

**International Strategic Consultancy & Management Ltd**

**IS.COM**

**INTELLIGENT SERVICES  
WORDWIDE**

**IS PROUD TO PRESENT AN INTELLIGENT PROJECT  
IN ASSOCIATION WITH ARCHITECT FERNANDO PINTO**

<b>Purpose</b>	<b>Construções em terra - adobe</b>
<b>Target</b>	<b>Habitação e Auto - construção</b>
<b>Aim</b>	<b>Apoio Técnico à construção social</b>
<b>Core</b>	<b>Qualidade construtiva</b>
<b>Date</b>	<b>Julho de 2010</b>
<b>Author</b>	<b>Arqtº Fernando Pinto &amp; Is.Com</b>

**WWW.IS-COM.BIZ**

# **Prestação de serviços, formação, consultoria, engenharia e projectos de arquitectura para construção de casas sociais de baixo custo.**

## **Apresentação sucinta de tecnologia avançada para construção em adobe de habitações sociais e auto construção com adobe (BTC's)**

### **Índice**

- 1**      **Introdução**
- 2**      **As cidades**
- 3**      **O campo**
- 4**      **As novas tecnologias**
- 5**      **BTC's**
- 6**      **Esquício da proposta**

## 1 A TERRA

É longo o caminho que a terra enquanto material de construção já percorreu. Falamos de um material continuamente utilizado ao longo de 11.000 anos do qual temos exemplos de imensa longevidade.

Partes da Grande Muralha da China (2200 anos), a cidade de Mohenjo-Daro no Paquistão (4000 anos), a cidade de Jericó na Palestina (7000 anos), a cidade de Chan-Chan no Peru (2000 anos), a Alhambra de Granada em Espanha (1300 anos) ou o Paço dos Ducal de Bragança em Vila Viçosa (500 anos) são construídos neste material, só para citar alguns exemplos espalhados pelos quatro cantos do Mundo.

Na verdade, a terra é um material que existe quase à escala planetária. Basta que exista crosta terrestre para que, com a erosão causada pela chuva, pelo vento, pelos rios e outros elementos, as rochas se transformem em terra. Claro que isto implica que haverá quase tantos tipos de terra como zonas no globo, de que resultam vários tipos de construção. Se a isto somarmos o diferente engenho dos diferentes povos, teremos assim variados tipos de tratamento do material terra e várias tecnologias de utilização. Os especialistas contabilizaram já 18 metodologias diferentes. Comum a todas elas, a terra e as suas excepcionais características relativamente à temperatura, à humidade e facilidade de utilização. Contudo, sabendo-se da intensa circulação de ideias em torno do Mediterrâneo, é fácil compreender que por aqui os métodos utilizados chegaram a um apuro que é produto do engenho conjunto de todos os povos mediterrânicos.

Três dos principais tipos de construção de terra existem nesta região do mundo que tem estado na vanguarda da investigação de novas técnicas de melhoramento do material “terra” e das tecnologias que se lhe podem aplicar. Hoje em dia, países de grande capacidade tecnológica adoptaram também “fileiras” de investigação do material “terra”, estando neste caso os Estados Unidos da América, a Austrália e naturalmente a Europa, com particular incidência em França e na Alemanha.

Se fosse um mau material, a sua longevidade não poderia ser tão grande.

## 2 AS CIDADES

Por razões conhecidas, o crescimento das cidades tem sido, nos últimos decénios, maciço e desregrado.

As cidades comportam muito mais população do que podem suportar e para que foram planeadas, o que a muito breve prazo se pode tornar num potencial foco de tensão e instabilidade social.

É a esta situação que, em benefício de todos, é imperioso, desde já, acorrer. Em nossa opinião é urgente fixar desde logo, tanto quanto possível, as populações às respectivas regiões e depois promover o retorno de uma fatia tão grande quanto possível dos deslocados actualmente a residir em cidades às suas regiões de origem.

É evidente que tanto um como outro movimento só são possíveis através da criação de condições sociais e de vida nos locais de origem, melhores que as que hoje as cidades podem oferecer.

Estas condições passam, quer pela criação de postos de trabalho, quer pela criação de condições de habitação condignas.

Contudo, e dada a imensidão e urgência do problema, é preciso encontrar meios que sejam eficazes e de rápida implantação no terreno. É essencial também que esses meios consigam responder em qualidade, sem contudo comprometer o desenvolvimento ordenado e consistente de cada região.

Nestas haverá que organizar unidades de habitação que por um lado respondam consistentemente às exigências da vida urbana moderna (redes de água e tratamento de efluentes, electricidade e comunicações, comércio e serviços de proximidade, etc.) e por outro sejam de uma dimensão que lhes permita proporcionar habitação condigna nas cidades das províncias.

Essas unidades de habitação deverão poder ser absorvíveis pelas pequenas cidades das províncias e constituir elas próprias elos de ligação entre as anteriores condições de vida no campo e a vida urbana. A dimensão desses núcleos urbanos deverá assim ser balizada por estas condicionantes.

Numa época de forte crescimento económico e social, sabe-se que os grandes meios de construção estão absorvidos pela edificação em grande altura ou de grande dimensão, não sendo possível nem rentável o seu desvio para a resolução do problema da habitação em larga escala.

É aí que a **construção de baixo custo mas de alta qualidade habitacional** e apuro técnico pode dar um poderoso contributo à resolução do problema. Falamos da construção em materiais tradicionais não sujeitos à industrialização como o adobe ou tijolo cru. No entanto, esta técnica, corre o risco de não ser eficaz pela morosidade de que se reveste e pela irregularidade na qualidade obtida na fabricação artesanal dessas peças, além da forte probabilidade de não ser socialmente bem aceite.

**Há contudo uma tecnologia**, fruto do desenvolvimento técnico-científico dos últimos decénios, essencialmente na Europa e nos Estados Unidos e, em menor escala, na Austrália, que pode ser de grande valia na resolução do problema angolano: **são os BTC's ou blocos de terra comprimida de que falaremos adiante.**

## 3 O CAMPO

As populações residentes no campo têm condições de habitação e vida demasiado modestas e tradicionais, que não lhes permitem servir como aliciantes para o regresso daqueles que vivem, embora mal instalados, nas cidades.

Através do interessante programa de construção ou ajuda à auto-construção, será possível aos interessados terem acesso a habitações condignas e confortáveis, construídas com materiais de construção muito baratos e bem conhecidos dessas mesmas populações mas dotados de avançada e moderna tecnologia. Desde que complementado pelo fornecimento de consultoria técnica e formação na área da construção e afins, será possível a implantação de malhas urbanas devidamente infra-estruturadas e de serviços adequados aos interessados na auto construção, proporcionando-lhes assim o acesso a técnicas e materiais por elas tradicionalmente bem aceites, mas que agora lhes podem chegar muito valorizados, se bem explicada a melhoria introduzida pela tecnologia nos materiais de construção tradicionais – o adobe sob a forma de BTC, no caso vertente.

No caso da construção de habitação social ou de auto-construção só a disponibilização de meios técnicos, incluindo formação e serviços pode conduzir ao sucesso da receptividade destes

programas de melhoria de habitação e de vida, aliciando assim o regresso daqueles que se encontram mal instalados nas cidades e nas suas periferias.

Terão contudo, para alcançar estes objectivos, de ser formadas na manipulação dos materiais (terra e aditivos) e na utilização das pequenas unidades de produção de BTC's. Será também conveniente a existência de algum apoio técnico (em particular na definição inicial das adituições).

## 4 AS NOVAS TECNOLOGIAS

Produto da evolução natural dos adobes, os BTC's são basicamente tijolos maciços fabricados em prensas mecânicas ou manuais no local de consumo, a partir de terra argilosa local, geralmente aditivada.

Esta "aditivação" consiste na adição à terra argilosa, numa percentagem mínima a determinar caso a caso, de um produto que contribua para a sua estabilização e bom desempenho.

**O aditivo comumente utilizado é a cal (ou o cimento), numa percentagem que raramente ultrapassa os 6 %.** Os tijolos ou blocos assim obtidos, dadas as suas características físicas e o facto de serem maciços, têm características autoportantes. Isto quer dizer que a construção edificada com BTC's **não necessita de qualquer estrutura** (de betão armado ou outra), embaratecendo assim drasticamente este tipo de construção e tornando fácil a sua disseminação por regiões onde a obtenção de cimento não é fácil nem barato.

No entanto, e em casos especiais (de imóveis com maior dimensão ou exigência), os BTC's podem ser utilizados como tijolos maciços, em estruturas pilar-viga de betão armado.

**O facto de se tratar de blocos maciços em terra argilosa não cozida, confere ainda aos BTC's excelentes características de isolamento e reacção às variações térmicas e higrométricas (desde que devidamente revestido) não negligenciáveis em qualquer clima.**

Sendo a terra argilosa a utilizar neste tipo de construção existente praticamente em toda a parte e a custo muito reduzido (**sendo um material gratuito, o seu custo reduz-se exclusivamente ao transporte, tratamento e aditivação**), torna-se possível a construção em larga escala a partir de pequenas unidades fabris móveis que se deslocam para os locais onde são necessárias.

**Com este processo, os custos de transporte reduzem-se à deslocação dos equipamentos e dos aditivos (em quantidades muito pequenas), para além dos materiais fabricados como os utilizados em infra-estruturas (tubagens, cablagens, etc.), e equipamentos (sanitários, cozinhas, etc.) e ainda das marcenarias (portas, janelas, etc.) quando não executadas localmente.**

**Os materiais de cobertura (como telhas, colmo ou outros) e revestimento (como cal ou derivados, recomendável para este tipo de construção) podem, desde que existam recursos, ser também fabricados localmente. Com este tipo de construção, o grosso dos materiais de construção (até ao fim da execução dos toscos), porque fabricados no local, não carecem de transporte.**

As tecnologias aplicadas na fabricação destas construções, desde que sejam empreendidas as necessárias acções de formação, passam a ser do domínio dos utilizadores, pelo que as acções de manutenção futura das construções podem ser asseguradas pelos próprios utilizadores, facilitando assim a sua conservação em boas condições.

A existência de água é essencial à implantação de núcleos urbanos habitacionais (NU's), embora as quantidades exigidas durante a construção sejam consideravelmente mais reduzidas que na construção em betão e tijolo tradicionais, uma vez que todo o **método de fabricação se processa por via seca**. Diz a experiencia que é recomendável que as habitações se localizem num único piso e disponham ainda de algum terreno adjacente que permita simultaneamente a adaptação da população à transição campo/cidade, e também a ampliação, se necessária, do próprio fogo (unidade de habitação).

Assim, entendemos que as operações a desenvolver deverão estabelecer previamente os seguintes parâmetros e seguir os seguintes passos:

1. Definição das regiões e cidades preferenciais de implantação e do número de NU's a desenvolver;
2. Estabelecimento de dimensões mínima e máxima dos núcleos urbanos habitacionais (NU's) a desenvolver;
3. Definição da parcela de terreno a afectar a cada unidade mínima de habitação (UH) a implantar, prevendo-se ainda as tipologias evolutivas a contemplar (p.e., de T2 a T5);
4. Definição de infra-estruturas e serviços autónomos a incluir em cada uma dessas NU's: reservatório de água e mini-etar, (se necessários), redes de água, redes de esgotos domésticos e pluviais separados, redes de electricidade e comunicações (telefones e televisão), rede viária, e ainda unidade de gestão da NU, minimercado incluindo farmácia (se necessário), etc.
5. Projecto dos Núcleos Urbanos Habitacionais e dos fogos a executar em BTC's e estimativa dos recursos necessários para cada um;
6. Execução dos loteamentos (NU's) incluindo infra-estruturas por empresas locais ou nacionais de pequena, média ou grande dimensão;
7. Pequenas acções de formação para análise e aditivacção de terras e ainda para operacção dos equipamentos e montagem em obra dos BTC's;
8. Estimativa dos meios a empregar na construçção das unidades habitacionais (UH's), admitindo-se tanto a autoconstruçção (com o fornecimento dos BTC's e restantes materiais) como a construçção por pequenas empresas locais (em particular das construçções de apoio e serviços);

A dimensção e tipo da maquinaria a utilizar na unidade fabril de BTC's varia com as exigências e condições locais, bem como com o fluxo de blocos necessários, pelo que terá de ser objecto de um estudo particularizado.

## **5 OS BLOCOS DE TERRA COMPRIMIDOS (BTC'S) E EQUIPAMENTOS ASSOCIADOS PARA SUA PRODUÇÃO**

### 5.1. O Bloco de Terra Comprimida

Os BTC's ou blocos de terra comprimida são, como já aflorámos, uma evolução tecnológica dos tradicionais adobes. Foram desenvolvidos essencialmente na Europa e na América (Norte e Sul), mas também na Austrália.

**O seu desempenho é muito superior ao desempenho dos adobes, mantendo-lhe contudo as boas características.**

Apenas num ponto é a prestação dos BTC's pior: sempre que se atingem temperaturas negativas, a sua tendência para fissurar é maior.

Todas as suas outras qualidades são potenciadas, nomeadamente a capacidade de carga, a grande rapidez de fabricação e a sua imediata disponibilidade de utilização, com tempos de secagem bastante curtos ou mesmo inexistentes. Desaconselha-se a construção de edificações com mais de três pisos, sendo recomendável, na razão directa da experiência dos construtores, a sua utilização em construções de apenas um ou dois pisos.

Os projectos devem, contudo, ser sempre elaborado por profissionais com competência própria e a utilização de BTC's ser um dado à partida na sua elaboração. Desta forma, será possível potenciar ainda mais as boas características de comportamento térmico, acústico e higrico do material terra.

A alteração e adaptação do projecto-base às regiões onde este será construído é também possível, sem muitas correcções.

### 5.2 A Unidade de produção

Estimar os custos envolvidos numa operação como a que se propõe, implica a prévia definição do número e o tipo de unidades a utilizar Entendemos que não serão recomendáveis prensas manuais à excepção da sua utilização nas acções de formação, no posterior ensaio das misturas (terra-estabilizante) e, eventualmente, na execução de peças com formatos especiais (o que não é comum).

Será necessário também definir que apoio às populações e se pretende dar, nomeadamente os ritmos de construção que se pretendem, para ser possível definir em que casos se opta pelas unidades de maior produção (Classe 4 ou preferencialmente Classe 5 da Tabela abaixo).

A tabela abaixo utiliza equipamento de fabricação belga, havendo contudo equipamento diferente deste e de outras origens.

**INVESTISSEMENT ET COÛT DE PRODUCTION****Investissement**

Le volume de l'investissement nécessaire pour lancer une unité de production dépend surtout du choix de l'équipement et de la taille de l'unité de production :

	Classe 1 manuelle	Classe 2 manuelle	Classe 3 motorisée	Classe 4 motorisée	Classe 5 motorisée
<b>Production/jour blocs pleins 29,5 x 14 x 9</b>	600-700	1 200-1 400	1 400-2 000	1 400-2 000	2 800-4 000
<b>Equipement :</b> presse malaxeur pulvériseur bande transporteuse transpalette chariot élévateur	1 manuelle	2 manuelle 1 x 250 l	1 motorisée	1 motorisée 1 x 250 l  1 manuelle	2 motorisée 1 x 500 l 1 3 1 manuelle 1
<b>Main-d'oeuvre</b>	9-10	11-13	12-14	9-10	9-12
<b>Aire de production totale (m<sup>2</sup>)</b>	380	530	800	800	3 250
esp. clos	10	15	20	15	30
esp. couvert	30	100	80	40	90
plein air	340	515	700	745	3 130

Entre as classes 3 e 4 a diferença é a inclusão de um triturador de terra; entre as classes 4 e 5, as diferenças são a duplicação do número de prensas de compressão e a inclusão de todo o equipamento de apoio, que permite cadências mais rápidas de produção, ou seja, permite que a produção se aproxime mais facilmente dos limites superiores apontados.

A título exemplificativo, poderemos estimar uma habitação de 90 m<sup>2</sup> de área de implantação (Sala ampla, cozinha, quarto de banho e dois quartos de dormir) com paredes de 2,80m de altura será construída com parede simples no interior e dupla no exterior.

Dependendo das regiões (maiores ou menores amplitudes térmicas), o bloco duplo da parede exterior pode ser montado transversalmente ou longitudinalmente (variando-se assim a espessura da parede. Teremos em cada um destes casos o seguinte número estimado de blocos:

Habitação de 90 m<sup>2</sup> e paredes de 2,80 m de altura

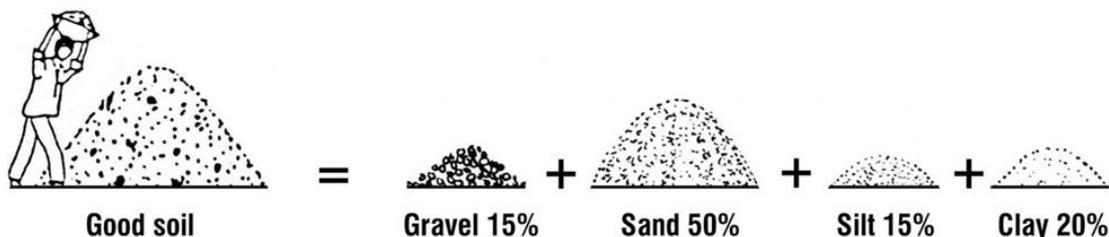
A Com parede dupla de 30 cm exterior e 10 cm interior 8 500 BTC's

B Com parede dupla de 15 cm exterior e 10 cm interior 4 700 BTC's

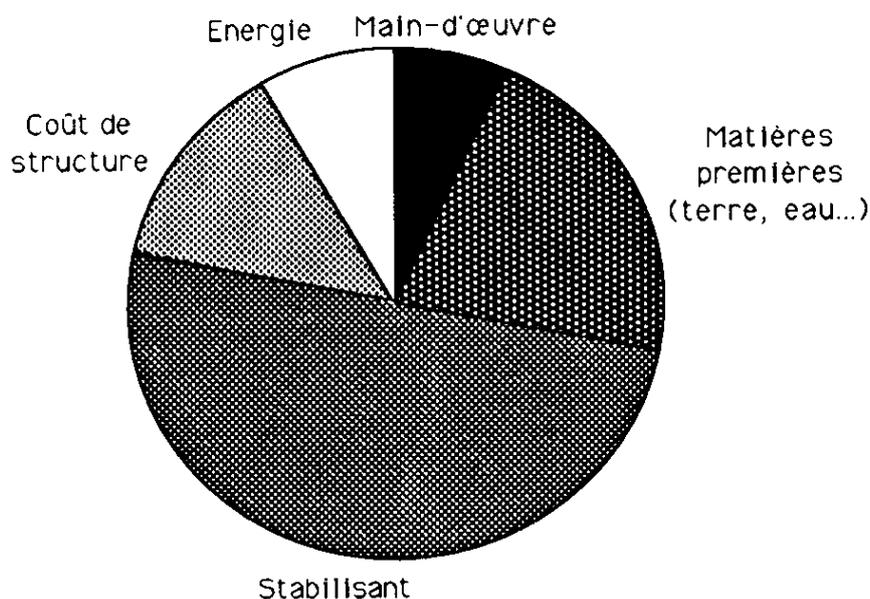
Tal significa que uma unidade de produção da Classe 5 demoraria 2,1 dias a produzir os BTC's necessários no caso A e 1,2 dias no caso B, que deverá ser o mais comum.

Como estão previstas áreas de armazenagem, é evidente que a capacidade de produção dos equipamentos ultrapassa largamente a capacidade de absorção dos blocos fabricados pelos construtores, uma vez que estes devem começar a ser produzidos aquando do início dos trabalhos (piquetagem, arruamentos e infra-estruturas, implantação, fundações, etc.) e serem armazenados ao ar livre para que sequem e assim se mantenham, aptos a serem utilizados. Haverá que não esquecer que já há prensas que produzem desde 8 000 até 17 000 BTC's por dia.

Idealmente, a terra a utilizar deverá ter as percentagens que se seguem:



Contudo, isso nem sempre acontece pelo que lhe é adicionado um estabilizador no sentido de “corrigir” o desempenho da terra. Tendo em conta esta realidade, foi feita uma estimativa dos custos de produção de cada bloco, que varia essencialmente de acordo com o seguinte diagrama:



Como se torna claro, a variação de custos é muito grande de local para local e de tipo de terra para tipo de terra sendo que, no caso acima, **pouco menos de 50% do custo de cada bloco reside no estabilizador (aditivo)**. Embora nem sempre seja necessário, é conveniente incluir sempre uma margem a atribuir ao **estabilizador, que tanto poderá ser cal como cimento, fibras, areia ou outro material adequado e que varia com a constituição da própria terra que se pretende corrigir**.

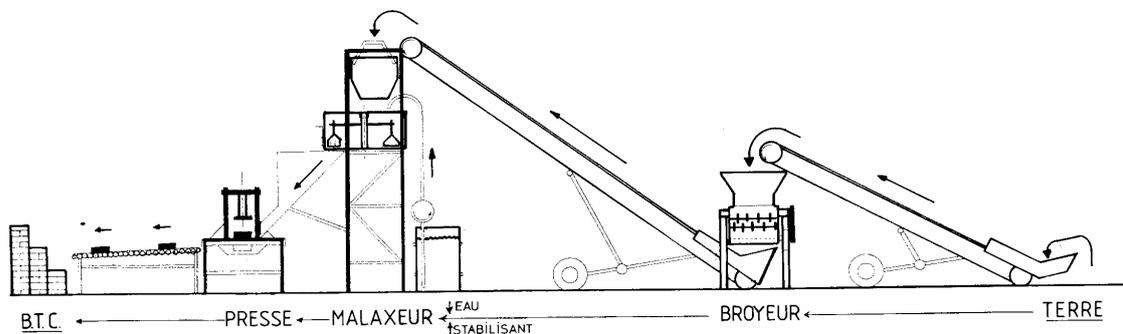
**O preço ou até a gratuidade da água e da terra (muito comuns), fará reduzir drasticamente o preço do bloco, reduzindo-o ao preço do estabilizador (se existir), da mão-de-obra, da energia e da parcela de amortização do próprio equipamento. No caso da auto-construção o valor da mão e obra pode ser também nulo.**

A variação destes factores faz variar grandemente o preço final do bloco pelo que se torna muito importante a sua eventual redução. Retomando as estimativas, considerando a construção de-

habitação social ou a auto-construção, uma unidade de produção de Classe 4 servida por uma equipa de 6 operários e um contramestre, e uma estabilização de cimento a 6%, o custo de cada 1000 blocos era estimado em US\$ 186. Se destas contas retirarmos parte substancial da mão de obra, o valor a apurar deverá ser necessariamente inferior a US\$ 100

Há cálculos de 2009 referentes à produção de BTC's na Índia, que apontam estes blocos como 43,5% mais baratos que os correspondentes tijolos maciços cozidos em forno cerâmico, permitindo uma poupança de energia da ordem dos 57% e com reduzidas emissões de CO<sub>2</sub>, incluindo-se aqui também, as emissões por transporte.

Esquemáticamente, a cadeia de produção mecanizada funciona de acordo com o esquema abaixo:



No caso vertente, esta cadeia utiliza **uma muito reduzida percentagem de trabalho humano**, que se resume ao transporte de terra para o primeiro tapete rolante e a recolha e armazenamento das peças fabricadas no final da cadeia. É contudo essencial a monitorização de todo o processo de moagem, hidratação e de mistura do estabilizador, para além da prensagem dos blocos.

## 6 ESQUIÇO DE PROPOSTA

O esboço de proposta que nesta fase se apresenta consiste em iniciar todas as acções de auto-construção onde requerida.

A iniciativa deverá relegar para último lugar os centros urbanos de grande e média dimensão, criando-se previamente condições atractivas para o regresso das populações às suas regiões de origem.

Os Governos deverão, para a auto-construção, fornecer às populações, pela ordem indicada e com calendarização e localização das acções a definir, apoio gratuito de investimento em equipamentos de produção de BTC's – equipamentos sucessivamente deslocáveis e utilizáveis de local de obra em local de obra, com formação e apoio técnico para utilização destes equipamentos, e consultoria e projecto de construção.

Os custos envolvidos dependerão do número, localização e produtividade exigíveis aos equipamentos a disponibilizar, bem como do pessoal técnico a afectar para o desencadeamento das operações (formação e montagem do equipamento) e só poderão ser estimados em função da calendarização das acções e opções a definir.