

University of Cantabria / University of Extremadura

Organizers:



REHABEND 2018

Euro-American Congress

CONSTRUCTION
PATHOLOGY,
REHABILITATION
TECHNOLOGY AND
HERITAGE MANAGEMENT

Caceres (Spain) - May 15th-18th, 2018

Sponsor entities:



REHABEND 2018

***CONSTRUCTION PATHOLOGY, REHABILITATION TECHNOLOGY AND
HERITAGE MANAGEMENT***

(7th REHABEND Congress)

Caceres (Spain), May 15th-18th, 2018

PERMANENT SECRETARIAT:

UNIVERSITY OF CANTABRIA

Civil Engineering School

Department of Structural and Mechanical Engineering

Building Technology R&D Group (GTED-UC)

Avenue Los Castros s/n 39005 SANTANDER (SPAIN)

Tel: +34 942 201 738 (43)

Fax: +34 942 201 747

E-mail: rehabend@unican.es

www.rehabend.unican.es

CODE 341

BLOCOS ECOLÓGICOS DE SOLO-CIMENTO COM INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS

Ferreira, Débora¹; Luso, Eduarda²; Cruz, Maria³

1-3: Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Bragança
Instituto Politécnico de Bragança

1: e-mail: debora@ipb.pt

2: e-mail: eduarda@ipb.pt

3: e-mail: lurdes@ipb.pt

PALAVRAS CHAVE: Blocos solo-cimento; ecológicos; resíduos.

RESUMO

Neste artigo pretende-se fazer uma revisão dos trabalhos já realizados em blocos de solo-cimento com utilização de resíduos, o que servirá de base para o projeto VALORCOMP em fase inicial e que pretende caracterizar blocos ecológicos resultantes de uma mistura homogénea e compactada de solo, cimento, água e resíduos em proporções adequadas, curados e sem qualquer tipo de cozedura. O solo é uma matéria-prima abundante, com bom comportamento térmico, reciclável e reutilizável, incombustível, não tóxico e sem necessidade de processos de transformação dispendiosos, o que permite eleger este material como uma das alternativas para a construção sustentável. As limitações do solo, enquanto material de construção, em particular o seu comportamento mecânico e a sua suscetibilidade na presença da água, podem ser minimizadas através de processos de estabilização de solos. Na composição dos blocos, o solo é o elemento com percentagem mais elevada e o cimento é adicionado em várias proporções com o objetivo de exercer uma ação aglutinante, sendo responsável pelas propriedades de resistência mecânica do produto final. Adicionando resíduos à composição dos blocos as suas propriedades mecânicas, físicas e térmicas ficam alteradas, sendo necessário fazer a sua determinação em laboratório a fim de avaliar o potencial de recuperação dos resíduos. Os principais resíduos orgânicos encontrados na pesquisa efetuada foram as cascas de ovos ou cinzas, cascas de arroz, bagaço de malte, de cana-de-açúcar, cinzas de caldeira, resíduos da indústria do papel, da madeira e lixo orgânico depositado em aterros. Os melhores resultados em termos de desempenho global foram os conseguidos com as cascas de ovos ou cinzas, cascas de arroz, bagaço de banana e resíduos orgânicos, o que permite constatar que esta alternativa de reutilização dos resíduos, além das vantagens ambientais também pode possibilitar uma diminuição dos custos associados aos aterros.

1. INTRODUÇÃO

O solo é um dos elementos mais importantes no sector da construção, quer no seu estado natural, em fundações ou escavações, quer quando utilizado como material de construção. É no entanto frequente, encontrar solos naturais sem os requisitos necessários para cumprir adequadamente a função a que estão destinados, sendo necessário alterar as suas características de maneira a melhorar o seu comportamento, tornando-os capazes de responder de forma satisfatória às solicitações previstas, recorrendo a processos de estabilização ou de melhoramento. O solo como material natural e económico tem marcado a arquitetura de muitos lugares, sendo o acréscimo do seu uso fomentado pelo desenvolvimento de novas tecnologias. A sua estabilização visa sobretudo a melhoria das suas propriedades mecânicas e a manutenção das suas características ao longo do tempo (durabilidade). A estabilização química é feita com a introdução de componentes (ligantes) nos solos que resulta na

melhoria da sua resistência e diminuição da sua suscetibilidade às variações de humidade. Dos diversos produtos químicos utilizados para a estabilização, o cimento é o de utilização mais generalizada, devido à sua maior disponibilidade e adequabilidade a uma maior variedade de solos.

Para além das utilizações rodoviárias de solos estabilizados, estes também podem ser usados em escavações, para controle da erosão em aterros e para a edificação de construções [1]. Uma das aplicações do solo estabilizado é no fabrico de blocos, que embora tenham um campo de aplicação mais limitado que os métodos de construção em betão armado, podem permitir uma utilização mais vasta que a atual. Os blocos ou tijolos são um dos elementos mais importantes para a indústria da construção civil, por isso, são várias as tentativas para conseguir soluções alternativas sustentáveis para a sua fabricação, mantendo os requisitos dos elementos em causa. Um dos propósitos da construção civil atualmente é empregar técnicas sustentáveis nas edificações, reduzindo o impacto negativo das atividades humanas no mundo. Este é o objetivo da técnica de produção de blocos ecológicos de solo-cimento, que resulta em menores danos para o meio ambiente, por evitar a queima das matérias-primas e geração de poluentes na atmosfera [2]. Os tijolos de argila gastam, em média, aproximadamente 2 kWh de energia e libertam cerca de 0,41 kg de dióxido de carbono por tijolo. Também se verifica que há uma escassez de argila em muitas partes do mundo, pelo que alguns países como é o caso da China, já começaram a limitar o uso de tijolos feitos de argila [3].

Segundo Moriarty et al [4], relativamente aos ligantes, a quantidade de cimento mínima em blocos para paredes internas, é de cerca de 5%, para assegurar o manuseamento e o suporte dos elementos superiores, enquanto para paredes externas, os requerimentos de durabilidade sugerem percentagens de 7% e para fundações, uma adequada resistência em imersões prolongadas requer valores de 8%. A fabricação dos blocos é inadequada com solos de elevada percentagem de argila (>30%), devido à grande absorção de água por parte destas partículas, o que causa retrações elevadas em processo de secagem conduzindo ao aparecimento de fissuras. Contudo pequenas percentagens de argila são benéficas para assegurar coesão nos blocos frescos moldados.

A construção em terra está presente em todo o mundo. A eficiência do solo é comprovada pela existência de construções feitas, e que o utilizam desde as fundações até as estruturas em paredes portantes, que datam de vários séculos e que continuam a resistir às intempéries, preservando a estabilidade estrutural [5]. Além das inúmeras vantagens a nível social, económico e ambiental, é considerado um método construtivo sustentável. Considera-se que a sustentabilidade do planeta se traduz na procura e utilização de materiais e técnicas construtivas mais adaptadas ao ambiente, representando assim uma diminuição do consumo de recursos, o que faz aumentar a construção em terra e o interesse nos estudos sobre os materiais contidos neste tipo de construção.

A partir da década de 80, o grande acumular de resíduos transformou-se num grave problema, com gestão onerosa, causada pela industrialização, fomentada pelas novas tecnologias e crescimento populacional. O problema levou à escassez de área para depósito dos resíduos causada pela ocupação e valorização de áreas urbanas, problemas de saneamento público e contaminação ambiental [6]. Os resíduos são classificados de acordo com a composição que apresentam. O resíduo orgânico é aquele que apresenta origem biológica produzido a partir de origem vegetal ou animal, ou seja, fez parte de um ser vivo como é o caso dos galhos, das folhas das árvores e das plantas, das cascas de frutas e de todos os resíduos alimentares. Este tipo de lixo deve passar por um processo de tratamento, porque tratando-se de resíduos biológicos, estão sujeitos ao processo de decomposição por bactérias e fungos, causando, além do mau cheiro, a proliferação de animais que podem transmitir doenças aos seres humanos, como baratas, ratos e vermes. A reciclagem do lixo orgânico é excelente para a produção de adubo natural, utilizado como fertilizante de plantas, através da técnica de compostagem e para a produção de biogás utilizado como combustível. Os resíduos orgânicos, na maioria das vezes, são depositados nos aterros sanitários, mas também podem ser enviados para empresas de incineração [7].

Num progresso sustentado, "o que resta" deve ser reutilizável e reciclável, que são práticas fundamentais para a preservação dos recursos não renováveis, evitando a proliferação de desperdícios

e potenciando a economia no maior respeito pela natureza e pela vida. Conciliar progresso e crescimento económico com uma adequada preservação da natureza implica que se desenvolvam as atividades económicas conducentes à satisfação das necessidades atuais de forma a que não se comprometa a sua satisfação no futuro. O Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU 2020), aprovado pela Portaria n.º 187-A/2014, de 17 de setembro de 2014 [8], pretende dissociar o crescimento económico da crescente produção de resíduos e minimizar os impactos negativos da sua gestão no ambiente, tendo em conta ainda a respetiva repercussão na gestão dos recursos naturais, procurando assim contribuir para a sustentabilidade do desenvolvimento, o que pressupõe que exista "a prevenção dos resíduos" e a "preparação para a reutilização" [9].

Perante toda esta problemática associada aos resíduos já foram feitas tentativas para os incorporar na produção de blocos ecológicos, como por exemplo, resíduos de processamento de papel, cinzas volantes, efluentes têxteis, espuma de poliestireno, fibra de plástico, palha, resíduos de algodão, lodo seco de estações de tratamento de águas residuais, cinza de casca de arroz, bagaço de malte, escória granulada, borracha, resíduos da serragem de madeira, entre outros [10].

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Materiais utilizados

As condições a que devem obedecer os solos com vista à sua estabilização com cimento podem variar consoante as normas do país em causa. Os solos utilizados nos estudos em análise [11-20] foram solos granulares, tendo sido feita a sua correção granulométrica através da adição de areia, quando a percentagem de argila era significativa.

O cimento usado foi o cimento Portland (Tabela 1) e a água utilizada era da rede pública. O cimento adicionado deve ser somente o suficiente para estabilizar o solo e lhe conferir as propriedades necessárias. A dosagem é feita por via experimental, ou seja, os ensaios são feitos com amostras de diferentes teores em cimento, e o mais económico a atingir as propriedades desejadas é considerado o melhor [21]. Segundo Pinto [22], a bibliografia normalmente indica que teores de 4% a 10% de cimento são suficientes para bons resultados de resistência dos blocos.

Uma grande vantagem dos blocos de solo-cimento é a possibilidade de adição de outros materiais à mistura, em especial material descartável, o que é um fator importante para a construção sustentável. Quanto aos principais resíduos orgânicos encontrados na revisão bibliográfica feita, destacam-se as cascas de ovos ou cinzas, cascas de arroz, bagaço de malte, de cana-de-açúcar, cinzas de caldeira, resíduos da indústria do papel, resíduos de madeira e lixo orgânico depositado em aterros (Figura 1). Alguns dos resíduos foram triturados [11-20] com o objetivo de obter uma granulometria mais fina e devem estar secos para facilitar a mistura com o solo e o cimento e não existir influência da sua humidade natural com o teor em humidade ótimo a conseguir para a mistura final. Alguns dos resíduos são fibras vegetais, que se têm mostrado adequadas no reforço de matrizes à base de cimento.

As cascas de ovos são resíduos gerados por incubadoras de aves, padarias, restaurantes, entre outros, que podem espalhar-se pelo meio ambiente e, conseqüentemente, constituir problemas ambientais, sendo ricas em cálcio com composição química quase igual à pedra calcária. As cascas utilizadas foram limpas em água normal e foram secas durante cinco dias aproximadamente a uma temperatura de 25-30 °C. Em seguida, foram esmagadas, trituradas e peneiradas. O material passado através do peneiro de 90 µm (pó) foi utilizado para a substituição do cimento (em blocos de betão) e o material retido foi descartado [11]. As cinzas de casca de ovo foram obtidas por incineração das cascas em cinzas. Para este efeito as cascas são secas ao sol durante um período de três dias e obtidas usando um queimador de carvão, sem contacto entre as cascas e o carvão vegetal, usando o método de fritura a seco. As cinzas queimadas foram trituradas em pó e peneiradas com o peneiro de 75 µm, sendo o material passado armazenado num recipiente hermético antes da utilização [12].

A casca do arroz é um material fibroso, composto basicamente por celulose, lignina e matéria orgânica. A sua principal utilização é na geração de energia térmica, o que origina um resíduo negro, de difícil degradação e com alto teor de silício que depositado de maneira incorreta, pode causar danos ao meio ambiente e ao ser humano. Durante o processo de obtenção do arroz, resulta como subproduto a casca, que representa cerca de 23% do peso do arroz. Esta casca, devido à sua dureza, fibrosidade e natureza abrasiva, leva à obtenção de produtos de baixa propriedade nutritiva, boa resistência ao desgaste e muita cinza. Grande quantidade desta casca é reaproveitada no processo, onde a partir da sua combustão, é gerado calor para a obtenção dos grãos. Esta combustão produz a cinza da casca de arroz útil para estabilização de solos devido ao seu elevado teor de óxido de silício. A cinza da casca de arroz (após tratamento para eliminação do carbono residual e outros materiais orgânicos e inorgânicos) pode permitir obter aproximadamente 95% de sílica pura (SiO_2). É um processo relativamente simples, barato e pode substituir a sílica gel comercializada a alto custo. Na revisão efetuada foram utilizadas as cascas de arroz que foram trituradas e peneiradas (utilizando-se a fração das cascas compreendida entre 4,8 mm e 0,42 mm de abertura de malha), eliminando-se a fração fina, para promover a uniformização e a melhoria da adesão das cascas ao sistema solo-cimento. Após esta fase, os resíduos foram imersos numa solução de cal hidratada, por um período de 24 horas, e secos em estufa por um período de 48 horas, à temperatura de 80 °C. Este procedimento é necessário para evitar a incompatibilidade química entre os resíduos vegetais e o aglutinante [13, 14].

O bagaço de malte é o principal subproduto da indústria cervejeira, sendo gerados 14 a 20 kg por cada 100 litros de cerveja, consistindo basicamente na casca do grão de cevada, obtida após a elaboração do mosto da cerveja, pelo que a composição química pode variar de acordo com o tipo de cevada, o seu tempo de colheita, as condições a que esta foi submetida e também com a qualidade e o tipo de aditivos adicionados no processo. O resíduo predomina nesta indústria o ano todo, em grande escala e a um baixo custo, caracterizando-se por ter um alto teor de humidade, o que limita o seu tempo útil. A elevada quantidade de água no resíduo resulta em outros fatores limitadores como a dificuldade no transporte a longa distância e dificuldades no armazenamento. Os fungos e as leveduras podem ser os principais microrganismos responsáveis pela sua degradação, pelo que se sugerem menores períodos de armazenamento (aconselham-se no máximo 10 dias). É importante realizar a secagem do bagaço de malte, que no trabalho em causa foi feita em recipientes plásticos, colocados em estufa com circulação e renovação de ar, a 60°C até que não tivesse sinais de humidade [15]. Existe também o bagaço da banana e da cana-de-açúcar, que sendo um produto fibroso é prático para ser usado, uma vez que é renovável, de baixo custo, e propriedades mecânicas satisfatórias, pelo que a sua reutilização é sustentável, sendo uma solução para a poluição, mas também para a ocupação do solo. As fibras foram tratadas com água ferver e hidróxido sódio, ficando com uma superfície mais áspera [16].

As cinzas de caldeira são resultantes da queima de biomassa. A lenha ainda é um dos combustíveis mais utilizados em alguns setores económicos, originando um montante elevado de cinzas que é rejeitado sem controlo, comprometendo os lençóis freáticos e contaminando o solo e o ar. A cinza contém compostos orgânicos e inorgânicos, com altos teores de CaO e SiO_2 e alguma quantidade de K_2O e MgO [15].

Após o uso do cimento em construções, grande parte dos sacos é descartada. Para evitar o desperdício Buson [17] desenvolveu um bloco ecológico composto por terra, cimento e o papel utilizado nestas embalagens. A reciclagem dos sacos de cimento leva a que a embalagem vazia seja colocada na água para que as fibras do papel se soltem, dando origem a uma “polpa de celulose”. O excesso de humidade é retirado por meio de centrifugadoras ou torção e, após isso, as fibras soltas são trituradas para que o solo e o cimento sejam adicionados à mistura. As fibras do papel são longas e, quando misturadas aos outros materiais, dão boa resistência mecânica e física ao produto.

As fibras de madeira têm uma massa específica reduzida, facilidade de transporte e corte, boa aderência com outros materiais, boa resistência a impactos, bom isolamento termo-acústico e permitem o aproveitamento de uma grande gama de resíduos. Como inconveniente, são higroscópicas, sendo necessário molhá-las para que não absorvam a água da amassadura do cimento. Para proceder à sua

impermeabilização, o resíduo foi imerso por 20 minutos em uma solução de sulfato de alumínio $[Al_2(SO_4)_3]$ e água, tendo o material, após esse banho, passado por um processo de secagem em estufa a $60^\circ C$ [18].

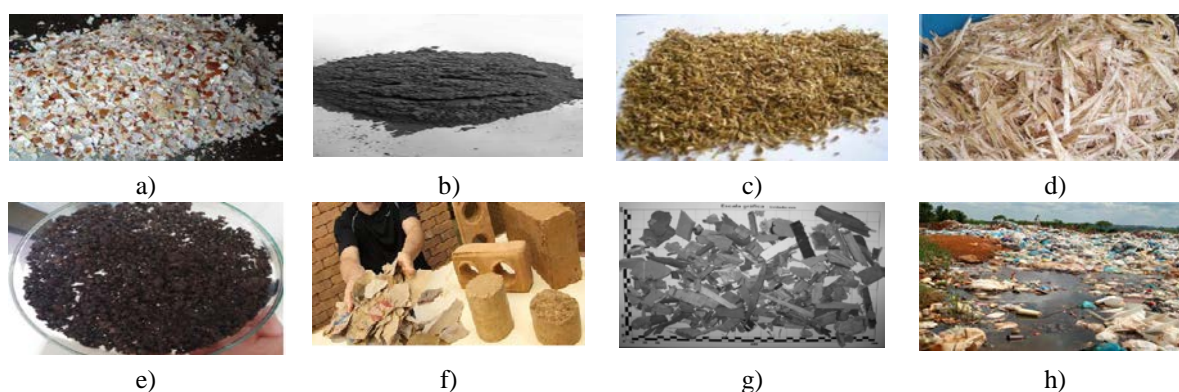


Figura 1: Resíduos: a) casca de ovo [11]; b) cinzas casca de ovo [12]; c) bagaço de malte [15]; d) bagaço de cana-de-açúcar [16]; e) cinza de caldeira [15]; f) sacos de cimento [17]; g) madeira [18]; h) orgânicos [19].

A utilização de resíduos orgânicos também tem sido considerada para a produção de blocos, sendo o lixo após ser recolhido dos aterros sanitários, sujeito a um processo de higienização. Depois, os itens recicláveis são reaproveitados (metais, plásticos) e o que resta é triturado e peneirado até se tornar uma areia. Segue-se a mistura com um aditivo, que encapsula e inibe o desenvolvimento de bactérias. Após estes procedimentos, a areia é misturada ao solo, cimento e água, sendo esta mistura compactada e moldada para obter blocos ecológicos, sem odores e com maior resistência que os convencionais [19]. Luiz Badejo [20] sugere que para o uso de lixo orgânico em blocos o segredo está na estabilização dos materiais, contrariando a indicação da impossibilidade de misturar materiais orgânicos com cimentos, pois estes não endureceriam, a não ser que fossem gastos volumes economicamente inviáveis de cimento para superar os efeitos nocivos que a matéria orgânica produz na mistura.

2.2 Fabricação dos blocos

Na realização das misturas, o solo, o cimento e os resíduos devem estar secos, sendo as massas destes elementos e da água calculadas tendo em conta os valores obtidos no ensaio de compactação (baridade seca máxima e teor em água ótimo). Na análise dos trabalhos já efetuados, a fabricação dos blocos era feita recorrendo a prensas manuais ou hidráulicas ou nos casos em que não se dispunham destes equipamentos, podia-se recorrer a outras técnicas (com os moldes disponíveis, de variados formatos, eram moldados blocos maciços com a compactação pretendida). Os blocos furados só se conseguem com prensas manuais ou hidráulicas, têm a vantagem em termos construtivos de necessitarem de menos argamassa de assentamento, porque são assentes com sobreposição de furos, sendo estes utilizados para a passagem de tubagens, sem abertura de roços, para redes hidráulicas, de telefone e de energia, podendo permitir o reforço da estrutura e têm ainda a vantagem de oferecer conforto térmico e acústico superior ao das construções convencionais. As prensas manuais têm como vantagem o baixo custo de aquisição e de manutenção, a facilidade de transporte, e a não necessidade de energia, já que se utiliza força manual, embora a sua capacidade de produção seja muito inferior às hidráulicas [23].

2.3 Caracterização dos materiais e dos blocos

Para averiguar a adequabilidade do solo à sua estabilização com cimento são necessários ensaios de análise granulométrica e determinação dos limites de consistência. Escolhido o solo devem ser realizados ensaios de compactação ao solo e ao solo-cimento, para quantificação dos valores de controle da compactação. A adição de cimento ao solo tende a aumentar o valor da humidade ótima da mistura quando comparada com o solo natural. O solo-cimento é o produto resultante da mistura de solo, cimento e água que compactados na humidade ótima e sob a máxima densidade, em proporções

previamente estabelecidas, adquirem resistência e durabilidade através das reações de hidratação do cimento. Os ensaios realizados aos blocos com diferentes composições e traços para averiguação da viabilidade dos materiais para o fim proposto foram essencialmente, o de compressão simples e o de absorção de água, sendo que também surgem ensaios de condutividade térmica [11-20].

3. RESULTADOS OBTIDOS

O comportamento dos blocos, com ou sem resíduos (amostra de controle), é influenciado por vários fatores, como por exemplo, os solos, material muito heterogéneo, as percentagens de cimento e resíduos utilizadas, o processo de elaboração e cura dos blocos e a idade de cura aquando da realização dos ensaios, sendo difícil obter uma comparação quantitativa global dos trabalhos analisados, pelo que se faz nas Tabelas 1 e 2 uma síntese comparativa de alguns itens da revisão bibliográfica.

Tabela 1: Síntese da revisão bibliográfica em blocos ecológicos com resíduos.

Referência	Solo	Resíduo e % (Substituição), Composição Solo:Cimento	Blocos (componentes sólidos, dimensões)	Moldagem
[11]	_____	Casca Ovo - 0;5;10;15 (%)	C. Tipo I + Agregados + Resíduo (Cubos 150 mm)	Não definido
[12]	Artificial (Areia)	Cinza Casca Ovo 0;5;10;15;20;25;30;35;40 (%), 6:1	Areia + Cimento Tipo I + Resíduo (Cubos 50 mm)	Em camadas (3), Compactadas barra aço
[13,14]	Natural corrigido	Casca Arroz - 0;10;20;30;40(%) (Cimento - 10% solo seco)	Solo + Cim. Tipo II + Resíduo (23x11x 5 cm ³)	Prensa manual
[15]	Natural corrigido	Bagaço Malte 0;10 (%) (Areia), Composi. 10:1	Solo + Areia + Cimento Tipo I + Resíduo	Prensa manual
[16]	Artificial (Areia)	Bagaço Banana/Cana-de-Açúcar 0;2;4;8;10 (%) (Adição), 3:1	Areia+Cimento Tipo I +Resíduo (Cubos 50 mm)	Não definido
[15]	Natural corrigido	Cinza Caldeira 0;16;33;50;75 (%) (Areia), 10:1	Solo + Areia + Cimento N. Definido + Resíduo	Prensa manual
[17]	Natural	Fibra Sacos Cimento 0;6% (Cimento - 12% solo seco)	Solo + Cimento N. Definido + Resíduo	Não definido
[18]	Natural	Fibra Madeira 0;1.5;3;5;6.5 (%) (Solo)	Solo + 10% Cimento Tipo II + Resíduo	Máquina universal ensaios
[19,20]	Natural	Orgânico 0; 50 (%) (Solo)	Solo + Cimento N. Definido + Resíduo	Prensa automática

Tabela 2: Síntese da revisão bibliográfica em blocos ecológicos com resíduos.

Referência	Cura	Ensaios	Resultados
[11]	Desmoldagem após 24h e imersos em água para cura até os ensaios	Compressão simples (1, 7 e 28 dias cura) Absorção água (28 dias)	Aumenta tempo de cura, melhor resultado 5% resíduo (7 e 28 dias) Melhor resultado 5% resíduo
[12]	Desmoldagem após 24h e curados sob aspersão	Compressão simples (7, 14, 21 e 28 dias cura)	Aumenta tempo de cura, melhor resultado global 30% resíduo
[13,14]	Cura em câmara húmida (7 dias), protegidos (182 dias)	Compressão simples (7, 28, 56, 91, 182 dias) Absorção água (7 dias)	Melhores resultados com 10% resíduo (provetes com substituição) Melhores resultados 10% resíduo
[15]	Retirados da prensa e curados sob aspersão	Compressão simples (28 dias)	Resultados muito abaixo dos mínimos, proliferação fungos (fendas, instabilidade compactação)
[16]	Cura não definida (28 dias)	Compressão simples Condutividade térmica (102,5×215×65 mm)	Melhores resultados 4% (açú. e ban.) Melhores res. 10% (açúcar e banana) Melhor res. global 8% (banana)
[15]	Retirados da prensa e curados sob aspersão	Compressão simples (28) Absorção água (28 dias)	Result. abaixo mínimos (melhor 75%) Result. abaixo máximos (pior 75%)
[17]	Desmoldagem e cura (pelo menos 14 dias)	Compressão simples Durabilidade/Resist. fogo	Equivalente ao controle Boa durabilidade/Resistente ao fogo
[18]	Desmoldagem após 24h Cura câmara húmida	Compressão simples Absorção água	Equivalente ao controle (1,5%) Equivalente ao controle (1,5%)
[19,20]	Desmoldagem e cura (pelo menos 14 dias)	Compressão simples	Superior ao tijolo convencional

4. DESCRIÇÃO DO PROJETO “VALORCOMP”

Os trabalhos em curso e a desenvolver até Outubro de 2019 estão abrangidos pelo Projeto VALORCOMP, financiado pelo FEDER através do Programa INTERREG V-A Espanha - Portugal (POCTEP) 2014-2020, sendo uma das empresas beneficiárias, a Resíduos do Nordeste, empresa intermunicipal de gestão de resíduos, representativa do setor na região transfronteiriça considerada. As atividades a executar no Laboratório de Materiais de Construção do Instituto Politécnico de Bragança, para obtenção de blocos ecológicos de solo-cimento são as seguintes: selecionar os solos a utilizar, estabelecer a proporção ótima dos diversos materiais e fazer os blocos através de uma prensa manual; determinação experimental da resistência à compressão simples, absorção de água e durabilidade para os blocos, com diferentes composições e proporções de solos, cimento, água e resíduos; para os blocos com melhor comportamento, averiguar a possibilidade de aumento das propriedades térmicas, que se reflete numa redução significativa da condutividade térmica; o programa experimental irá incluir ainda a realização de ensaios para determinação da resistência ao fogo destes materiais, uma vez que a sua aplicação preferencial será a construção de paredes divisórias. Para tal, uma série de provetes irão ser ensaiados dentro de um forno preparado para trabalhar com a curva padrão ao fogo ISO834.

5. CONCLUSÕES

Os benefícios da utilização de resíduos permitem reduzir o impacto sobre o meio ambiente do transporte e processamento dos materiais, diminuir o custo dos projetos para áreas de depósito dos resíduos e compra de novos materiais, melhorar a imagem pública das empresas e organizações que reduzem a produção de resíduo e conservação da área que seria destinada à sua colocação para outros que não podem ser reciclados. A revisão bibliográfica efetuada permite comprovar que a reutilização de resíduos é uma solução viável. Por isso é expectável que este projeto possa ser útil para empresas de gestão de resíduos, empresas de tratamento ambiental e de construção civil. De salientar que, além de todos os problemas associados ao depósito de resíduos nos aterros sanitários, como a escassez de área para esse efeito, problemas de saneamento público, contaminação ambiental e os custos associados aos aterros, após o seu encerramento, a empresa concessionária ainda fica obrigatoriamente responsável pela sua manutenção e controlo durante um período que deverá ser de 30 anos.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Bush, A. *Understanding stabilized earth construction*. Technical Paper, Published by Volunteers in Technical Assistance, 1984.
- [2] Wisbiski, E. A. B. *Utilização de cinza de caldeira na fabricação de tijolo sustentável*. VII Seminário de extensão e inovação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Outubro 2017.
- [3] Zhang L. Production of bricks from waste materials – A review. *Elsevier, Construction and Building Materials*. Vol. 47 (2013).
- [4] Moriarty, J. P., Svare, T. I., Therkildsen, O. K. *Soil-cement for low-cost housing*. Norges Byggeforsknings Institutt, 1975.
- [5] Miranda, R. A. C., Edgar B., Regis C. F. Estudo da aplicação de resíduo de beneficiamento de mármore e granito em tijolos de solo-cimento. *IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-Americano sobre edificações e comunidades sustentáveis*, Campo Grande, Brasil, Novembro 2007.
- [6] John, V.M. *Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento*. Tese-Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil, 2000.
- [7] Ucha F., Oliveira D. M., Andrade M. P., Yanover D., Bembibre C. *QueConceito: seu novo conceito em dicionário*. <http://queconceito.com.br/residuos-organicos> (06/10/2017).
- [8] Portaria n.º 187-A/2014. *Diário da República, 1.ª série — N.º 179 - 17 de setembro de 2014*. Ministério do ambiente, ordenamento do território e energia, Portugal, 2014.
- [9] Resíduos do Nordeste, EIM. <http://www.residuosdonordeste.pt> (29/10/2017).
- [10] Raut, S.P., Ralegaonkar, R.V., Mandavgane, S.A. Development of sustainable construction material using industrial and agricultural solid waste: A review of waste-create bricks. *Elsevier, Construction and Building Materials*. Vol. 25 (2011).
- [11] Yerramala, A. Properties of concrete with eggshell powder as cement replacement. *The Indian Concrete Journal*. Outubro (2014).
- [12] Afolayan J. O., Oriola F.O.P., Moses G., Sani J.E. Investigating the effect of eggshell ash on the properties of sandcrete block. *International Journal of Civil Engineering, Construction and Estate Management*. Vol.5/3 (2017).
- [13] Filho, J. R. F., Freitas, J. J. R., Silva, L. P. *Investigando cinza da casca do arroz como fase estacionária em cromatografia: uma proposta de aula experimental nos cursos de graduação*. Universidade Federal de Rural de Pernambuco, Quim. Nova, Vol. 35/2, 2012.
- [14] Ferreira, R. C., Gobo, J. C. C., Cunha, A. H. N. *Incorporação de casca de arroz e de braquiária e seus efeitos nas propriedades físicas e mecânicas de tijolos de solo-cimento*. Eng. Agríc., Jaboticabal, Vol.28/1, 2008.
- [15] Menezes, L. C. M. A. O., Yamashita M. *Produção de tijolos ecológicos com cinzas de caldeira e bagaço de malte*. Departamento Eng. Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.
- [16] Aminudin, E., Khalid, N. H. A., Azman, N. A., Bakri, K., Din, M. F. M., Zakaria, R., Zainuddin, N. A. Utilization of baggase waste based materials as improvement for thermal insulation of cement brick. *International Symposium on Civil and Environmental Engineering*, Malásia, Dezembro 2016.

- [17] Buson, M. A. *Reciclagem de sacos de cimento*. <http://www.resol.com.br/curiosidades/curiosidades2.php?id=3258> (20/10/2017).
- [18] Santos, M. P. *Fabricação de solo-cimento com adição de resíduos de madeira provenientes da construção civil*. Programa de pós-graduação em construção civil, Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.
- [19] *Eco Máquinas Indústria, Comércio, Importação e Exportação Ltda* (2016). <https://ecomaquinas.com.br/index.php/bra/tijolos-ecologicos-com-residuos-do-lixo> (13/10/2017).
- [20] Menezes, P. C. *Associação O Eco*. <http://www.oeco.org.br/reportagens/23053-a-casa-do-futuro-feita-de-lixo> (25/10/2017).
- [21] Buriol, T. L., *Caracterização de jazidas para construção de habitações populares com solo-cimento em Santa Maria*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Santa Maria, Brasil, 2002.
- [22] Pinto, L. M. *Estudo de tijolos de solo cimento com adição de resíduo de construção civil*. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal de Santa Maria, 2015.
- [23] Segantini, A. A. S., Wada, P. H. *Estudo de dosagem de tijolos de solo-cimento com adição de resíduos de construção e demolição*. *Acta Scientiarum Technology*, Vol. 33/2, Brasil, 2011.



Coordinators:

The logo for GTED-UC is presented within a white rounded rectangle. At the top, it reads 'Universidad de Cantabria' in a small font. Below this is the acronym 'GTED-UC' in a large, bold, stylized font. Underneath the acronym, it says 'GRUPO DE TECNOLOGÍA DE LA EDIFICACIÓN'. At the bottom of the rectangle is a stylized logo consisting of two curved shapes, one yellow and one grey, resembling a leaf or a drop. Below the logo, the text 'Escuela Politécnica' is written.

Co-Organizers:

A horizontal row of logos for various universities and organizations. From left to right, the logos are: 'UK UNIVERSIDAD KENNEDY' (UK in a red circle); 'unesp' (blue and green logo); 'UFMG' (red and white logo); 'UNIVERSIDAD DE BURGOS' (crown logo); 'UPC' (blue circle with white dots); 'UPV EHU' (black and white logo); 'UNIVERSIDAD DE SEVILLA' (crown logo); 'UEMC' (green and white logo); 'Universidad Europea Miguel de Cervantes' (blue and white logo); 'TÉCNICO LISBOA' (blue and white logo); and 'MIAMI' (orange and green logo).