Desenvolvimento de um novo compósito de construção civil adicionando o resíduo seco urbano na mistura como matéria prima.

Janilce Negrão, Thaisa Lana Pilz, Gabriella Moreira, Nicolle Christine Sotsek , Marcell Mariano Correia Maceno

Resumo: A indústria da construção civil vem desenvolvendo meios para, além de promover o crescimento do setor, contribuir para a descoberta de novos métodos construtivos, tecnologias construtivas que promovam eficiência e eficácia ao sistema de construção de edificações. Trabalhos sobre adição de fibras para o reforço de compósitos afirmam, entre outras coisas que, as fibras vegetais agregam vantagens quando utilizadas em compósitos por serem de baixo custo, baixa densidade e abrasividade, serem atóxicas, biodegradáveis e abundantes na natureza. Assim, a proposta desta pesquisa foi desenvolver um novo compósito de construção civil adicionando o resíduo seco urbano na mistura. Como resultados foram desenvolvidos diferentes produtos inovadores em que o RSU – resíduo seco urbano e outros materiais de descarte para serem utilizados como matéria prima na produção de elementos construtivos para edificações. Unindo esforço de uma universidade federal com uma cooperativa que trabalha com a coleta de resíduos sólidos domésticos em Curitiba e Região Metropolitana, a adição de alguns materiais descartados (caixas de ovo de celulose flocada, papel termo sensível para tickets de compras e EPS – poliestireno expandido ou, simplesmente, isopor) à matriz cimento e areia foi um dos objetivos da pesquisa. Os compósitos foram moldados e testados (compressão, tração na flexão) em diferentes traços de cimento, areia, material de adição e água. Além de conhecer as características físicas dos novos compósitos propostos, foi possível concluir que existem condições favoráveis para avançar com os estudos, pois os resultados foram considerados adequados à continuidade da pesquisa.
Palavras chave: Resíduos sólidos, Construção civil, Cimento Portland, Compósitos.

Development of a new civil construction composite by adding urban dry waste to the mix as raw material.

Abstract: The construction industry has been developing ways to, in addition to promoting the growth of the sector, contribute to the discovery of new building methods, building technologies that promote efficiency and effectiveness to the building construction system. Work on adding fibers to reinforce composites, among other things, that plant fibers add advantages when used in composites because they are low cost, low density and abrasive, non-toxic, biodegradable and abundant in nature. The purpose of this research was to develop a new construction composite by adding urban dry waste to the mix.As a result, different innovative products were developed in which MSW - urban dry waste and other disposal materials to be used as raw material in the production of building elements. Joining a federal university effort with a cooperative that works with the collection of domestic solid waste in Curitiba and the Metropolitan Region, the addition of some discarded materials (flocked cellulose egg boxes, thermal sensitive paper for purchase tickets and EPS). - expanded polystyrene or simply Styrofoam) to the cement and air matrix This was one of the objectives of the research. The composites were molded and tested (compression, flexural traction) on different traces of cement, sand, filler and water. Besides knowing the physical characteristics of the proposed new composites, it was possible to conclude that there are favorable conditions to proceed with the studies, as the results were considered adequate to the continuity of the research.
Key-words: Solid waste, Construction, Portland cement, Composites.

1. Introdução

As Revoluções Industriais, ocorridas a partir do século XVIII, desencadearam o desenvolvimento de novas tecnologias e, como consequência, provocaram o aumento do consumo. O nível de consumo elevado leva a um dos problemas mais discutidos atualmente: resíduos sólidos.

De acordo com De Toni, Larentis e Mattia (2012), o consumismo gerado pela sociedade capitalista traz consequências negativas para o meio ambiente. E mais, as consequências também atingem a saúde da população, como afirmam Gonçalves, Tanaka e Amedomar (2013).

Em 2008, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento revelou que, a cada três municípios brasileiros, um já teve que lidar com enchentes entre os anos de 2004 e 2008, e que 30,7% das prefeituras apontam suas causas como sendo de responsabilidade de resíduos urbanos jogados em lugares inadequados, tais como ruas e córregos.

Muitas vezes descartados de forma errônea, atualmente, os resíduos sólidos passaram receber atenção mundial. Tanto as preocupações nacionais quanto as internacionais giram em torno do crescimento do volume de resíduos, bem como a falta de áreas de destinação e inadequação, considerando ainda, as insuficiências de gerenciamento (JACOBI E BESEN, 2011).

No Brasil, entre os anos de 1991 e 2000, enquanto a população cresceu 15,6%, o descarte de resíduos sólidos apresentou um aumento de 49% (WALDMAN, 2010; DI CREDDO, 2012). Já em 2016, mesmo que a taxa tenha diminuído 2% em relação a 2015, continua superior ao crescimento populacional (ABRELPE, 2018).

Apesar da redução apresentada, em 2017, e de considerar que 91,2% dos resíduos gerados foram coletados, segundo a Folha de São Paulo (2018), o restante dos resíduos gerados nesse ano, que corresponde a 6,9 milhões de toneladas, teve um destino desconhecido, pois não foi coletado pelos serviços municipais.

Além disso, foi possível perceber neste estudo, que nem todos os resíduos, mesmo quando coletados pelas prefeituras, são destinados de forma correta. A população descarta os resíduos sem proceder à separação e isso pode comprometer o meio ambiente e o ecossistema.

Durante a Primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, em Estocolmo, na Suécia, em 1972, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da Organização das Nações Unidas, definiu o desenvolvimento sustentável como aquele que seria capaz de suprir as necessidades dos seres humanos da atualidade, sem comprometer a capacidade do planeta para atender as futuras gerações.

Com base nesse conceito, percebe-se que existe a preocupação com o desenvolvimento sustentável também na construção civil e nos processos de produção da indústria da construção civil. A partir desse ponto, em que existe uma grande preocupação em relação ao mundo e ao seu futuro, é imprescindível a busca de melhorias no presente para a garantia do futuro. Porém é preciso ir a fundo no assunto, pesquisar e levantar dúvidas e realizar experimentos.

O descarte de materiais considerados como rejeitos, após a triagem nas cooperativas, gera um volume de lixo que pode ser revertido quando esses são considerados como possíveis

matérias primas para outro tipo de disposição. O aproveitamento desses materiais na produção de compósitos para a construção civil pode ser uma saída plausível que tem, nos resultados dos testes realizados uma base para o desenvolvimento de novas demandas para testes complementares na exploração do tema proposto.

A indústria da construção civil vem desenvolvendo meios para, além de promover o crescimento do setor, contribuir para a descoberta de novos métodos construtivos, tecnologias construtivas que promovam eficiência e eficácia ao sistema de construção de edificações. Koskela (2000) diz que, com a evolução da tecnologia construtiva, a construção civil necessita cada vez mais do envolvimento de especialistas de diferentes áreas, bem como do uso de materiais tão diversos que transformam seu produto em algo de grande complexidade.

Além da questão das perdas, do aproveitamento de resíduos oriundos da própria construção civil, há trabalhos sobre adição de fibras para o reforço de compósitos. Lima Junior (2007), Silva et al (2014); Teixeira et al (2014); Rodrigues (2015), afirmam, entre outras coisas que, as fibras vegetais agregam vantagens quando utilizadas em compósitos por serem de baixo custo, baixa densidade e abrasividade, serem atóxicas, biodegradáveis e abundantes na natureza.

Assim, esta pesquisa objetivou, sobretudo, encontrar uma possível solução para a destinação de resíduos secos, de forma a reaproveitá-los, bem como soluções para a diminuição de seu descarte inadequado. Para isso, foram propostos compósitos à base de materiais descartados e, por semelhança, esses compósitos foram tratados e testados como um tipo de argamassa cimentícia, obedecendo, inclusive, as normas técnicas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, disponíveis para os ensaios.

2. Materiais e Métodos

Os resultados da revisão sistemática da literatura (RSL), em que Negrão et al (2018), pesquisaram sobre trabalhos que utilizavam materiais alternativos para a montagem de painéis de vedação para a construção civil, motivaram o desenvolvimento deste estudo. Os pesquisadores já vinham buscando soluções que poderiam ser obtidas a partir da utilização de materiais alternativos, tais como EPS (poliestireno expandido), PET (Politereftalato de etileno), papel termo sensível, papelão de caixa de ovos e plásticos provenientes de descartes do tipo PVDC (Policloreto de vinilideno). Então foram discutidas estratégias para definir os traços que seriam testados no laboratório.

A CATAMARE (Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis), atua em Curitiba e Região Metropolitana e foi criada com o objetivo de coletar, separar e proceder à destinação dos resíduos sólidos nesses locais. Atualmente, emprega menos de 50 funcionários, que têm agendas de trabalho não fixas e salários que dependem da produção total diária.

Nos levantamentos gravimétricos realizados pelos pesquisadores dentro da própria cooperativa, foi possível perceber o quanto de cada material é descartado e conduzido à separação. Na figura 1 pode ser visualizada a área de separação dos materiais da CATAMARE.

Foram feitas incursões à cooperativa para entender que tipo de material era mais abundante nos rejeitos e foram identificados o EPS, PVDC, Papéis, entre eles os que têm tratamento termo sensível, papelões de várias origens, dentre os quais, os de caixas de ovos e o papelão comum.

Notou-se que, em grande parte dos materiais destinados aos rejeitos há contaminação por materiais gordurosos, resinas e outros tipos de condição que impossibilita o aproveitamento desses materiais para a reciclagem.

Outro ponto importante dessa pesquisa é o fato de se buscarem materiais que não tenham valor comercial de reciclagem. A ideia é o aproveitamento do que se consideram rejeitos para a cooperativa se tornarem matéria prima de um compósito e, assim, apresentar uma contribuição real para o problema dos resíduos destinados aos aterros sanitários.

Figura 1 – Área interna da CATAMARE

Descoberto em 1949, o EPS "é um plástico celular rígido, resultante da polimerização do estireno em água" que, conforme afirma a ABRAPEX - Associação Brasileira do Poliestireno Expandido (2019), a construção civil vem utilizando em decorrência de suas características, pois o material é um bom isolante, além de apresentar boa absorção de choques além de boa resistência à compressão também.

O aproveitamento de PET já vem sendo desenvolvido, porém a produção e o descarte desse material ainda causam danos. A produção anual brasileira, segundo Farhan (2016), teve um salto partindo de 69 mil toneladas em 1994 para cerca de 270 mil toneladas em 1998. Com isso, segundo esse autor, tornou-se o terceiro país consumidor do material no setor de refrigerantes, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e do México. E complementa afirmando que em 2008, a produção de PET chegou a 450 mil toneladas, contra 514 mil toneladas de PET produzidas em 2011 para a fabricação de embalagens para vários fins.

As fibras de celulose já vêm sendo consideradas em pesquisas sobre materiais de construção civil, no entanto, elas são provenientes de madeiras e serragens ou de fibras naturais como o sisal, a malva e a fibra de coco, tratadas antes de serem adicionadas ao compósito. Neste estudo elas têm origem em materiais de descarte do lixo seco urbano, principalmente papelões rejeitados para a reciclagem e papéis de tickets de cartões de pagamento a crédito ou débito, recibos de supermercados e comércio em geral. O papel termo sensível, comumente utilizado em lojas, mercados e bancos recebe um tipo de tratamento para que a impressão seja feita pela aplicação de calor. Por ser um tipo de material presente na vida de diversas pessoas, a consequência é que esse material é encontrado em grande quantidade.

As embalagens plásticas flexíveis são feitas a partir de misturas de materiais em suas camadas. Um dos materiais mais utilizados nessas misturas é o PVDC (cloreto de polivinilideno). As embalagens de remédios do tipo *blister* têm uma parte desse material. Esse tipo de plástico também é utilizado em forma de filme devido ao alto potencial de preservar o produto

embalado, geralmente associado a camadas de PET (polietileno tereftalato), PVC (policloreto de polivinila), BOPP (película de polipropileno biorientada) ou PP (polipropileno). Os plásticos chamados PVDC são um tipo de plástico difícil de ser reciclado e, caso incinerado, libera dioxinas. (HERNADEZ, 2019).

Assim, depois de serem filtrados os resultados provenientes da RSL e de serem levantados os materiais de descarte que estavam disponíveis na separação/triagem na empresa parceira, para este estudo foram considerados os materiais provenientes de papelão de caixa de ovo, papel termo sensível, plástico e EPS. A composição que se buscava tinha como premissa a presença do cimento Portland e as possíveis adições para novos compósitos.

No LAME, laboratório no Campus Politécnico onde foram feitos os testes com os materiais escolhidos. Foram estabelecidos traços diferentes para cada um dos materiais. Cada corpo de prova foi testado com duas datas diferentes: 14 e 28 dias. Os corpos de prova foram moldados em formato prismático de 4cm x 4cm x 16 cm (ABNT - NBR13279:2005).

Os materiais de adição utilizados nesse estudo e suas características foram:

- EPS, sigla para Poliestireno Expandido, comumente encontrado em embalagens.
- Papel termo sensível, comumente encontrado em lojas, mercados e bancos pois a impressão se dá pelo calor. Por ser um tipo de material presente na vida de diversas pessoas, a consequência é que esse material é encontrado em grande quantidade.
- Papelão de caixa de ovo, como a reciclagem desse material diferenciada, suas fibras celulósicas podem não estar adequadas para o processo. Nesse estudo, utilizou-se a caixa de ovo por ser um item abundante e muitas vezes descartado.
- Plástico, nesse caso, na maioria constituído de PVDC, Policloreto de vinilideno.
- PET, polietileno tereftalato, é um polímero termoplástico, formado pela reação entre o ácido tereftálico e o etileno glicol. Comumente encontrado em garrafas e tecidos.

Devido às semelhanças dos novos compósitos com as argamassas cimentícias, optou-se por tratá-los como tal. Outra peculiaridade desses compósitos foi a ausência de cal nas misturas.

A norma brasileira NBR 13279 (ABNT, 2005) indica o procedimento experimental para determinação da resistência à tração na flexão e à compressão em argamassas para assentamento e revestimento de paredes e tetos. Neste estudo, foram preparados três corpos de prova para cada uma das misturas de argamassa e mais três corpos de prova com o traço padrão considerado de 1:3:0,5 (CIMENTO: AREIA: ÁGUA) para verificação da resistência à tração na flexão e à compressão com 14 e 28 dias de idade.

Para a determinação das resistências de tração na flexão bem como de compressão, os corpos de prova devem ser posicionados no dispositivo de apoio, em seguida deve ser aplicada uma carga de (50±10) N/s até a ruptura. Para a determinação da resistência à compressão devem ser utilizadas as metades dos corpos-de prova do ensaio de flexão.

A resistência à tração na flexão é calculada segundo a equação:

$$R_f = \frac{1{,}5 F_f L}{40^3}$$

Onde:

R_f: resistência à tração na flexão (MPa)

F_f: carga aplicada verticalmente no centro do prisma (N)

L: distância entre os suportes (mm)

Na Tabela 1, mostra-se a composição e os traços propostos relacionados e identificados pelos materiais constituintes de cada mistura considerada nessa pesquisa.

CP	**TRAÇO em massa, dado por C: a: m1: m2: x (cimento: areia: material 1: material 2: água) CP's prismáticos (4 x 4 x16) cm³**	
CP1	1:0,08:0,5	Cimento: papelão de caixa de ovo: água
CP2	1:0,08:0,5	Cimento: papelão: água
CP3	1:0,08:0,5	Cimento: papel termo sensível: água
CP4	1:2:0,03:0,6	Cimento: areia: EPS: água
CP5	1:1,193:0,0143:0,5	Cimento: areia: EPS: água
CP6	1:4,64:0,013:0,5	Cimento: areia: plástico: água
CP7	1:2:0,03:0,5	Cimento: areia: PET: água

Fonte: Os Autores (2018)

Tabela 1 – Composições e traços

3. Resultados e discussão

Como resultados desse estudo, foi possível perceber as variações de comportamento das misturas experimentadas. Na medida em que se adicionam fibras de celulose ou EPS, o resultado dos testes mostra que, nem sempre há uma queda no desempenho quando relacionados com o padrão estabelecido neste estudo. No entanto, há um comportamento de resistência que pode ser considerado tomando como base o traço padrão escolhido para esse estudo.

Os compósitos 1, 2 e 3 foram elaborados à base de fibra de celulose, porém o CP1, elaborado com fibras de celulose de caixas de ovos teve comportamento melhor que os outros 2. O compósito 2 apresenta resistência de cerca de 40% do valor dos resultados do CP1, tanto aos 14 quanto aos 28 dias. O CP3 apresenta comportamento intermediário aos CP1 e CP2, com o decréscimo de cerca de 20% de resistência à compressão, mas o descarte desse tipo de papel é feito totalmente como rejeito, o que traz uma vantagem sobre os demais tipos de fibras de celulose utilizados nesse estudo.

Os compósitos 4 e 5, feitos à base de EPS tiveram resultados diferentes entre si. Esses compósitos foram elaborados sem a exclusão total da areia e, embora tenha sido considerada ligeira modificação aos teores de areia e da relação água/cimento, os resultados se mostraram bem diferentes. O CP4 apresentou resultados menores, de cerca de 75% dos valores encontrados para o CP5. Devido à baixa densidade do material, apesar das proporções em massa terem sido baixas, em termos volumétricos, o compósito 5 teve bom comportamento quanto ao fator peso e às resistências mecânicas nos testes por se aproximarem os resultados do CP3, elaborado com fibras de celulose de papel termo sensível.

O compósito 6 em que se utilizaram os plásticos teve comportamento semelhante aos

compósitos 4 e 7, de EPS e PET, respectivamente, no entanto o teor de areia dessa mistura foi de mais que o dobro do que foi considerado no CP4 e igual ao do CP7 e os resultados foram, praticamente iguais, como pode ser observado na tabela 2.

O compósito 7 teve como característica a adição de grânulos de garrafas PET que foram obtidos em uma picotadora, assim, apesar de terem sido testados os corpos de prova desse compósito, ele foi descartado devido às dificuldades de obtenção dos grânulos e deverá ser alvo de novos testes em um estudo futuro.

Considerando os resultados obtidos para os 14 e para os 28 dias, foi possível verificar ainda, que os valores encontrados para o CP padrão ficaram mais baixos que os do CP1, CP3 e CP5, mas se distanciou bastante nos resultados dos 28 dias ficando muito acima dos valores dos compósitos mencionados.

Outra observação importante é que, não ouve cura dos CPs, apenas secagem na câmara seca com temperatura de 23ºC e 50% de umidade considerada. Assim, dentro dessa condição, os resultados apontam para um comportamento de perda de capacidade de resistência à compressão para os compósitos do CP3, CP4, CP5, CP6 e CP7 e ligeiro acréscimo, permanecendo, praticamente estáveis nesse quesito, o CP1 e CP2. Somente o CP padrão teve comportamento esperado para as idades de 14 e 28 dias, com acréscimo de resistência compatível com o comportamento de misturas à base de cimento Portland.

Para os resultados dos ensaios de tração na flexão, todos os compósitos obtiveram ganhos pelo fator idade. Os melhores resultados foram para os compósitos do CP1 e CP3 com resultados iguais para a idade de 14 dias (4,5MPa) e aos 28 dias (5.8MPa).

Os resultados dos compósitos dos CP2, CP6 e CP7 ficaram semelhantes aos do CP padrão (2,1MPa) aos 14 dias e aos 28 dias seguindo o mesmo comportamento (2,5MPa). O CP4 e o CP5 tiveram resultados ligeiramente maiores que o CP padrão aos 14 dias (2,9MPa) e isso se repetiu aos 28 dias, mas o CP5 teve um melhor resultado que o CP4 (2,9MPa e 3,6 MPa, respectivamente).

A Tabela 2 apresenta os resultados desses ensaios para cada corpo de prova mencionado, inclusive os resultados do CP padrão.

CP	COMPRESSÃO		TRAÇÃO NA FLEXÃO	
	Tensão máxima (MPa)		Resistência à flexão (MPa)	
IDADE	14	28	14	28
CP1	16,5	16,8	4,4	5,8
CP 2	6,8	7,0	2,1	2,6
CP 3	13,1	12,9	4,5	5,8
CP 4	9,7	8,6	2,8	2,9
CP 5	13,1	9,2	2,9	3,6
CP 6	9,7	9,5	2,1	2,4
CP 7	9,6	8,1	2,2	2,5
CP PADRÃO	12,8	34,2	2,2	2,5

Fonte: Os Autores (2018)

Tabela 2 – Resultados

A figura 2 apresenta um de cada dos corpos de prova preparados com adições para os testes. É possível perceber diferentes colorações após a secagem dos compósitos em câmara seca, resultado dos materiais de adição de cada composição.

É possível perceber texturas diferentes que, também podem ser associadas aos diferentes tipos de adição que foram feitas à matriz de cimento Portland.

Figura 2 – Corpos de prova preparados com adições para testes

5. Considerações finais

Uma consideração importante que pode ser feita a partir desse estudo, diz respeito aos ensaios de tração na flexão. Os compósitos, alvo deste estudo, têm como aplicação principal a produção de elementos de vedação para paredes de casas consideradas como habitações de interesse social. Assim, os valores muito próximos ou acima do Cp padrão levam a crer que há possibilidade de utilização desses compósitos na produção de placas destinadas à construção dessas habitações.

Ainda dentro do objetivo de viabilizar o uso de um novo compósito que tenha adições alternativas de materiais provenientes de descarte, muito tem que ser considerado. Este é um estudo inicial que incita a novas propostas, como por exemplo, testes de permeabilidade, reatividade, lixiviação e desgate do material. E mais, considerar que, para a produção de elementos de vedação, tais como blocos e placas, há de se considerar a realização de testes de conforto térmico e acústico, de impacto e outros que possam levar à validação do novo compósito.

Ao se pensar em soluções para a destinação correta de resíduos sólidos urbanos que são encontrados em grandes volumes, pensa-se no mundo, nas gerações atuais e nas futuras. Este trabalho encontrou seu objetivo quando, ao se utilizarem materiais que seriam considerados lixo, esses foram redirecionados para uma utilização alternativa. O desejo de simplificar essa solução e de possibilitar que as pessoas possam ter acesso a esses novos materiais para a construção de suas habitações sociais é um outro ponto que se vislumbra para a continuação deste estudo no futuro. A pesquisa não termina aqui, mas recomeça a partir daqui.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13279: I Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, p. 09. 2005.

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017**. Edição especial 15 anos. ABRELPE. São Paulo. 2018. Disponível em : <http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf> . Acesso em: 29 set. 2019.

ABRAPEX - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO POLIESTIRENO EXPANDIDO. **O que é EPS**. Disponível em: <http://www.abrapex.com.br/01OqueeEPS.html>. Acessado em: 20 de julho de 2019.
DE TONI, D., LARENTIS, F., & MATTIA, A. **Um estudo sobre a configuração da imagem do conceito de consumo consciente**. Revista de Gestão Social e Ambiental: RGSA, 6(3), 113-128, 2012.

DI CREDDO, E. **Lixo urbano: um desafio ambiental**. Entrevista - IHU On-Line, São Leopoldo, 05 abr. 2012. Disponível em: < http://www.ihu.unisinos.br/entrevistas/508034-lixo-urbano-um-desafio-ambiental-entrevista-especial-com-eleusis-di-creddo> Acesso em 12 ago, 2019

FARHAN, A. **PET: Síntese e aplicações – Transformação** Plástico Moderno, 6 de dezembro de 2016 Disponível em: https://www.plastico.com.br/pet-sintese-e-aplicacoes-transformacao/?unapproved=12182&moderation-hash=b9047fa28ab90c5dcf734f09452340c7#comment-12182 Acesso em 23 set. 2019.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Brasil produz mais lixo, mas não avança em coleta seletiva**. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2018/09/brasil-produz-mais-lixo-mas-nao-avanca-em-coleta-seletiva.shtml>. Acessado em: 18 de fevereiro de 2019.

GONCALVES, M. A., TANAKA, A. K., & AMEDOMAR, A DE. **A destinação final dos resíduos sólidos urbanos:** alternativas para a cidade de São Paulo através de casos de sucesso. Future Studies Research Journal: Trends and Strategies, 5(1), 96-129, 2013.

HERNANDEZ, M. I. **Ecycle, sua pegada mais leve.** Copyright 2010/2019. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/67-dia-a-dia/4779-embalagens-plasticas-flexiveis-pvdc-embalagem-flexivel-plastico-revestimento-tecnologia-materiais.html>. Acesso em: 27 set. 2019

JACOBI, P. R. & BESEN, G. R. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo:** desafios da sustentabilidade. Estudos Avançados, v. 25, n. 71, p. 137-158, 2011.

KOSKELA, L. An exploration towards a production theory and its application to construction Espoo 2000. Technical Research Centre of Finland, VTT Publications 408. 296 p. Disponível em: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2000/P408.pdf> Acesso em: 13 ago. 2019.

LIMA JÚNIOR, U. M. **Fibras da semente do açaizeiro (Euterpe Oleracea Mart.): avaliação quanto ao uso como reforço de compósitos fibrocimentícios** Dissertação de Mestrado Engenharia e Tecnologia de Materiais. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 2007. Disponível em: < http://hdl.handle.net/10923/3384> Acesso em: 10 dez. 2018.

NEGRÃO, J. S. M.; MOREIRA, G.; PILZ, T. L.; SOTSEK, N. C.; MACENO, M. M. C. **Estudo dos materiais alternativos para a montagem de painéis de vedação para a construção civil: uma revisão sistemática da literatura.** VIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção

(CONBREPRO 2018) "As Engenharias e a Indústria 4.0". Dez 2018. Disponível em: < http://aprepro.org.br/conbrepro/2018/anais.php> Acesso em: 30 set. 2019

RODRIGUES, F. A. **Estudo da influência de diferentes tratamentos (fibra/matriz) nas propriedades mecânicas de compósitos cimentícios reforçados com fibra de malva**. Dissertação de mestrado UFAM. 2015. Disponível em: <http://tede.ufam.edu.br/handle/tede/5223>. Acesso em: 29 jan. 2018.

SILVA, E. J.; SILVA, P. D.; MARQU'ES, M. L.; FORNARI JUNIOR, C. C. M.; GARCIAS, F. C.; LUZARDO, F. H. M. **Resistência à compressão de argamassas em função da adição de fibra de coco**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.12, p.1268–1273, 2014 Campina Grande, PB, UAEA/UFCG. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/278391919_Resistencia_a_compressao_de_argamassas_em_funcao_da_adicao_de_fibra_de_coco >. Acesso em: 15 dez. 2018.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Programa de modernização do setor de saneamento:** diagnóstico da gestão e manejo de resíduos sólidos urbanos – 2008. Disponível em: < http://www.snis.gov.br/>. Acesso em 05 jul. 2019.

TEIXEIRA, F. P.; ALFAIA, M. A.; SANTOS, A. J. G.; SOUZA, J. H. S.; SILVA, D. S.; MOUTINHO,D. J. C.; FUJIYAMA, R. T. **Avaliação de propriedades mecânicas de compósito cimentício reforçado com fibras de piaçava** 21º CBECIMAT - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais 09 a 13 de Novembro de 2014, Cuiabá, MT, Brasil. Disponível em: <http://www.metallum.com.br/21cbecimat/CD/PDF/205-050.pdf>. Acesso em 10 dez. 2018.

WALDMAN, M. **Lixo:** cenários e desafios. ISBN 978-85-249-1624-3, 231 páginas. São Paulo: Cortez, 2010.