A arquitetura como uma de suas funções, deve oferecer condições térmicas compatíveis ao conforto térmico humano no interior dos edifícios, sejam quais forem às condições climáticas externas. Por outro lado, a intervenção humana, expressa no ato de construir seus espaços internos e externos, altera as condições climáticas locais, das quais, por sua vez, também depende a resposta térmica da edificação.

## 2. METODOLOGIA

Para projetar edificações que, ao mesmo tempo, apresente bom desempenho ambiental e energético é necessário analisar soluções tecnológicas que levem em conta o clima local. Este trabalho traz uma proposição arquitetônica para habitações no semiárido.

Foram analisadas soluções tecnológicas aplicáveis a habitações no meio rural do Distrito dos Brejos, município de Barra, região do médio São Francisco, semiárido baiano, associadas a um diagnóstico climático para determinar estratégias bioclimáticas. Foi idealizado um modelo virtual de casa estável (figura 1 em anexo) onde, através de simulações computacionais, foi possível determinar parâmetros construtivos para o modelo proposto contemplando o conforto térmico e a integração de sistemas habitacionais, para um melhor convívio com as condições do semiárido.

O planejamento utilizando a Permacultura foi desenvolvido através da observação dos padrões naturais e das características da região, o que permitiu a integração das instalações humanas com os sistemas naturais de produção de energia como plantas comestíveis, aquicultura, animais silvestres e domésticos, dentre outros. O modelo também prevê o aproveitamento de água da chuva através da instalação de captadores e sistemas de armazenamento para que seja utilizada para diversos fins.

Quanto aos dispositivos técnicos foram considerados mecanismos de controle passivos, tais como a iluminação natural e a ventilação que em climas com estresse térmico positivo, torna-se elemento fundamental para obtenção das condições de conforto, de salubridade e controle térmico dos ambientes. Sob a ótica do conforto térmico, os movimentos de ar aceleram as trocas de calor das pessoas com o ambiente por convecção e por evaporação.

O através do programa AutoCAD o projeto da casa estável foi digitalizado e em seguida importado para o *Sketchup* onde foi desenhada a maquete tridimensional do protótipo e realizada as simulações para a verificação do sombreamento de aberturas e fachadas da edificação, em diferentes épocas do ano e horários do dia, com o objetivo de verificar a eficiência dos elementos projetados para esse fim (beirais, pergolados, etc.), e as análises que validaram os parâmetros construtivos propostos pelas diretrizes bioclimáticas estabelecidas em etapas anteriores.

Foram simuladas quatro datas (figuras 1A e B em anexo): solstícios de verão e inverno (21 de dezembro e 21 de junho), equinócios de primavera e outono (21 de setembro e 21 de março), para a latitude de Barra. As simulações foram realizadas considerando dias de céu claro e para as quatro orientações – norte, leste, sul e oeste – e planos horizontais, correspondentes às orientações dos fechamentos laterais e cobertura, do modelo virtual.

### **3. SISTEMA INTEGRADO DE HABITAÇÃO**

A integração dos sistemas utilizados para o modelo de habitação proposto buscou a adoção de tecnologias de auto-fornecimento energético através de meios renováveis.

Foi observada a necessidade do controle de erosão e sedimentação, prevenindo a erosão do solo por carregamento de água ou vento durante a construção, bem como redução da sedimentação de poeira e poluição do ar por dispersão de materiais particulados.

O modelo proposto incentiva a utilização de materiais originários da região onde é desenvolvida a edificação, e a pesquisa de potenciais fornecedores destes materiais, considerando entre outros: painéis, portas, batentes, mobílias e itens decorativos. O objetivo é estender a vida útil dos materiais de construção, reduzindo impactos ambientais relacionados à sua produção e transporte e beneficiando a economia regional.

Optou-se pela utilização de materiais rapidamente renováveis para reduzir o consumo de matérias primas finitas, substituindo-os por materiais que podem ser produzidos em ciclos curtos, relativamente à demanda extrativista, promovendo o gerenciamento florestal responsável, através de estímulo à utilização de madeiras certificadas.

O plantio de árvores nativas foi incorporado ao projeto paisagístico, pois o embelezamento e ordenação da paisagem no meio rural tornam-se cada vez mais necessários para contrabalançar os desequilíbrios visuais e ambientais impostos pelo uso inadequado das áreas de plantio. Além disso, as vantagens propiciadas pelo paisagismo ao meio rural valorizam a propriedade pelo melhoramento visual da paisagem; criam meios de defesa contra a erosão; implantam condições ambientais favoráveis para a criação de animais; propicia a correção ecológica do micro clima favorecendo o reequilíbrio do ecossistema regional e protege as lavouras pela redução da incidência dos ventos e manutenção dos níveis da umidade relativa do ar.

O projeto foi elaborado de forma a manter os fluxos naturais de água de chuva, minimizando as superfícies impermeáveis. O uso de água potável para irrigação foi limitada ou eliminada com o reuso de água utilizada no paisagismo, e adotando tecnologias com alta eficiência para irrigação. Como princípio, o projeto de paisagismo utilizou planta nativa com baixa necessidade de irrigação e, a partir daí, sistemas de irrigação e ciente, que utilize água de chuva e resíduária.

Em 2007 foram realizadas pesquisas de campo através da observação e diagnósticos sócio-econômicos da área rural que definiram as premissas de um programa de necessidades para o projeto das habitações da área rural do semiárido:

- Sala e cozinha conjugadas em um mesmo ambiente, mas com possibilidade de separação, com aproximadamente 27 m<sup>2</sup> de área, incorporando um espaço para trabalho/geração de renda;
- Dois dormitórios com 9m<sup>2</sup> cada, com possibilidade de ampliação para mais cômodos;
- Um banheiro;
- Uma área de serviço fora da casa, mas coberta;
- Um alpendre na entrada da casa;
- Ecotecnologias alternativas: armazenamento da água de chuva, coletor solar para aquecimento de água, ventilação e iluminação naturais;
- Sistemas de tratamento de águas residuais, biodigestores.

O projeto prevê pergolados para o cultivo de plantas trepadeiras do tipo anuais suculentas e xerófilas na fachada leste da casa, para melhorar o conforto térmico no interior dela - uma vez que as espécies caducifólias permitem o sombreamento no verão e a passagem dos raios solares no inverno. Também foi projetado um pergolado, próximo à entrada da casa, com a finalidade de servir como área de estar sombreada, onde os visitantes poderão ser recebidos. Os pergolados permitem, também, a variação na paisagem, a partir da luz filtrada, que varia durante as diferentes horas do dia.

Junto à fachada norte da casa foi prevista a construção de um pequeno jardim de pedras, onde serão cultivadas espécies xerófitas. O jardim de pedras visa evitar a erosão e a compactação do solo, em função da queda da água da chuva e ainda demonstrar a possibilidade de construção de jardins utilizando plantas suculentas, com finalidade medicinal e de produção de alimentos. Na mesma orientação, têm-se os círculos de bananeiras com a finalidade de demonstrar a utilização de uma estratégia permacultural. Essa técnica permite, além da produção de frutos, a produção de composto orgânico para os cultivos do jardim. À medida que as bananas vão sendo colhidas, suas folhas vão sendo cortadas e colocadas no interior do círculo, para serem compostadas, assim como outros resíduos orgânicos, provenientes do jardim, ou da cozinha, que poderão ser compostados nesses locais.

A espiral de ervas e a horta em “ferradura”, próximo à cozinha, é outra técnica permacultural, onde ervas e temperos são cultivados em um canteiro elevado, em forma de espiral. Essa estrutura permite maior aproveitamento do espaço disponível e uma disposição racional das espécies, de acordo com suas exigências de insolação e drenagem do solo.

O cultivo em canteiros elevados permite maior facilidade de manejo e maior acessibilidade para pessoas de idade mais avançada e/ou que possuam dificuldades para se abaixar, além de manter os animais afastados. A disposição dos canteiros facilita o manejo da horta, uma vez que segue um desenho mais racional dos cultivos, onde as espécies de menor porte e maior exigência de manutenção são plantadas no interior da “ferradura”, enquanto as espécies maiores e que requerem pouca manutenção são dispostas do lado de fora da mesma. O projeto prevê, também, o cultivo de espécies repelentes de insetos-citronela e cravo-de-defunto, junto à horta, a fim de prevenir danos às demais espécies cultivadas.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram selecionadas tipologias existentes no meio rural do Distrito dos Brejos, município de Barra, e elaborada uma coletânea de fotos, onde pode ser observada a diversidade de construções que utilizam materiais não convencionais e disponíveis no local.

Essa seleção possibilitou a observação dos modelos de casas originais que remetem as primeiras ocupações na região erguidas em palha e madeiras das palmeiras de buriti e da caatinga, adaptadas ao meio ambiente, preservando a identidade do local através de suas construções (figura 1).

Figura 1 - Moradias Brejeiras, Semiárido, Barra/Bahia.



A iniciativa da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), em 1998, que substituiu antigas moradias construídas de materiais extraídos do ambiente local, por casas de alvenaria (Figura 2) visando o combate ao barbeiro causador da grande incidência da Doença de Chagas, gerou descontentamento em muitos moradores, devido ao tamanho reduzido que não suportava as numerosas famílias.

Figura 2 - Novas moradias, Barra/Bahia.



Em consequência, muitos moradores resistem em destruir as antigas casas, permanecendo morando nas duas casas (figura 3) de forma que na paisagem onde a intervenção estatal se realiza, percebe-se a coexistência de elementos integrantes de diferentes tempos históricos tais como, redes de energia elétrica, cabanas de palha, moradias e oficinas: engenhos e casas de farinha, antenas parabólicas e de telefonia, estradas de rodagem poeirentas nas quais circulam automóveis em alta velocidade, carros de boi e jumentos camuflados nas imensas cargas de lenha e cana de açúcar, motos, bicicletas.

Figura3 – Ampliação das Casas, Barra/Bahia.



Através do compartilhamento dos dados inseridos nas planilhas das principais fontes e estudos já citadas, foram calculados as diretrizes e estratégias de projeto buscando estabelecer zonas de conforto ou limites de conforto para a região dos Distritos dos Brejos no município de Barra, tendo em vista os requerimentos humanos.

A implantação e a orientação das edificações no terreno foram baseadas nas seguintes recomendações:

- Orientação Norte ou Sul para as faces de maior dimensão das edificações. As faces orientadas em torno do Leste ou do Oeste devem ter a mínima dimensão possível;
- Utilização abundante de vegetação para proteção (coppa alta, baixa, arbustos, rasteira, trepadeira) as altas copas, principalmente a Leste e a Oeste;
- Pátio interno possibilitando agrupar a unidade ao máximo, desejável espelho d'água chafarizes;
- Construção de parte da edificação semi soterrada, principalmente a Oeste e a Leste.

As lajes de coberturas se utilizadas, deverão ter grande espessura ou serem preenchidas de materiais que aumente sua inércia térmica ou as proteja da radiação solar (areia, terra com gramado, água, tijolo furado ou pedra argila expandida com água). É desejável uma ventilação sem entrada de radiação ou um forro formando câmara de ar.

Materiais pesados e maciços como tijolos, pedra, taipa para as vedações verticais que deverão ter grande espessura, se possível, parede dupla com câmara de ar fechada.

É recomendável que os pisos sejam absorventes e, nos casos de baixos valores de umidades sejam umedecidos como os de tijolos sobre areia ou cerâmicas porosas.

Todas as aberturas deverão ter pequenas dimensões, apenas suficientes para ventilação e iluminação, garnecidas de persianas, treliças de vidro ou lâminas que permitam abertura sendo desejável que deem para pátios internos, para alpendres ou áreas sombreadas.

Como resultado das diretrizes gerais que nortearam o projeto pode-se destacar a necessidade de: facilitar o armazenamento e transmissão lenta do calor adquirido pelas superfícies externas possibilitando apenas a troca do ar interno às edificações evitando os ventos; impedir a entrada de radiação solar direta em qualquer orientação, protegendo as faces externas da radiação, principalmente as provindas de Leste e Oeste – com variação aproximada de + 15° e – 15°; facilitar a retenção da umidade.

## 5. CONCLUSÕES

O principal desafio na construção do modelo virtual da casa estável foi não fugir da tipologia das casas originais, mantendo as dimensões dos lotes, suas áreas de produção privada e a criação de animais domésticos, tendo como princípio um desenho flexível capaz de quebrar as possíveis resistências quanto ao uso de materiais alternativos.

O modelo foi desenvolvido prevendo mecanismos que garantam o conforto térmico a seus usuários. Incentiva a conexão do ambiente externo aos espaços internos através da utilização da luz natural e visão das áreas exteriores a edificação. O atendimento a este item se concentrou no projeto arquitetônico, através da orientação da edificação no terreno, da determinação do perímetro da habitação, determinação das janelas, instalação de dispositivos internos e externos de sombreamento, entre outros.

Sob a perspectiva ecológica, a sustentabilidade se assenta em três princípios fundamentais: a conservação dos sistemas ecológicos sustentadores da vida e da biodiversidade; a garantia da sustentabilidade dos usos que utilizam recursos renováveis e o manter das ações humanas dentro da capacidade de carga dos ecossistemas sustentadores.

Esta proposta coloca como prioridade a criação de modelos que permitam a flexibilização através do uso de simulação para o atendimento ao desafio atual de projetos arquitetônicos que possam contribuir para minimizar os custos de energia desde a construção até o uso final da habitação.

Outro dado importante revelado na pesquisa foi que a técnica construtiva que utiliza o ecotijolo modular aparente, além de mais barata pela economia de material, traz associado o valor agregado da qualificação de pessoal local para produção de suas habitações. Para cada uma das etapas do projeto poderá ser ministrado, de forma presencial ou à distância, treinamento específico para os moradores, que poderão executar as orientações do modelo construindo uma casa estável, adaptada as condições climáticas da região. O modelo também permite flexibilidade e individualização do projeto sem descaracterizar as tipologias das

habitações identificadas na região, podendo qualificar o morador a executar sua própria obra de manutenção, ampliação ou reforma da sua moradia.

Por fim, o sucesso de qualquer projeto de assentamento humano, seja ele na dimensão de uma unidade ou de uma vila, demanda a participação e a aceitação dos usuários. Para isso, essa pesquisa além das propostas e soluções apresentadas, sugere novas proposições, como: aplicação de técnicas permaculturais de sistemas produtivos integrados; programa de qualificação de recursos humanos presenciais e/ou à distância; estudo do solo para a produção de tijolos modulares; fabricação de tijolos modulares como técnica construtiva; avaliação do conforto ambiental interno das casas antigas; avaliação pós-ocupacional das novas casas; implantação de sistema de tratamento as águas residuais, entre outros.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, T. C. Q. NERY, J. M. F. G.; FREIRE, T. M. M.; Souza, M. G. O. **Conforto Ambiental e Conservação de Energia no Ambiente Construído**. Revista Baiana de Tecnologia – TECBAHIA. 2003.
- FANGER, P.O. **Thermal comfort**. Nova York: McGraw-Hill Book Co., 1972.
- FATHY, Hassan. **Construindo com o povo**. Rio de Janeiro: Editora Forense, 2<sup>a</sup>edição brasileira, 1980.
- FARIA, J.R.G. **Unidade de produção de tijolos de solo estabilizado**. Dissertação de Mestrado, EESC – USP, São Carlos. 1990
- GIVONI, B. **Man, Climate and Architecture: Building Research Station** - Tedcnion, Israel Institute of Technology. New York: Elsevier, 1969, 364p: il. COC
- MALVEZZI, Roberto. **SEMIÁRIDO - Uma Visão Holística**. Série Pensar o Brasil e Construir o Futuro da Nação, 2007.
- MERCADO, M. C. (1990). **Solo-cimento: alguns aspectos referentes à sua produção e utilização em estudo de caso**. São Paulo. Dissertação (Mestrado) – FAU USP.
- MERRIL, A. F. (1947). **Casas de tierra apisionada y suelo-cemento**. Windsor, Buenos Aires.
- MOLLISON, Bill, SLAY, Reny Mia. **Introdução à Permacultura**. Brasília: MA/SDR/PNFC, 1998. Trad. André Luis Jaeger Soares.
- SILVA, M. S. **A terra crua como alternativa sustentável para a produção de habitação social**. Escola de Engenharia de São Carlos – SAP, Interunidades em Ciência e Engenharia de Materiais (Tese de Doutorado). 2001.
- WEIMER, Gunter. **Arquitetura popular brasileira**. São Paulo: Martins Fontes, 2005 – (Raízes).

## ANEXOS

Figura 1 – Planta baixa da casa estável.

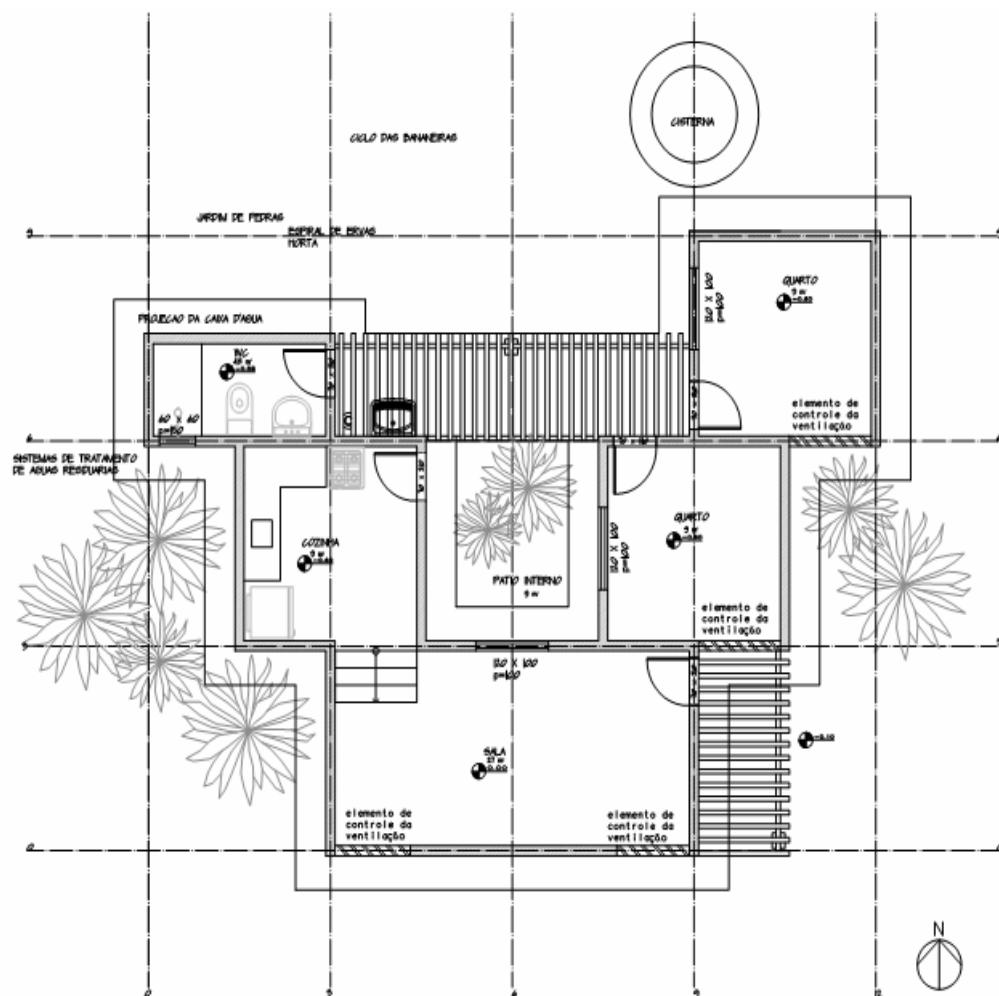


Figura 2A – Condições de insolação e sombreamento de aberturas e fachadas da edificação em 21 de dezembro.

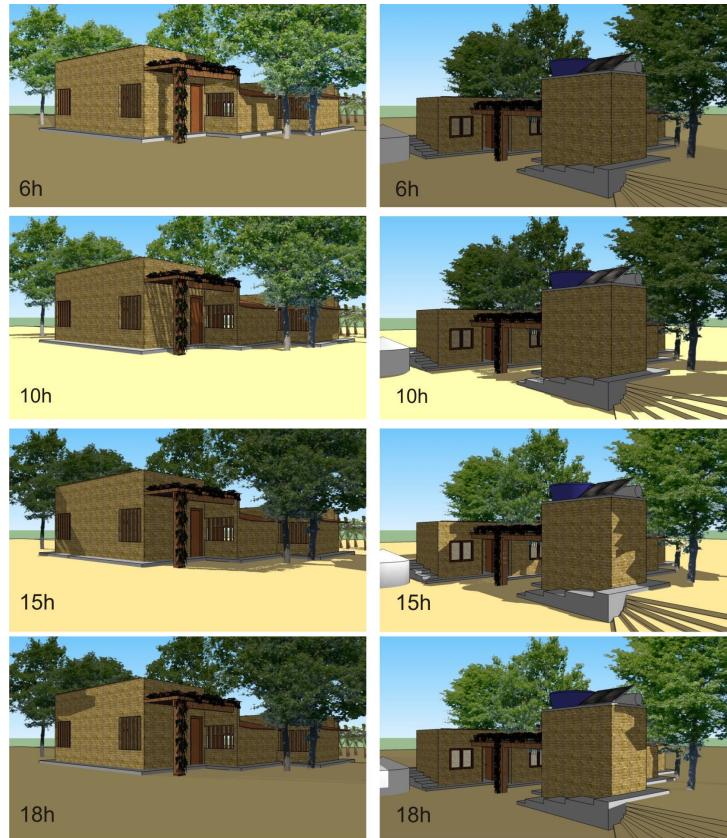


Figura 2B – Condições de insolação e sombreamento de aberturas e fachadas da edificação em 21 de junho.

