

Blocos com utilização de resíduos para uso em habitação popular: Uma Revisão Sistemática da Literatura

Thaísa Lana Pilz (UFPR) thaisa.pilz@gmail.com

Ana Paula Calliari (UFPR) anapcalliari@gmail.com

Janilce dos Santos Messias Negrão (UFPR) janilce@janilce.com

Eduarda Lauck Machado (UFPR) eduarda.lauck@gmail.com

Adriana de Paula Lacerda Santos (UFPR) adrianapls1@gmail.com

Resumo:

A ação antrópica é responsável por diversas transformações no meio ambiente. O crescimento populacional acarretou, entre outras coisas, um aumento nas habitações em locais impróprios e a produção de resíduos urbanos. Para a construção de habitações populares é interessante pesquisar formas de redução de custo de execução. Nesse sentido, diversos estudos foram realizados para incorporar resíduos sólidos em materiais da construção civil. O objetivo desse artigo foi identificar por meio de uma revisão sistemática da literatura a utilização de resíduos em um material muito utilizado para na construção civil: os blocos. O bloco mais promissor encontrado, devido aos resultados das propriedades mecânicas foi o bloco com resíduos de construção e demolição. Além disso, a sua utilização provocaria uma logística reversa, com o destino final desse resíduo sendo a própria construção, o que ocasionaria em uma solução mais eficiente para a construção civil.

Palavras-chave: Revisão sistemática, Blocos, Resíduos, Habitação Popular.

Blocks using waste materials for use in popular housing: systematic review

Abstract

Anthropogenic action is responsible for several transformations in the environment. Population growth led, among other things, to an increase in housing in unsuitable places and the production of urban waste. For the construction of popular housing it is interesting to research ways of reducing the cost of execution. In this sense, several studies were carried out to incorporate solid waste into construction materials. The objective of this article is to identify through a systematic review of the literature the use of waste in a material very used in construction: the blocks. The most promising block found due to the mechanical properties results was the block with construction and demolition waste. Furthermore, it would provoke a reverse logistics, with the final destination of this waste being the construction itself, which would lead to a more efficient solution for civil construction.

Key-words: Systematic review, Blocks, Waste, Popular Housing.

1. Introdução

O ser humano é responsável por grandes transformações no meio ambiente. O crescimento populacional e os avanços e inovações tecnológicas acarretam um aumento significativo na produção de bens de consumo (SOARES, 2007). Assim, é inevitável a geração de uma grande quantidade de resíduos pela população.

Esses resíduos nem sempre tem um destino adequado e, por isso, as questões ambientais relacionadas a vários tipos desses descartes aumentaram para um nível preocupante (MENG, 2018).

O termo “resíduos sólidos” se refere a materiais que podem ter valor econômico no sentido de possibilitarem e estimularem um reaproveitamento no próprio processo produtivo (DEMAJOROVIC, 1995). Observa-se, então, a necessidade de poupar e preservar o meio ambiente e os recursos naturais não renováveis, pois os resíduos crescem exponencialmente à população e ao consumo, o que não acontece com as reservas naturais (SOARES, 2007).

Na busca por soluções para minimizar as agressões ao meio ambiente, a indústria da construção civil aparece como uma opção, tendo em vista que possui grande potencial para absorver os resíduos sólidos (BENATTI, 2008). A necessidade da preservação de materiais, que estão sujeitos a um esgotamento, obriga os engenheiros a procurar insumos alternativos e a utilização de resíduos na construção civil é uma solução prática (RAUT, 2011).

De um lado, tem-se o crescimento populacional que agravou a produção de resíduos e de outro, o aumento da quantidade de habitação em locais impróprios. Segundo Bello (2018) 11,4 milhões de pessoas moram em favelas no Brasil. Assim, uma alternativa é a aplicação desses descartes em materiais da construção, com foco principal em habitações populares por seu custo ser, em geral, reduzido.

O desenvolvimento de moradias populares é uma opção necessária considerando o déficit habitacional e uma solução para a redução dos custos dos materiais é a incorporação de resíduos (MOSTAFA, 2016).

Vários estudos apresentam a utilização de resíduos na produção de materiais destinados à construção – obtendo características de engenharia apropriadas (compressão, resistência, absorção de água). Um exemplo é a aplicação de resíduo industrial na produção de blocos e tijolos cerâmicos e cimentícios, telhas, lajotas para piso e forro e de outros materiais, proposto por Denis Lucas e Cláudia Telles Benatti (2008). A construção civil é importante receptora de resíduos industriais, disponível localmente, através da investigação de suas propriedades (ROCHA, 2003), como mostra Shon *et al.* (2009) com o uso potencial de cinzas de queima de leiteo fluidizado em circulação estocadas na fabricação de tijolos de terra comprimida.

Os resíduos são, portanto, uma boa alternativa para produção de materiais alternativos com baixo custo ao substituir em grande parte os agregados naturais empregados em concretos, argamassas, blocos, barreiras de contenção, bases para pavimentação (FIORITI, 2007). O desenvolvimento desses estudos pode ser, então, necessário para as moradias populares.

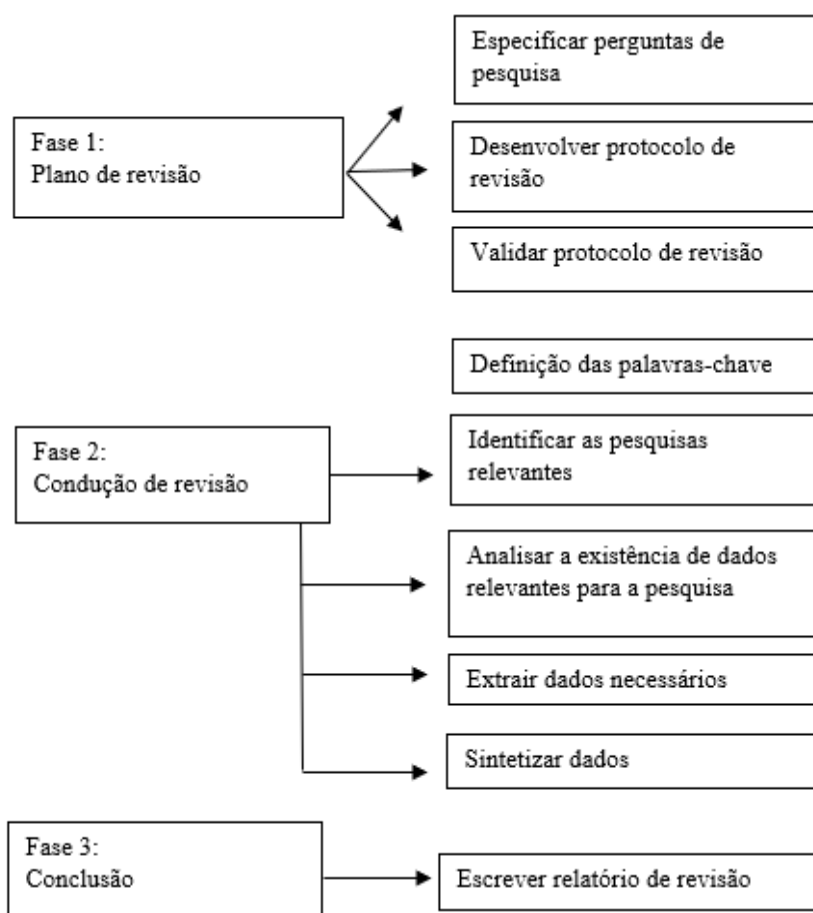
Tendo em vista a redução de custos na produção dos materiais de construção civil em um país de elevado déficit habitacional como o Brasil, o objetivo do artigo foi identificar, por meio de uma revisão sistemática da literatura, a possibilidade da utilização de resíduos em blocos da construção civil.

2. Método de Pesquisa

Para atender ao objetivo proposto, este artigo adota como estratégia de pesquisa a revisão sistemática da literatura, que é realizada a partir de um levantamento de estudos correlatos sobre determinado tema, utilizando como fonte de dados livros, artigos científicos, páginas da web, entre outros (SAMPAIO, 2017). Sendo assim, o presente artigo pode ser considerado um estudo secundário, que têm nos estudos primários suas fontes de dados (GALVÃO, 2014).

Segundo Kitchenham (2004), esse estudo pode ser definido como “um meio de identificar, avaliar e interpretar todas as pesquisas disponíveis relevantes para uma determinada pergunta de pesquisa ou área de tópico, ou fenômeno de interesse”.

De acordo com Brereton *et al.* (2007), o objetivo de uma revisão sistemática da literatura é fornecer um resumo objetivo, relevante para satisfazer uma necessidade particular de informação. O autor mantém a mesma tese citada anteriormente que esse tipo de revisão é um estudo secundário que acumula evidências para fornecer novos conhecimentos ou uma tese. Foi feito um esquema, demonstrado na Figura 1, de como o método de pesquisa foi realizado.



Fonte: Adaptado de Brereton *et al.* (2007)

Figura 1 - Processo de revisão sistemática

A revisão sistemática da literatura foi realizada no primeiro semestre de 2018 a partir da base de dados Google Scholar, *Science Direct*, Periódico Capes.

A seleção de palavras-chave teve início no Google Scholar aplicando frases como “utilização de blocos com uso de resíduos na construção” “resíduos em blocos na construção civil” e ao encontrar artigos relacionados com o tema de pesquisa foram identificadas as palavras-chave neles utilizada para então utilizá-las nas outras bases de dados (*Science Direct* e *Capes*). As palavras-chave selecionadas estão organizadas na Tabela 1.

Termo em português	Termo em inglês
Blocos	Blocks
Blocos de construção	Construction block's
Compósito	Composite
Compressão	Compression
Resíduos	Waste materials
Desperdício	Waste
Engenharia	Engineering
Construção verde	Green construction
Habitação popular	Popular housing
Materiais de construção	Construction materials
Reciclável	Recycle

Fonte: os autores (2018)

Tabela 1 – Palavras-chave utilizadas na busca de artigos

A partir dos resultados encontrados por meio da combinação desses termos nas bases de dados, feita uma análise do título, os artigos que não estavam relacionados com o estudo ou eram repetidos foram eliminados.

Posteriormente foram lidos os resumos dos artigos restantes avaliando se tais estudos se adequaram ao tema de pesquisa. Como resultado desse procedimento foram identificados 7 artigos relevantes em que foi apresentado a utilização de resíduos em blocos da construção civil.

Para a análise dos dados da pesquisa foi utilizado o método 5W1H, uma ferramenta que permite uma síntese para cada um dos estudos (MARTINS, 2006). Para a obtenção dos dados da revisão sistemática da literatura, a ferramenta colaborou com a identificação e compreensão dos dados da pesquisa. Para cada um dos estudos pesquisados foram feitas as seguintes perguntas:

- WHO? Quem foi o responsável por realizar o estudo do uso de resíduos em blocos da (quem) construção civil?
- WHAT? qual o material que foi incorporado ao bloco? (o que)
- WHERE Onde foi realizado o estudo? (onde)
- WHY? Por que os autores decidiram realizar esse estudo? (por quê)
- HOW? Como foi efetuado a produção do bloco? Qual foi o traço utilizado do resíduo (como) incorporado?

3. Resultados

Foram encontrados sete artigos que abordavam o uso de resíduos a blocos de construção. A lista e resumo dos artigos podem ser vistos na Tabela 2. Nos tópicos a seguir foram

apresentadas as respostas das perguntas com um foco no *What* (o quê?), ou seja, no detalhamento dos resíduos que foram incorporados aos blocos de construção dos estudos pesquisados.

3.1 Uso da cinza do bagaço da cana com cimento em blocos de terra compactados

Neste artigo, os autores Lima, S. A *et al.* (2011) apresentam a adição de cinzas bagaço da cana de açúcar em CEBs (blocos de terra compactados). O estudo foi realizado considerando o descarte dessas cinzas se tratar de um problema enfrentado pelos gerentes de fábricas e proveniente do resultado final dos processos industriais, sem possibilidade de redução. Assim, foram feitos testes com a adição desse material em CEBs, como meio de destino apropriado para esse resíduo. Após diversos experimentos as propriedades técnicas foram atendidas e o traço mais promissor encontrado foi com as séries produzidas com 12% de cimento Portland e 8% do bagaço da cana incorporados à terra, concluindo a viabilidade técnica deste material, que pode sim ser utilizado na fabricação de componentes de alvenaria não estrutural. .

3.2 Uso de fibras de bananeira em blocos de terra compactados (CEBs)

Estudo realizado por Mostafa e Uddin (2016), nos Estados Unidos, uma vez que as fibras de bananeira estão amplamente disponíveis mundialmente devido aos resíduos agrícolas do cultivo de banana. Considerando também as propriedades físicas dessas fibras como baixa densidade, baixo peso, baixo custo, alta resistência à tração, repelentes à água e resistentes ao fogo foi realizado esse estudo para analisar o comportamento dessas fibras adicionadas em CEBs. O estudo mostrou que os blocos construídos pela adição de fibras de bananeira (B-CEB) ao longo da mistura tiveram melhor desempenho que o bloco sem fibras (CEB) tanto na resistência à compressão quanto à flexão. Os melhores resultados foram blocos com 60 e 70 mm de fibra de bananeira natural, que tiveram aumento significativo de resistência à compressão e à tensão comparados com CEBs comuns.

3.3 Uso de cinza de Combustível de Óleo de Palmeira (POFA) em blocos de alvenaria

Rahman *et al.* (2013) testaram, na Malásia, o desempenho da cinza de óleo de palmeira, um material residual com grande quantidade nesse país, em blocos de alvenaria, que são constituídos basicamente por cimento. Os blocos, assim, podem eventualmente ser utilizados para a construção de projetos habitacionais devido a redução de custos. O resultado mais adequado foi 20% ou 40% de substituição de cimento por cinza de Combustível de Óleo de Palmeira.

3.4 Uso de resíduos de construção e demolição para construir tijolos

Tendo em mente que os resíduos de construção e demolição (RCD) correspondem a 50% do lixo urbano, que normalmente é descartado em locais inapropriados no Brasil, os autores Contreras *et al.* (2016), fizeram um estudo utilizando esses recursos como agregados naturais para produção de tijolos. Confirmou-se, assim, a possibilidade de utilização de resíduos da construção civil (RCD) e com o uso de aglomerantes (cimento e cal) como matéria-prima na fabricação de tijolos para paredes de alvenaria, que além de possuírem baixo custo sanam o problema da destinação desses resíduos. A amostra com melhores propriedades mecânicas teve uma composição residual de 50% de cerâmica, 20% de concreto e 30% de argamassa.

3.5 Uso de casca de aveia e casca de cevada e farelo de cevada em blocos de argila

Devido às grandes quantidades de resíduos produzidas no processamento de grãos, Kizinievič *et al.* (2017), na Lituânia, prepararam compostos para moldagem de tijolos de barro adicionando 5%, 10% e 20% de casca de aveia ou casca e farelo de cevada queimando a 900°

C e 1000° C para analisar a possibilidade de utilizar esses materiais na construção civil. A mistura ideal foi a de 5% de casca de aveia ou casca e farelo de cevada queimados a 1000° C, os testes com maiores teores da adição reduziram a resistência à compressão do tijolo de barro. Assim, esses resíduos são promissores como forma alternativa e inovadora na fabricação de materiais de construção.

3.6 Uso de PET's de água de 500ml em blocos de concreto

Levando em consideração a quantidade de descarte de garrafas de água, os autores Safinia e Alkalbani (2017) fizeram testes para introduzir essas PET's na produção de blocos de concreto. O estudo, realizado em Sultanato de Omã, utilizou garrafas de plástico para criar vazios a igual distância entre eles nas unidades de alvenaria. O concreto foi colocado em torno de cada garrafa para envolvê-lo nas unidades de alvenaria. Comparando novo bloco com o bloco de concreto oco, a resistência à compressão aumentou consideravelmente, demonstrando o quão promissor a adição de garrafas PET pode ser, mas os autores indicam que ainda são necessários novos testes.

3.7 Uso de resíduos de vidro em pó para substituir o concreto e agregados de polietileno para substituir areia em blocos de concreto fundido

Utilizando blocos de concreto fundidos, por serem um material de construção popular, e como objetivo sustentabilidade e economia o artigo objetivou identificar elementos que pudessem reduzir a quantidade do cimento Portland como agregado. O estudo canadense realizado por S.E. Chidiac *et al.* (2011) mostrou que é possível substituir 10% do cimento por de resíduo de vidro em pó (WGP) que as características ainda são mantidas. A substituição da areia não teve resultados muito viáveis demonstrando que se pode substituir até apenas 6% do material.

Para habitação popular, no Brasil, é essencial pensar em materiais com um custo reduzido e isso pode ser feito com a incorporação de alguns resíduos. Assim, é necessário observar resíduos com grande disponibilidade no país. Nesse sentido, quanto aos resíduos orgânicos, é interessante que o estudo de blocos com resíduos de bananeira e bagaço de cana pois eles têm grande potencial no Brasil.

Além disso, substituir o cimento por resíduos de vidro em pó, além de reduzir os custos para a habitação popular, também contribui para a redução de CO₂, que é emitido para a produção do cimento.

Todos esses resíduos encontrados na RSL podem ser utilizados na habitação popular no Brasil, pois apresentam possibilidade de uso nos blocos e tijolos que são largamente utilizados no país. Porém, o mais promissor desses, devido aos resultados das propriedades mecânicas foi o bloco com resíduos de construção e demolição, pois provocaria uma logística reversa, com o destino final desse resíduo sendo a própria construção, o que ocasionaria em uma solução mais eficiente para a construção civil.

Who	What	Where	When	Why	How
Lima et al.	Uso da cinza do bagaço da cana com cimento em blocos de terra compactado	Brasil	2011	Grande descarte dessas cinzas diariamente	Traço: 12% de cimento Portland e 8% da cinza
Mostafa e Uddin.	Uso de fibras de bananeira em blocos de terra compactados	Estados Unidos	2016	Alternativa para casas populares pelo baixo custo e abundância relativa de materiais	Blocos com 60 e 70 mm de fibra de bananeira natural

Who	What	Where	When	Why	How
Rahman et al.	Uso de cinza de combustível de óleo de palmeira (POFA) substituindo parcialmente o cimento em blocos de alvenaria	Malásia	2013	Alternativa para o uso de resíduos ambientalmente problemáticos e baixo custo	20% ou 40% de substituição de POFA por cimento
Contreras et al.	Uso de resíduos de construção e demolição para construir tijolos	Brasil	2016	Alternativa para utilização dos resíduos de construção e demolição, que geralmente são despejados em locais impróprios	50% de cerâmica, 20% de concreto e 30% de argamassa
Kizinievič et al.	Uso de casca de aveia e casca de cevada e farelo de cevada em blocos de argila	Lituânia	2017	Práticas de gestão de resíduos e economia de matérias-primas	Adicionar 5% de casca de aveia ou casca de cevada e farelo e queimar os tijolos a uma temperatura de 1000 ° C
Safinia e Alkalbani	Uso de PET's de água de 500ml em blocos de concreto	Sultanato de Omã	2016	Solução para o descarte do material, sustentabilidade	Blocos de 200x200x400mm com 8 garrafas de água
Chidiac et al.	Uso de resíduo de vidro em pó para substituir o concreto e agregados de polietileno para substituir areia em blocos de concreto fundido	Canadá	2011	Achar elementos que pudessem reduzir a quantidade do cimento Portland como agregado	10% do cimento por de resíduo de vidro em pó (WGP) e substituição de areia por até 6% do material

Fonte: os autores

Tabela 2 – 5W1H

4. Conclusão

A revisão sistemática da literatura serve para analisar os estudos previamente realizados e basear-se neles para futuras pesquisas. Além disso, é possível criar uma síntese diante de um tema específico, nesse caso, da utilização de resíduos em blocos da construção civil.

De acordo com as pesquisas e os resultados encontrados é possível notar que os estudos para a utilização de resíduos sólidos são bem comuns na engenharia civil. Eles não se restringem aos países em desenvolvimento, mas se tratam de uma questão mundial tanto para a economia de matéria prima como para a redução de custos em habitação popular.

A maioria dos autores baseou sua pesquisa em tentar incorporar elementos que substituam aglomerantes como o cimento Portland que tem um grande impacto na natureza, além de elevar os custos. Assim, a possibilidade de utilizar materiais residuais parece uma boa alternativa, como os resíduos de vidro.

Uma ideia promissora consiste em incorporar os resíduos provindos da construção civil na própria construção civil. Tendo em vista que esse setor é responsável por uma grande quantidade de resíduos urbanos, o estudo de Contreras *et al.* (2016) mostrou que blocos feitos com materiais da construção e demolição apresentam as características de engenharia

esperadas.

Esses estudos são demasiadamente importantes objetivando minimizar o déficit habitacional do Brasil. Com a utilização de materiais de custo mais acessível para a construção de moradias torna-se mais exequível a construção de habitações populares. São necessários ainda novos experimentos, testes e análises futuras de como esses blocos podem ser aplicados na construção de casas populares.

Referências

- BELLO, L.** *Dia Nacional da Habitação: Brasil tem 11,4 milhões de pessoas vivendo em favelas.* jan. 2018 . Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/15700-dados-do-censo-2010-mostram-11-4-milhoes-de-pessoas-vivendo-em-favelas>>. Acesso em: 17, set. 2018.
- BENATTI, C. T. et al.** *Utilização de resíduos industriais para produção de artefatos cimentícios e argilosos empregados na construção civil.* Agronegócios e Meio Ambiente, v. 1, n.3, p. 405-418, set./dez. 2008.
- BRERETON, P. et al** *Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain.* Journal of Systems and Software, v. 80, n. 4, p. 571–583, 2007.
- CHIDIAC, S.E. et al.** *Performance of dry cast concrete blocks containing waste glass powder or polyethylene aggregates.* Cement and Concrete Composites Volume 33, Issue 8, September 2011, Pages 855-863
- CONTRERAS, M et al;** *Recycling of construction and demolition waste for producing new construction material (Brazil case-study).* Construction and Building Materials. Volume 123, 1 October 2016, Pages 594-600.
- DEMAJOROVIC, J. et al.** *Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos.* Revista de Administração de Empresas São Paulo, v. 35, n.3, p. 88-93 Mai./Jun. 1995.
- FIORITI, C.F et al.** *Fabricação de blocos estruturais de concreto com resíduos de borracha de pneus.* Environment, v.4 n.2 2004- P. 145
- GALVÃO, T. F. et al.** *Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração.* Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, jan-mar 2014.
- KITCHENHAM, B.** *Procedures for performing systematic reviews.* Keele, UK, Keele University, v. 33, n. TR/SE-0401, p. 28, 2004.
- KIZINIEVIČ, O et al.** *Eco-friendly fired clay brick manufactured with agricultural solid waste.* Archives of Civil and Mechanical Engineering. Volume 18, Issue 4, September 2018, Pages 1156-1165
- LIMA, S. A. et al.** *Analysis of the mechanical properties of compressed earth block masonry using the sugarcane bagasse ash.* Construction and Building Materials. Volume 35, October 2012, Pages 829-837
- RAHMAN, M. E. et al.** *Performance of masonry blocks incorporating Palm Oil Fuel Ash.* Journal of Cleaner Production. Volume 78, 1 September 2014, Pages 195-201
- MARTINS, M. M. G.** *Gerenciamento de serviços de TI: uma proposta de integração de processos de melhoria e gestão de serviços.* 2006. 163 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- MENG, Y. et al.** *Recycling of wastes for value-added applications in concrete blocks:?: An overview.* Resources, Conservation and Recycling. Volume 138, November 2018, Pages 298-312
- MOSTAFA, M.; UDDIN, N..** *Experimental analysis of Compressed Earth Block (CEB) with banana fibers resisting flexural and compression forces.* Case Studies in Construction Materials, Volume 5, December 2016, Pages 53-63
- RAUT, S. O et al.** *Development of sustainable construction material using industrial and agricultural solid waste:?: A review of waste-create bricks.* Construction and Building Materials, volume 25, Issue 10, October 2011, Pages 4037-4042.
- ROCHA, J. C. et al.** *Coletânea Habitar - vol. 4 - utilização de resíduos na construção habitacional.* 2003.
- SAFINIA, S.; ALKALBANI, A.** *Use of recycled plastic water bottles in concrete blocks.* Creative Construction Conference 2016, CCC 2016, 25-28 June 2016.



VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil, 05 a 07 de dezembro de 2018

SAMPAIO, RF et al. *Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica.* Rev. bras. fisioter. vol.11 no.1 São Carlos Jan./Feb. 2007

SHON,C. et al. *Potential use of stockpiled circulating fluidized bed combustion ashes in manufacturing compressed earth bricks.* Construction and Building Materials. Volume 23, Issue 5, May 2009, Pages 2062-2071

SOARES, L. G. C et al. *Educação ambiental aplicada aos resíduos sólidos na cidade de Olinda, Pernambuco – um estudo de caso.* Revista Ciências & Tecnologia Ano 1, n. 1, julho-dezembro 2007.