

**ARQUITETURA DE TERRA: UMA SOLUÇÃO ECOLÓGICA, ECONÔMICA E AUTO SUSTENTÁVEL<sup>1</sup>****EARTH ARCHITECTURE: AN ECOLOGICAL, ECONOMIC AND SELF-SUSTAINABLE SOLUTION**Ruy Arini<sup>2</sup>**Resumo**

Uma habitação construída com arquitetura de terra crua é caracterizada por conforto ambiental, boa resistência à compressão, durabilidade e custo econômico devido ao uso de tijolos e blocos ecológicos, que são curados a frio, eliminando a energia utilizada pelas indústrias para a sua produção e comercialização da cerâmica. O design ecológico de alvenaria permite a sua utilização na construção de pilares, vigas e lajes de cobertura, reduzindo o uso de madeiras e ferros. Seus sulcos horizontais e verticais tornam desnecessário o uso de argamassa, cola ou argila utilizada na liquidação e regulação de alvenaria, eliminando o desperdício de material de construção.

Eliminando os "despojos" e reduzindo o uso de madeira, ferro, argamassa e liquidação, também reduz o número de horas / homem / m<sup>2</sup> dentro do canteiro de obras, conseguindo uma redução de 40% no custo por metro quadrado construído sem perder a qualidade da construção.

Quartos com maior e melhor qualidade técnica de habitação, fornecendo apropriação física adequada, criando espaços urbanos com melhor qualidade, resultando em melhor qualidade de vida para os moradores que participam direta ou indiretamente, do processo de urbanização.

Para aperfeiçoar a sustentabilidade do meio ambiente e da ecologia, será usado em estradas e calçadas urbanas, pavimentação asfáltica colorida e permeável à água da chuva, absorvendo o dióxido de carbono, reduzindo a impermeabilização do solo urbano, será utilizado para pneus de reciclagem e resíduos de plástico na construção civil, móveis de casa e painéis de banheiro. Instalações serão usadas no aquecimento solar, a eletricidade gerada por energia eólica e será promovido o reaproveitamento das águas das chuvas.

O projeto *Design Raw Earth Architecture* tem como objetivo melhorar a qualidade de vida dos moradores, o desenvolvimento socialmente mais responsável e participação efetiva na Preservação do Meio Ambiente e Ecologia, criando um desenvolvimento econômico, social e ambiental.

**Palavras chaves:** Solução ecológica, autossustentável, arquitetura de terra, sustentabilidade, energia alternativa, arquitetura sustentável.

---

<sup>1</sup>Trabalho apresentado na Conferência da Sustentabilidade: Pavilhão do Conhecimento: Fórum: Sustentabilidade e Reformulação Urbana – Lisboa. Setembro de 2011.

<sup>2</sup>Arquiteto Mestre Doutor pela FAUUSP São Paulo Brasil - Pós Doutorando UMINHO Escola de Engenharia da Universidade do Minho - Campus de Azurém Guimarães - Portugal e-mail: ruyarini@yahoo.com.br – ariniruy@hotmail.com

## Abstract

A dwelling built with raw earth architecture is characterized by environmental comfort, quality of compressive strength, durability and economic cost of ecological bricks and blocks, which are cold-cured, eliminating the energy used by industries for its ceramic production and marketing. The ecological design of masonry allows its use as a lost form in the construction of pillars, beams and slabs of coverage, reducing the use of woods and irons. Its horizontal and vertical grooves eliminate mortar, glue or clay used in the settlement and regulation of masonry, eliminating the waste of Construction.

Eliminating the "spoils" and reducing the use of wood, iron, mortar settlement and settlement, also reduced the number of hours / man / m<sup>2</sup> within the construction site, achieving a 40% reduction in cost per square meter built without losing the quality of construction. Rooms with larger and better quality technical increase the standard of housing, providing adequate physical appropriation, creating urban spaces with better quality, resulting in better quality of life for residents who participate directly or indirectly, of the urbanization process.

To optimize the sustainability of the environment and ecology, will be used in urban roads and sidewalks, asphalt paving colored permeable to rain water, absorbing carbon dioxide, reducing soil sealing urbanized, will be used for waste recycling tires and plastic waste in construction, mobile home and the panels of the bathroom. Facilities will be used in solar heating, electricity generated by wind power and proper use of rainwater. Design Raw Earth Architecture aims to improve the quality of life for residents, developing more socially responsible and effective participation in the Preservation of the Environment and Ecology, creating economic, social and environmental.

**Keywords:** Ecological solution, Economic solution, Self-sustainable Solution, sustainability, alternative energy, sustainable architecture.

## TECNOLOGIA DE CONSTRUÇÃO ECOLÓGICA EM ARQUITETURA DE TERRA BLOCOS DE TERRA COMPACTADA

### Aspectos Técnicos

A Tecnologia de Construção Ecológica em Arquitetura de Terra utiliza alvenaria de BTC, Blocos de Terra Compactada, para edificar fundações, estruturas, paredes, coberturas e pisos de habitações construídas com melhor qualidade arquitetônica, construção rápida, custo econômico, design moderno e adequado conforto térmico e acústico.

Os BTC's, Blocos de Terra Compactada, por serem curados a frio, tem elevada inércia mecânica devido ao alto índice de compacidade existente entre suas partículas, característica que retarda a transmissão das energias que incidem sobre a alvenaria, propriedade reconhecida como térmica e acústica de alguns materiais de construção. O alto índice de compacidade,

conseqüentemente, proporciona também um elevado índice de resistência à compressão dos Blocos de Terra Compactada, que podem ser utilizados como alvenaria Auto Portante e Aparente.

Devidamente normalizada pela ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, os Blocos de Terra Compactada podem ser produzidos no canteiro de obras, eliminando o desperdício dos insumos das energias que olarias e indústrias cerâmicas utilizam para produzir alvenaria cerâmica, além de excluir a bitributação, perdas e fretes necessários para sua produção, comercialização e transporte.

### **Produção da Alvenaria**

A produção dos Blocos de Terra Compactada utiliza o material produzido pelo movimento de terra da regularização do próprio terreno de obra ou dos bota-foras das obras vizinhas, se auto-sustentando e possibilitando a preservação das florestas, dos solos, do Meio Ambiente e da Ecologia do entorno das indústrias cerâmicas e das olarias que existem na cidade e nas cidades vizinhas aos grandes centros urbanos.

Na impossibilidade de utilização do material produzido pelo movimento de terra da regularização do próprio terreno de obra ou dos bota-foras das obras vizinhas, a terra pode ser importada, adicionando à produção da alvenaria somente o custo do frete, uma vez que a terra ainda é grátis. Um caminhão de porte médio transporta 8 toneladas de terra, volume que permite a produção aproximada de 8 milheiros de blocos.

A Tecnologia de Construção Ecológica em Arquitetura de Terra utiliza Blocos de Terra Compactada, produzidos com design que permite sua utilização, como forma perdida, na construção das vigas baldrames das fundações e dos pilares, vigas, vergas e cintas de amarração das estruturas, para receber armações das ferragens e concreto, reduzindo substancialmente a utilização das formas de madeiras e das ferragens da estrutura devido à utilização do BTC portante.

### **Design da Alvenaria**

O design dos Blocos de Terra Compactada possibilita seu assentamento através dos encaixes de saliências e reentrâncias que existem nas faces superiores, faces inferiores, faces dianteiras e faces traseiras dos blocos, procedimento que elimina a utilização de argamassa de assentamento, cola ou argamassa de terra e água para edificação das paredes e vedos.

Estão previstas peças com design em “U”, “L” e “I” para construção das vigas baldrames das fundações, dos pisos e dos pilares, vigas, vergas, cintas de amarração superior das estruturas e das coberturas. Os blocos utilizados na construção do piso dos dormitórios e sala, tem o mesmo design

dos blocos utilizados na cobertura. Nas áreas consideradas molhadas serão utilizados piso cerâmico sobre contrapiso de concreto magro.

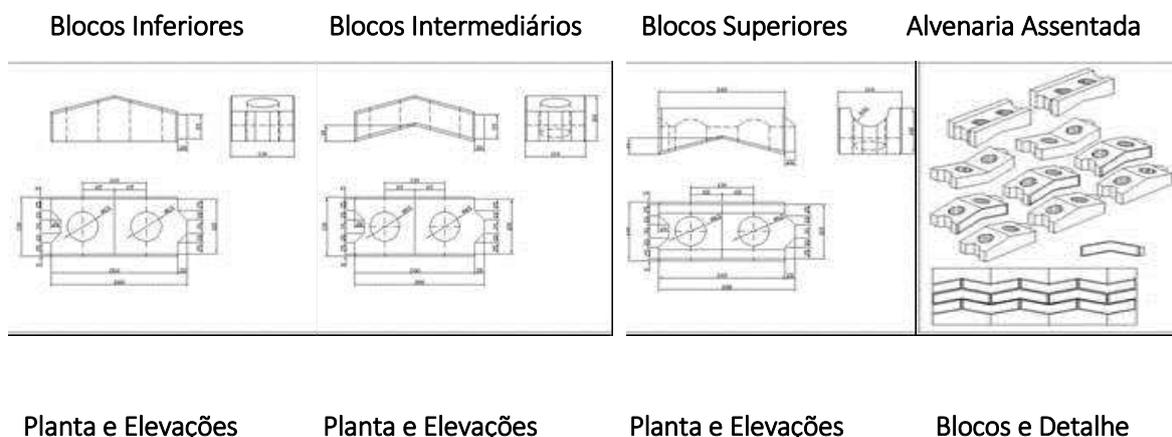
### Construção Civil

Para a construção dos vedos, o design dos Blocos de Terra Compactada permite que sejam encaixados juntamente com as peças de instalações elétricas e hidráulicas, eliminando os rasgos na alvenaria, embôço, massa grossa para regularização das paredes e massa fina. Como acabamento final da alvenaria é aplicada pintura impermeabilizante branca, colorida ou transparente.

Para a construção de lajes, painéis e/ou planos inclinados, o design dos tijolos permite sua utilização juntamente com laje de concreto pré-moldada in loco, regularizados com argamassa de areia, cimento e água, reduzindo a espessura da laje, o tempo de construção e o custo final, eliminando o concreto magro para regularização e o concreto sobre malha de ferro para aumentar a resistência da laje.

Para a cobertura, o projeto prevê a construção de laje de tijolos produzidos com design que permitem sua auto-sustentação, colocados em espelho, sem a utilização de argamassa ou cola, dispostos na forma de madeira, que tem o formato de arco abatido, apoiada nas vigas horizontais, que, para não abrirem, são ancoradas com tirantes de concreto colocados transversalmente sobre as paredes que existem ao longo das vigas.

Depois de ser totalmente preenchida com as fiadas de tijolos em espelho, são retiradas as quatro cunhas, possibilitando o pequeno rebaixamento da forma, para poder ser deslocada no sentido horizontal, sem danificar a laje dos tijolos colocados anteriormente. Em seguida, as cunhas são novamente colocadas, para recolocar a forma de madeira na mesma altura anterior, para receber novas fiadas de tijolos, acelerando o processo de construção da cobertura.



Como os tijolos são simplesmente apoiados, a forma não tem nenhum contato com argamassa, sendo, por isso, totalmente reaproveitada. Concluída a colocação dos tijolos da cobertura, é aplicado um revestimento de regularização nas partes externas e internas, preparado com a mesma terra, estabilizante e água utilizadas na produção dos blocos ou argamassa de cimento e areia, que posteriormente, depois de secos, recebem duas camadas de pintura impermeabilizante cor branca.

Devido a qualidade do conforto térmico e acústico produzido pela elevado índice de compactidade dos Blocos de Terra Compactada e curada a frio, podemos eliminar o madeirame que normalmente é utilizado na construção do telhado, as telhas, o madeirame utilizado na construção do forro e o próprio forro, projetado para tentar reduzir o calor resultado da incidência do sol sobre as telhas cerâmicas.

A Tecnologia de Construção Ecológica em Arquitetura de Terra elimina, aproximadamente, 95% dos Resíduos da Construção Civil e 50 % da quantidade dos Materiais de Construção utilizados na obra, além de reduzir utilização de 50 % das Horas-Homens, dentro do canteiro de obras.

Eliminando a Produção de Resíduos da Construção Civil, otimizando a utilização dos Materiais de Construção utilizados na obra e reduzindo o número de Horas-Homem dentro do canteiro de obras, conseguimos reduzir, em até 40%, o custo final da construção civil.

Se considerarmos também o custo econômico de produção dos Blocos de Terra Compactada no interior do canteiro de obras, podemos conseguir uma redução de até 50% no custo final da construção civil, para construir uma habitação econômica, com melhor qualidade arquitetônica, técnica e construtiva, além otimizar a Sustentabilidade, e a Preservação do Meio Ambiente e da Ecologia.

A Arquitetura de Terra proporciona projetos e construções de habitações com dimensões físicas mais adequadas, com melhor qualidade técnica e construtiva, elevando o índice de habitabilidade da residência, que tem seu custo mais econômico, aproximando a renda familiar junto ao financiamento imobiliário, posturas que possibilitam melhor identificação dos usuários para com as novas moradias.



foto Ruy Arini



foto Ruy Arini

Residência Itapecerica da Serra - São Paulo

Vista do Jardim Interno

Projeto e Construção Arquiteto Ruy Arini

Residência Itapecerica da Serra – São Paulo

Vista Interna da Sala de Estar

Projeto e Construção Arquiteto Ruy Arini

### Impacto Econômico

Na economia brasileira o maior número de empregos diretos e indiretos, é criado pelo setor da indústria da construção civil. A oferta de uma habitação digna e mais adequada à família do usuário, com custo e financiamento mais compatível com a renda familiar, apresentando melhores qualidades técnicas e estética arquitetônicas, estimulará o crescimento da indústria da construção civil, ampliando a oferta de empregos no setor, além de estimular e desenvolver novos emprêgos nas indústrias do mobiliário, dos equipamentos, dos utensílios e eletrodomésticos, entre outras empresas que estão envolvidas direta, ou indiretamente, na indústria da construção civil.

### Impacto Social

Uma habitação personalizada, construída com dimensões adequadas à família, com melhores qualidades térmicas e acústicas, maior resistência física e durabilidade, nova estética arquitetônica, e principalmente, com custo compatível com a renda familiar, gerando uma nova forma de habitar, com maior qualidade e dignidade para o ser humano, criando nova apropriação física dos usuários para com as habitações, com a vizinhança e com o entôrno da comunidade, desenvolvendo melhor qualidade de vida à população, com a criação dos novos empregos, aumentando a qualidade da alimentação, que vai proporcionar melhor educação, mais saúde e melhor integração social, visando reduzir o uso de drogas, a violência e a criminalidade.

## Impacto Ambiental

Com a utilização da Tecnologia de Construção Ecológica em Arquitetura de Terra para a construção de **01 (uma)** habitação com 48,00 m<sup>2</sup>, conseguimos evitar a queima de 150 árvores, a utilização de 18 litros de óleo diesel, o consumo de 16 kg de gás glp e o consumo de 16 kw de energia elétrica, insumos que a indústria cerâmica utiliza para produzir 13.000 peças cerâmicas, além dos combustíveis, pedágios e fretes de duas viagens de caminhão para transporte das peças cerâmicas para as obras.



foto Ruy Arini



foto Ruy Arini

Residência Itapeçerica da Serra

Colocação dos Vidros junto à Lareira construída com Blocos de Terra Crua Compactada

Projeto e Construção Arquiteto Ruy Arini

Residência Itapeçerica da Serra

Vista Interna da Sala de Estar com a Piscina  
Projeto e Construção Arquiteto Ruy Arini

Considerando que a política de reflorestamento no Brasil ainda é muito precária e que, a grande maioria dos buracos resultantes da exploração das jazidas, no entorno das indústrias cerâmicas e das olarias, são preenchidos com sacos plásticos de lixo urbano, num comportamento irresponsável das prefeituras, continua prevalecendo a política de devastação das florestas e poluição dos lençóis freáticos localizados nos entornos urbanos das indústrias cerâmicas e das olarias.

## Impacto Ecológico

Para otimizar ainda mais a Sustentabilidade e a Reabilitação do Meio Ambiente e da Ecologia dos condomínios construídos com a Tecnologia de Construção Ecológica em Arquitetura de Terra, está previsto, para a pavimentação das vias urbanas e das calçadas, a utilização de asfalto colorido e permeável às águas de chuva, produzido com material que absorve parte do gás carbônico emitidos pelos veículos, reduzindo a impermeabilização do solo e a poluição do Meio Ambiente das áreas urbanizadas.

Para produção dos móveis domésticos e dos painéis dos box das casas de banho será utilizado, aproximadamente, 70 % dos Resíduos da Reciclagem do Lixo Plástico. Alguns móveis e brinquedos serão produzidos com papelão reciclável.

A eletricidade utilizada pelos condomínios será gerada por energia eólica, que utiliza delgados pilares para geração e distribuição da energia, compondo como equipamento de decoração do ambiente urbano. Também está previsto para o condomínio a utilização da Tecnologia de Construção Ecológica para Construção, Armazenamento e Uso Adequado da água de chuva.



Projeto da Paisagem Urbana do Condomínio Ecológico construído com Tecnologia de Construção Ecológica em Arquitetura de Terra Crua Compactada

## BIBLIOGRAFIA

ABIKO, Alex, A.; CAVALHEIRO, Wlademir - **Tijolos e Blocos de Solocimento** - in Anais do Simpósio Latino-Americano de Racionalização da Construção: Sua Aplicação às Habitações de Interesse Social São Paulo – Instituto de Pesquisas Tecnológicas - 1981.

ALVARENGA, Maria A. A. - **Arquitetura de Terra - Uma opção Tecnológica de Baixo Custo** in III Simpósio Ibero-Americano Técnicas Construtivas Industrializadas para Habitação de Interesse Social São Paulo - IPT – 1993 - p 508 -516

ARINI, Ruy - **Terra, Cimento e Cal**. São Paulo - FAUUSP – 2001 – Tese de Doutorado.

\_\_\_\_\_**Avaliação de Sistema Construtivo em Solocimento para Habitações de Interesse Social** São Paulo - FAUUSP – 1994 – Dissertação de Mestrado.

\_\_\_\_\_**Evolução Dimensional Conjuntos Habitacionais**. São Paulo – 1995 - Trabalho Apresentado na Disciplina AUT 809-Modelos de Dimensionamento da Habitação, ministrada pelo Prof.Dr. Jorge Boueri Filho.

\_\_\_\_\_**Arquitetura de Terra e as Habitações de Interesse Social** in Anais Workshop Internacional de Arquitetura de Terra; São Paulo, FAUUSP - 1995 - p 81 - 94.

\_\_\_\_\_**Tecnologia de Construção Ecológica em Arquitetura de Terra** in Anais IV SIACOT Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra e III Seminário de Arquitetura de Terra em Portugal; Reguengos de Monsaráz – 2005- p 16-19.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas – COBRACON - **NBR 10832; NBR10833; NBR10834; NBR10835**. São Paulo – ABNT – 1984 – Normas Técnicas

BLAY, Eva Alterman – **Eu não tenho onde morar**. São Paulo - Nobel - 1985.

DEL CARLO, Ualfrido - **Nível de Satisfação em Conjuntos Habitacionais na Grande São Paulo**. São Paulo - IPT - 1975

DETHIER, Jean et al - **Arquitectura de Terra**. Rio de Janeiro - Avenir - 1982.

DOAT, P.; HOUBEN, H.; et al - **Construire en Terre**. Paris - Alternative Paraleles - 1979.

FIGUEREDO, Orlando - **Estudo da Satisfação dos Moradores do Conjunto Habitacional Presidente Castelo Branco de Carapicuíba quanto ao Conjunto**. São Paulo - EAE/FGV – 1982 - Dissertação de Mestrado

FERRAZ Jr., Francisco de A.C. - **Construção de Edificações de Terra Estabilizada: Uma Tecnologia Passível de Industrialização** in III Simpósio Ibero Americano sobre Técnicas Construtivas Industrializadas para Habitação de Interesse Social. São Paulo - Instituto de Pesquisas Tecnológicas – 1993 – p 547 - 556

GHOUBAR, Khaled - **Arquitetura e Economia do Edifício**. São Paulo, FAUUSP – 1980 - Dissertação (Mestrado)

GUIMARÃES, Suely, S. - **O Efeito Impermeabilizante de uma Pintura de Paredes de solocimento Camaçari** – 1978 - Boletim Técnico do CEPED

HOUBEN, Hugo., GUILLAUD, Hubert - **Traité de Construcion en Terra.** Marselha - Parenthèses - 1989.

NEVES, Célia, M.M.; **Avaliação de edificações com paredes de painéis monolíticos, tijolos e blocos de solocimento** in 10º Encontro Nacional da Construção. Gramado - ENC - 1990 - p. 348-358

ORNSTEIN, Sheila – **Deficiências Habitacionais na Área Urbana Paulistana. Causas, Conseqüências e Análise.** São Paulo – FAUUSP - 1984 – Dissertação de Mestrado

STECHAHN, Carlos - **Projeto e Apropriação do Espaço Arquitetônico de Conjuntos Habitacionais de Baixa Renda.** São Paulo – FAUUSP – 1989 - Tese (Doutoramento)

*Trabalho enviado em 22 de fevereiro de 2015.*

*Aceito em 25 de fevereiro de 2015.*