



JORNADAS DE INOVAÇÃO



AICCOPN

Associação dos Industriais da Construção Civil e Obras Públicas

J2 | ECONOMIA CIRCULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

AUDITÓRIO DA AICCOPN

- 15 FEVEREIRO -

Co-financiada por



Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



JORNADAS DE INOVAÇÃO
NOVOS PRODUTOS E SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS

Terra Material Regenerativo Gestão & Uso



J2 | ECONOMIA CIRCULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

9.000.000.000.000

**Toneladas/ano de Recursos
são extraídos da Terra**

The World Counts. Available online:

http://www.theworldcounts.com/counters/shocking_environmental_facts_and_statistics



J2 | ECONOMIA CIRCULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

2.120.000.000.000

**Toneladas/ano de Resíduos
são descartados**

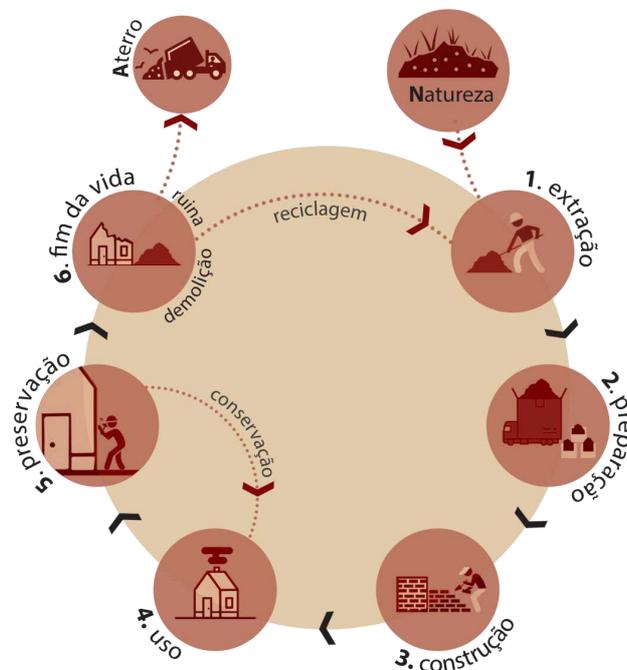
The World Counts. Available online:

http://www.theworldcounts.com/counters/shocking_environmental_facts_and_statistics



J2 | ECONOMIA CIRCULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Ciclo de Vida da Construção Convencional



© Ana Antunes

Relatórios do Eurostat:
sector da construção na Europa despeja em aterros
400 milhões de toneladas/ano
de material inerte de escavação
Com uma taxa de reciclagem de resíduos de construção extremamente baixa



Organização das Nações Unidas (ONU)

+

Organização Mundial da Saúde (OMS)

11 fazer as cidades e os assentamentos humanos inclusivos seguros, resilientes e sustentáveis



12 Consumo & produção responsável



Economia linear **Economia de reciclagem** **Economia Circular**

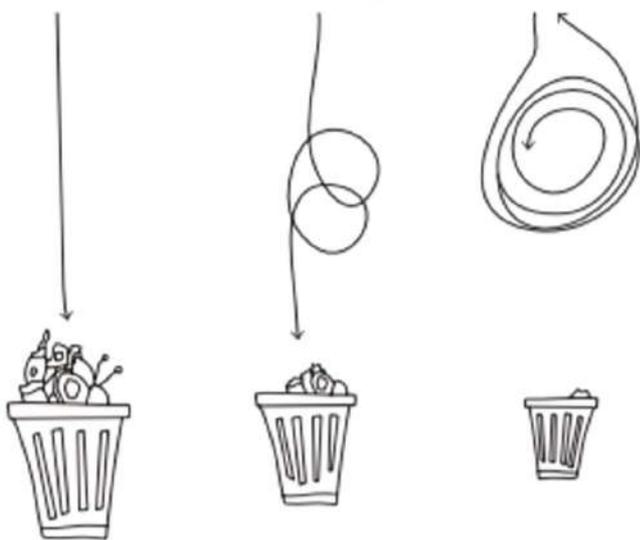


Diagram courtesy of Circular Flanders

- **RETIRAR**
- **FAZER**
- **USAR**
- **DEITAR FORA PARA REFAZER**
- **USAR NOVAMENTE**

Ponto de partida para reutilização do solo escavado na Europa

2008 Diretiva-Quadro de Resíduos (Waste Framework Directive - WFD, 2008/98 / EC)
70% dos resíduos de construção e demolição (RCD), para os quais o solo escavado pertence, deve ser reciclado até 2020

2015 “Closing the loop”

2016 Protocolo de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição da UE

2018 Diretrizes para auditorias de resíduos antes de demolição e obras de renovação de edifícios

2020 Plano de Ação da Economia Circular para uma Europa mais limpa e competitiva

© Ana Antunes



J2 | ECONOMIA CIRCULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

A Terra é resíduo?

Diretiva-Quadro de Resíduos

"qualquer substância ou objeto que o titular deite ou pretenda ou seja obrigado a descartar."

O solo escavado (limpo ou contaminado) não reutilizado dentro ou fora do local, é classificado como resíduo e a definição de seus códigos na Lista de Resíduos, estabelecido na DQR.



J2 | ECONOMIA CIRCULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Como é usado o material Terra em Portugal?

1. no local, em seu estado natural,

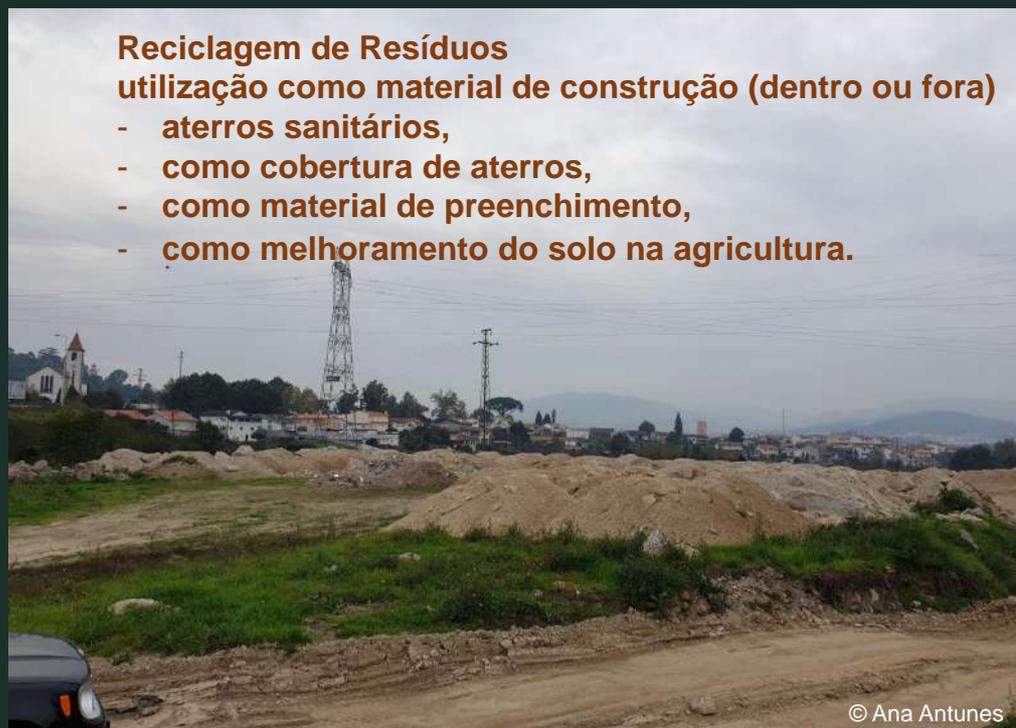
2. fora do local,

- em obras sujeitas a licenciamento ou notificação prévia dos órgãos competentes;
- na área de recuperação ambiental e paisagística de atividades de mineração e extração;
- na cobertura final de aterros sanitários;
- em local licenciado para o efeito pela Câmara Municipal;
- descarte ilegal.

© Ana Antunes



© Ana Antunes



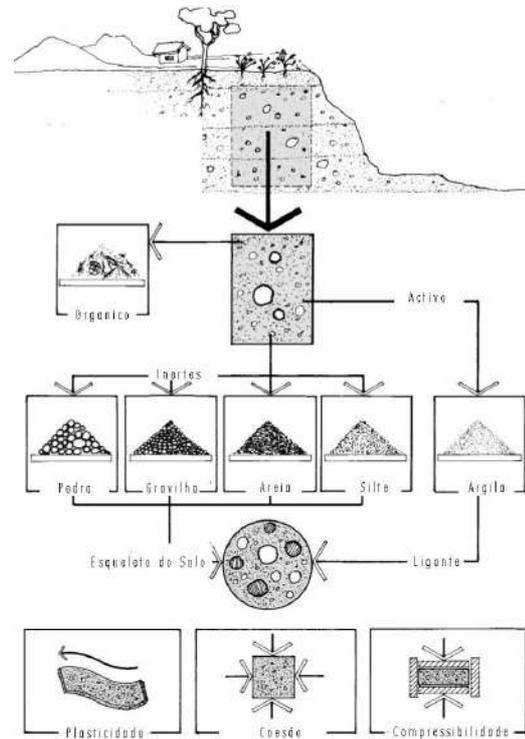
© Ana Antunes

Reciclagem de Resíduos utilização como material de construção (dentro ou fora)

- aterros sanitários,
- como cobertura de aterros,
- como material de preenchimento,
- como melhoramento do solo na agricultura.

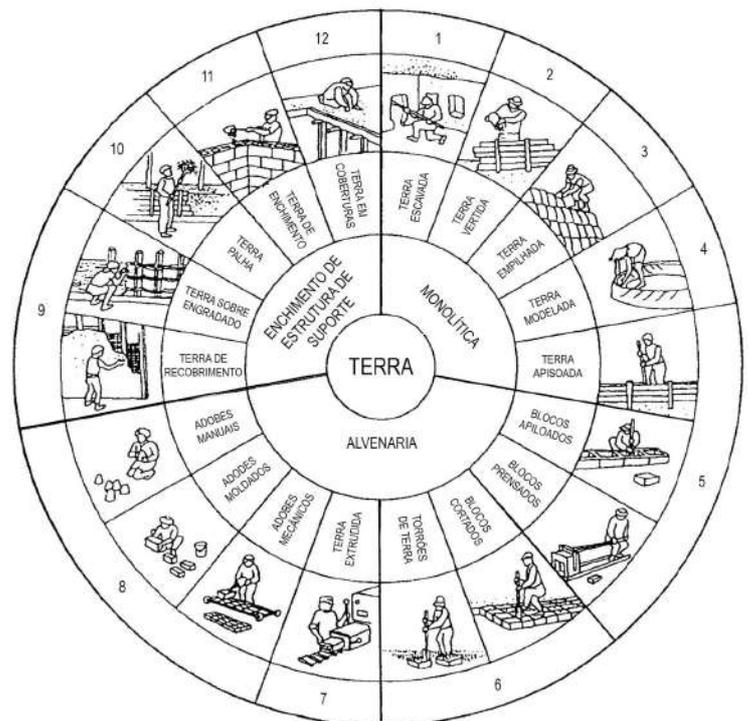
A Terra como Material de Construção

O Solo orgânico é utilizado para a agricultura.
O restante será usado para a construção.



© CRAterre

Roda das Técnicas Construtivas em Terra Crua



CRAterre - Houben H, Guillaud H, 2006,
Traité de construction en terre, Éditions Parenthèses



Vernacular

A Cidade Antiga de Saná, capital do Iêmen, localizada em um vale montanhoso a 2.200 metros de altitude. Habitada há mais de **2.500 anos**

Edificações com adobe ornamentados de branco.

Em 1986, foi incluída na Lista do Patrimônio Mundial da Unesco

© shutterstock



Moderna / Vernacular

Casa de Taipa
Localizada na região de Aragona, Espanha.

Projeto de Angels Castellarnau
Visus (Edra arquitectura km0)

Segue os princípios da arquitetura vernacular, exaltando a relação do homem com natureza, para uma arquitetura mais sustentável.

Finalista do Prêmio Terra 2016

©Xavier d'Arquer



©Marc Auzet & Juliette Goudy

Moderna

Wa Shan Guest House
Academia de Arte da China

Projeto de Arquiteto HangZhou
Prêmio Pritzker

Uma visão arquitetônica que defende uma rutura com o tradicionalismo e a modernidade destrutiva.

O uso de materiais é regido pela disponibilidade local e de elementos de construção recuperados. Montanha de telhas, paredes em Taipa, estrutura em Madeira.



©Ricola.com

Moderna

Ricola Kräuterzentrum
Suiça

Projeto de Basel Herzog & Meuron

Local de processamento de ervas das montanhas suíças.

O maior edifício em terra da Europa.

O edifício, que tem uma fachada sólida de taipa, com mais de 100 metros de comprimento, e cerca de 11 metros de altura.

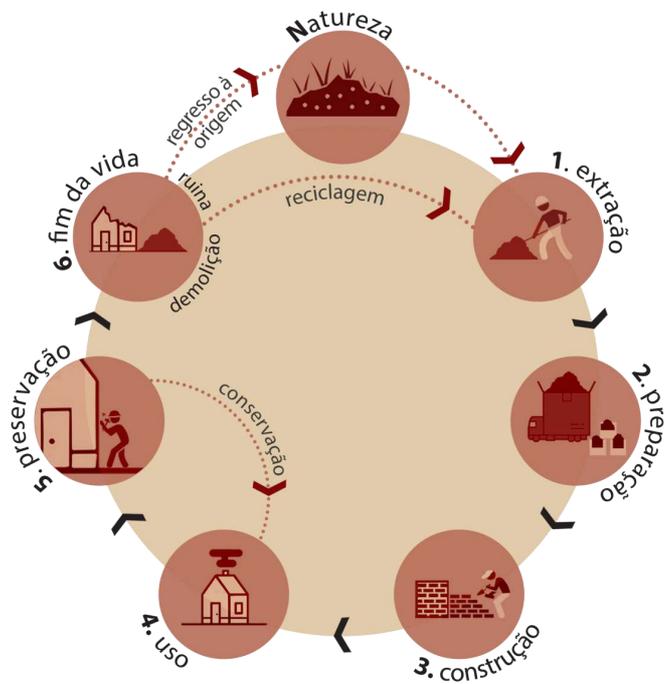
Ciclo de Vida da Construção em Terra

fechado e eterno / infinito

Regenerativo

Aquilo que consegue regenerar; que pode ser alvo de regeneração.

da terra volta á terra ou é reutilizado



© Ana Antunes

Gestão do Solo na Construção em Terra



Reaproveitamento do Solo Escavado - Benefícios :

- redução na distância de transporte no descarte;
- redução nos custos associados ao descarte;
- preservação da capacidade do aterro;
- redução de impactos ambientais e ecológicos;
- conservação dos recursos naturais minerados;
- **reduz o consumo de novos materiais;**
- **incentivo para a construção em terra e construções mais ecológicas;**
- **criação de eco-produtos** para o mercado da construção;
- **criação de novos postos de trabalho;**
- **recuperar de saber e cultura construtiva local.**



AICCOPN
Associação dos Industriais da Construção
Civil e Obras Públicas



Ateliê
Academia de
Arquitectura

J2 | ECONOMIA CIRCULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Portugal 2017

333.616 Toneladas
movimento total de solo
não contaminado



AICCOPN
Associação dos Industriais da Construção
Civil e Obras Públicas



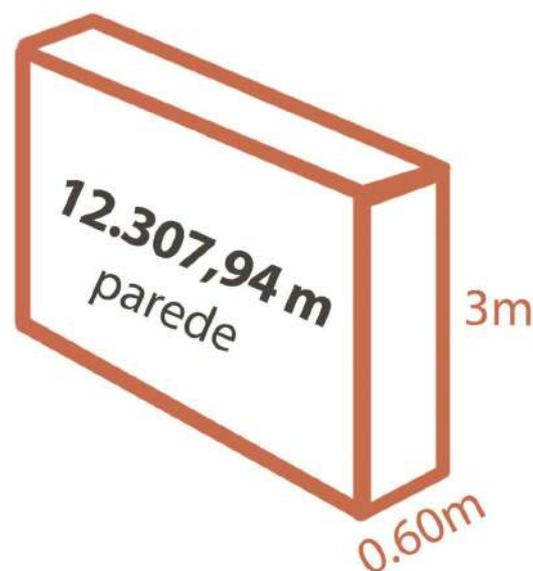
Ateliê
Academia de
Arquitectura

J2 | ECONOMIA CIRCULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

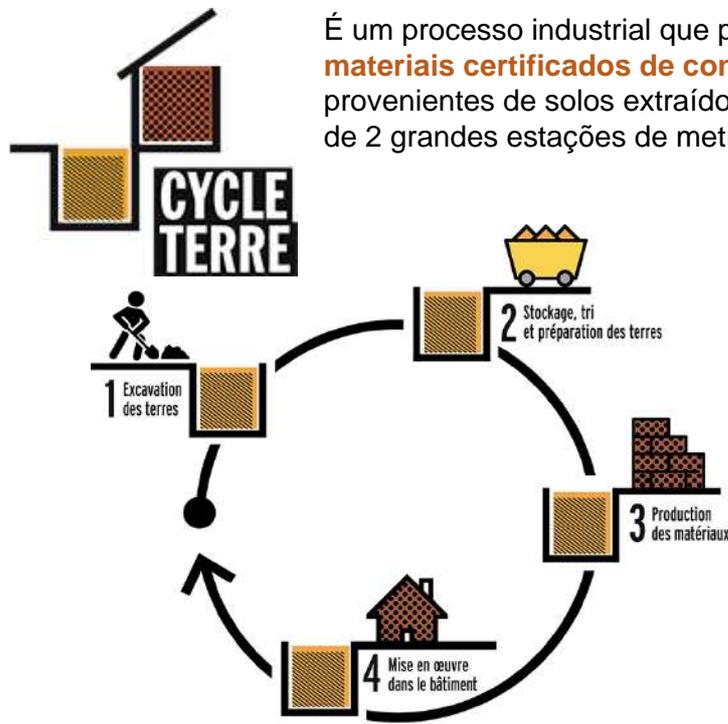
56.715

Toneladas não foram reutilizados

56.715 toneladas de Terra



(calculado estimado)



É um processo industrial que produz **materiais certificados de construção em terra** provenientes de solos extraídos de obras de construção de 2 grandes estações de metro de Paris.

8000 TONELADAS RECICLADAS POR ANO

- 300,000 tijolos (2500 t/a)
- 35,000 painéis (700 t/a)
- 1,700 toneladas de rebocos & argamassa

Grande Expresso de Paris (GPE) estima-se que gere **até 2030**, com infraestruturas e consequentes operações de planeamento da cidade **60 milhões toneladas de Terra escavada** com o estatuto de resíduo.

OS OBJETIVOS



1 Iniciar uma linha de produção de materiais de construção a partir de solo escavado.



2 Produzir referências técnicas para construção em terra crua: 3 certificações técnicas produzidas por um organismo de certificação francês (tijolos, painéis de barro, argamassa).



3 Desenvolver com promotores imobiliários e arquitetos a utilização de materiais para testar o interesse do processo

OS OBJETIVOS



4 Envolver os moradores locais no processo: informe e contrate, treine as construtoras locais.



5 Propor materiais de construção com baixíssimo impacto ambiental



6 Facilitar a transferência deste novo setor para outras regiões da Grande Paris e para outras cidades europeias.

OS MATERIAIS



Linha Compressão
Blocos de Terra Comprimidos



Linha Revestimentos
Argamassa para reboco em terra
crua



Linha Extrusão
Painéis de terra crua extrudida



“Nós transformamos a terra dos estaleiros de obras em materiais de construção locais, circulares, neutros em carbono e saudáveis.”

“Temos uma fábrica, para produção, e uma unidade de produção móvel e flexível para trabalhar no local.

A infraestrutura fica perto dos recursos, o transporte é reduzido a um mínimo absoluto”.



PROCESSO

Os recursos do são testados quanto à poluição por um laboratório independente de acordo com a maioria normas rigorosas da Bélgica.

O material usado não é alterado nem poluído, é proveniente de camadas geológicas primárias de terra. No entanto, como vêm de estaleiros de obras, são heterogêneos.

São misturadas terras de diferentes locais e camadas, para uma reformulação correta.

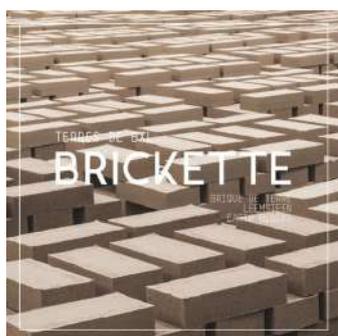


AICCOPN
Associação dos Industriais da Construção
Civil e Obras Públicas



Ateliê
Academia de
Arquitectura

J2 | ECONOMIA CIRCULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO



1. Blocos de terra compactados (BTC)

Usados para paredes de alvenaria. Podem ser usados em bruto ou rebocados. Pode ser comparado a tijolos cozidos ou blocos de betão, com muito maior inércia térmica, regulação de humidade e qualidade acústica.



FORT V 2015
Casa no município de Edegem.

19.000 BTCs foram usados para paredes resistentes e arcos



AICCOPN
Associação dos Industriais da Construção
Civil e Obras Públicas



Ateliê
Academia de
Arquitectura

J2 | ECONOMIA CIRCULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO



2. Kastar

usados para formar paredes, pavimentos monolíticos e peças de pavimento.

Normalmente utilizado como um acabamento. Pode ser comparado com piso de betão polido: estética monolítica semelhante & inércia térmica

- reparação muito mais fácil
- regula melhor a humidade
- ótima acústica

THE WALL 2017

15 metros de altura parede interior de taipa.
[35 m3]

Depois de um estudo técnico, a terra do local foi reformulada para utilização em taipa, a mistura de terras foi compactada com uma força de 3,2 MPa.



J2 | ECONOMIA CIRCULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO



3. Brusseleir

pode ser usado como um acabamento, pintura ou com um acabamento com reboco colorido.

Pode ser usado em vez de um clássico estuque ou reboco de cal. Regula a humidade, permite a troca de vapor e melhora a acústica dos espaços.

BOKRIJK 2016

Padaria num museu em Bokrijk, Limburg, contendo um balcão em taipa e estuque com 12 m de comprimento



J2 | ECONOMIA CIRCULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

terrabloch

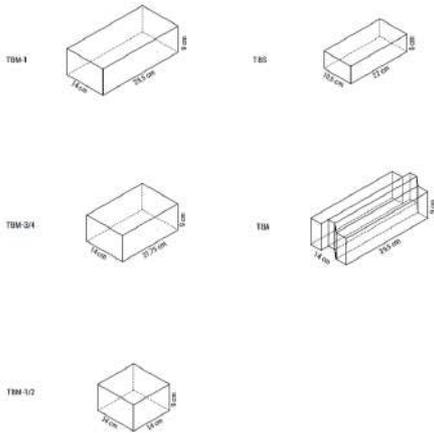
produits de construction en terre crue

Produção de tijolos a partir de resíduos de escavação.
Produção artesanal insitu / Produção Industrial

O excesso de solo muitas vezes não é utilizado e é deixado em aterros.
Em Genebra, isso representa 3 milhões m3 por ano

TERRABLOC

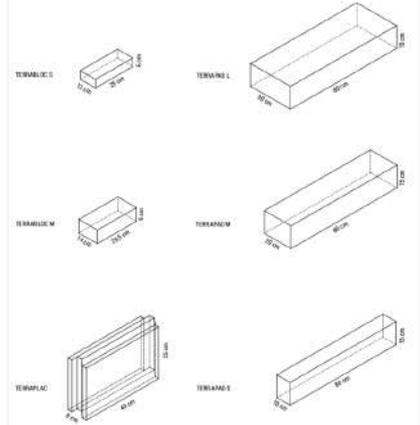
PRODUCTION ARTISANALE IN SITU / HANDWERKLICHE PRODUKTION IN SITU



O processo de industrialização permitiu à Terrabloch um aumento da sua capacidade de produção de 1.000 a 25.000 blocos/dia.

TERRABLOC / TERRAPAD

PRODUCTION INDUSTRIELLE / INDUSTRIELLE PRODUKTION



J2 | ECONOMIA CIRCULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO



Pavimentação externa para a área de recepção no Centro Pro Natura de Allondon

© terrabloch.ch

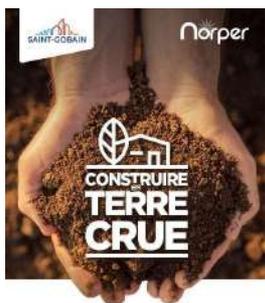


J2 | ECONOMIA CIRCULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO



Paredes divisórias interiores de terrabloco para uma escola em Riaz

© Paola Corsini



SOLO ESCAVADO, UM MATERIAL RECICLADO COMO UM NOVO RECURSO

A Norper concebeu um betão natural projectado leve adequado para RE 2020, baseado na chamada terra "local", terra escavada ou resíduos de pedreira, sem recurso ao ligante de cimento.

Novo método de construção que responde às necessidades da economia circular.

98% do painel é proveniente de:

- Escavação local ou canteiros de obras
 - Resíduos industriais
 - Resíduos de origem biológica (casca de arroz)
 - Resíduos de origem geográfica (terra)
- Construção local indústria madeireira para a moldura, etc.



© Joseph Melin

Processo

1. Preparação Da Terra
2. Fabrico do Betão Natural de Terra
3. Aplicação do Betão Natural - Projeção



WATERSHED MATERIALS™



Stanford Watershed Block

- argila vermelha do condado de Amador
- basalto triturado de Mark West Springs, a oeste de Calistoga,
- finos da pedra de Nun's Canyon, nas montanhas Mayacamas do condado de Sonoma.
- Reduzida % de cimento
- está disponível em um raio de 250 milhas da área da baía de São Francisco



Bloco da Bacia Hidrográfica de Pascale

- finos de pedra de Nun's Canyon
- riolito triturado da pedra BoDean, ambos nas montanhas Mayacamas, no leste do condado de Sonoma..
- reduzida % de cimento



J2 | ECONOMIA CIRCULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO



Stanford Lasuen, campus Universitário de Stanford / projeto de Dorman Associates
dois mil blocos da bacia hidrográfica de Stanford - Stanford Watershed Block

© SkyHawk Photography - Brian Haux



J2 | ECONOMIA CIRCULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO



Residência de Napa / projeto da arquiteta Juliet Hsu
dez mil blocos da bacia hidrográfica de Pascale - Pascale Watershed Block

© Mark Luthringer



J2 | ECONOMIA CIRCULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

RAMMED EARTH WORKS



Residência Menlo Park
projeto de Ana Williamson
Painéis de Taipa Pré-fabricada



J2 | ECONOMIA CIRCULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO



Windhover Contemplative Center, Stanford Campus / projeto de Aidlin Darling Design
Paredes em Taipa por Rammed Earth Works

© Matthew Millman



AICCOPN
Associação dos Industriais da Construção
Civil e Obras Públicas



Ateliê
Academia de
Arquitectura

J2 | ECONOMIA CIRCULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Novo Modelo de Gestão para o Solo Escavado

- identificação de potenciais fontes de receita
- transformação do fluxo de resíduos num produto vendável.
- preservação do património cultural edificado
- preservação da cultura local de construção (know-how local)
- redução das despesas gerais do projeto de construção
- criação de empregos e atividades econômicas
- identificação da matéria prima terra para aplicação em obra
- criação de novos eco-produtos derivados da terra
- preservação de recursos por meio da reutilização
- conservação do espaço do aterro



AICCOPN
Associação dos Industriais da Construção
Civil e Obras Públicas



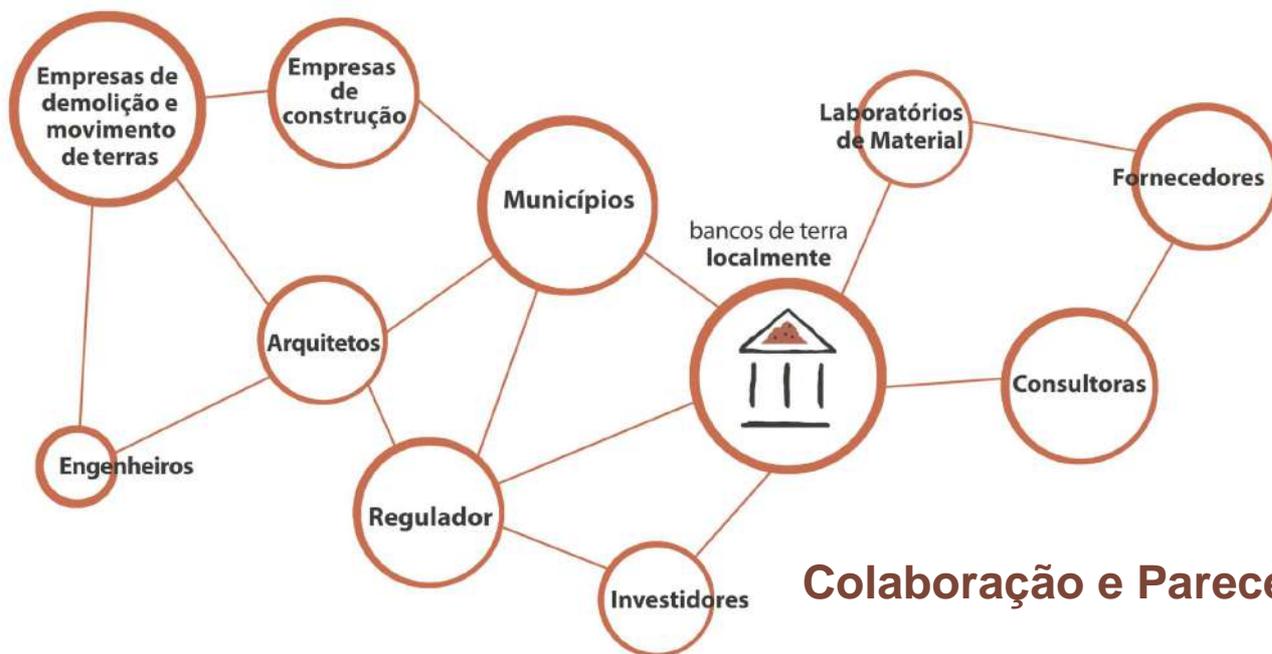
Ateliê
Academia de
Arquitectura

J2 | ECONOMIA CIRCULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Desafios

- **regulamentares**
 - sistemas de gestão harmonizados,
 - diretrizes claras e simples
 - imposto sobre aterros
- **organizacionais**
 - planeamento inicial, estipulando a quantidade de solo a ser direcionada para reutilização
 - elaboração de contratos para promover a reutilização
- **logísticos**
 - sistemas digitais
 - estabelecimento de Bancos de Terra
- **gestão de qualidade**
 - relatório técnico garantindo que a terra é compatível com a nova aplicação

REDE Gestão Terra



Colaboração e Parcerias

TERRA

“Talvez o material mais amigo e íntimo do Homem:
é dela que se alimenta, nela que vive e se protege e
com ela se mistura quando em terra se desfaz,
como à origem regressasse.”

Jorge Revez



ateliacademiadearquitectura@gmail.com



AICCOPN
Associação dos Industriais da Construção
Civil e Obras Públicas



Ateliê
Academia de
Arquitectura

J2 | ECONOMIA CIRCULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO