

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO ESTRUTURAL LEVE UTILIZANDO ADIÇÃO DO RESÍDUO DE E.V.A

Luciana Pereira de Oliveira ¹
Silvana Ferreira Bicalho ²
Nilton Correia Meira Neto³

Educação Ambiental

Resumo

Devido à quantidade elevada de resíduo de E.V.A que é gerada nas indústrias calçadistas e levando em consideração o longo tempo que este material leva para se decompor, o presente trabalho busca uma solução para reaproveitar esses resíduos de E.V.A, para serem utilizados na construção civil como adição do concreto. Para isso, utilizou-se amostra do resíduo e testes em laboratório juntamente com os demais agregados utilizados na fabricação do concreto. Após a caracterização dos agregados foi possível realizar a moldagem de corpos de provas para, assim, encontrar a resistência com a adição do E.V.A. No decorrer dos testes, identificou que o resíduo de E.V.A absorve boa parte da água e, por isso, não é possível uma adição muito grande do resíduo. Após os resultados, concluiu que não é satisfatório para ser considerado concreto estrutural leve devido à resistência não atingir o que a NBR exige.

Palavras-chave: Indústria Calçadista; Reaproveitamento; Testes

¹Prof. Luciana Pereira de Oliveira, Ex. aluna Faculdade Santo Agostinho–, Engenharia Civil, luoengcivil@gmail.com.

²Prof. Esp. Silvana Ferreira Bicalho, Faculdades Santo Agostinho, – Campus Vitória da Conquista, Departamento professora, silfbicalho@hotmail.com.

³ Prof. Esp. Nilton Correia Meira Neto, Faculdades Santo Agostinho, – Campus Vitória da Conquista, Departamento professor, niltonneto.eng@gmail.com

INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos ramos de indústrias que possui um exemplo significativo de empregabilidade de pessoas e que apresentam resultados econômicos positivos no produto interno bruto (UNIEMP,2010). Com base em (KARPINSK et al., (2009)), a construção civil para a economia social é uma das atividades mais importantes do país, mas olhando para o lado ambiental é o ramo que gera grandes impactos devido a geração e gerenciamento de forma inadequada de seus resíduos.

A geração de resíduos referencia-se não somente à construção civil, mas sim às indústrias em geral, devido ao desenvolvimento tecnológico que se encontra cada vez mais avançado. A exemplo, pode se dizer que as indústrias calçadistas são uma grande geradora de resíduos e, que, grande maioria desses resíduos gerados são descartados nos aterros sanitários.

As indústrias calçadistas fazem parte historicamente da cadeia produtiva do couro, uma vez que o couro era a principal matéria-prima para a confecção dos calçados, mas com o surgimento de novas tecnologias e a escassez do mesmo, as indústrias passaram a utilizar outras matérias-primas, principalmente os sintéticos (ZINGANO; OLIVEIRA, 2014).

No cenário atual, um dos sintéticos mais utilizados em indústrias calçadistas para confeccionar sapatos é o Ethylene Vinyl Acetate no português Etileno Acetato de Vinila, e conhecido popularmente pela sigla E.V.A. O E.V.A é um polímero emborrachado, moldável com características adesivas e segmentos à prova d'água, além de ser adquirido mediante método de copolimerização dos monômeros de acetato de vinila e etileno em um complexo de alta pressão (ROCHA *et al.*, 2016).

O E.V.A foi descoberto na década de 50, nos Estados Unidos, e desde então, vem sendo utilizado de forma numerosa pelas indústrias. Na década de 70, quando se passava por uma escassez de couro e em consequência preços altamente elevados, as indústrias calçadistas começaram a procurar alternativas que pudessem substituir este material de forma eficaz, e devido à procura, a alternativa encontrada foi o E.V.A para produção de calçados, Rocha *et al.* (2016). O E.V.A possui boas características para a confecção de palmilhas, solados e entressolas, devido à sua grande durabilidade, resistência à pressão e

absorção de choques, sem descartar o custo que é mais econômico comparado com o couro.

No mundo, os principais produtores de calçados são, China, Brasil e Índia. No Brasil os pólos industriais de calçados ficam nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Sergipe, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Santa Catarina (ALMEIDA,2013).

Os estados da Bahia e do Ceará foram transformados como importantes produtores de calçados no cenário nacional, devido a implantação de pólos de calçados vindo de outros estados do país. Na Bahia, as principais fábricas de calçados ficam no sudoeste baiano, nas cidades de Vitória da Conquista, Itapetinga, Jequié e nas regiões metropolitanas de Salvador.

De acordo com (ZATTERA *et al.*, 2005), uma das regiões do Brasil que produz grande quantidade de resíduos de E.V.A é a região Sul, atingindo uma quantidade superior a duzentas toneladas por mês.

Correspondente aos problemas referenciando às exigências ambientalistas, estudantes e pesquisadores buscam por soluções. Segundo Maclaren *et al.*, (1997) *apud* ROCHA *et al.*, (2016), a reciclagem está dentro dos três fatores que estão em andamento para minimizar a proporção de resíduos que são destinados em aterros, e os três fatores se resumem em reciclagem, reutilização e a redução da origem.

Velho (2007), estima que é gerado em média aproximadamente 220 gramas de resíduos para confecção de um par de calçados. Dados do IBGE (2019), contabiliza uma população do Estado da Bahia de 14.812.617 milhões pessoas, caracterizando cerca de 7,1% da população brasileira, assim pode concluir que, gera um total aproximadamente de 3.258.775,74 kg de resíduos de E.V.A para confecção de um par de sapato para cada habitante do Estado da Bahia.

Desta maneira, meios precisam ser encontrados para que evitem a destinação inadequada desses resíduos, evitando maiores impactos para o meio ambiente, a vida e a saúde das pessoas. O E.V.A é um material não degradável e de lenta decomposição, 250 a 400 anos em média, (FONTANELLA (2014). Sua destruição é possível através de reação química não – reversível a uma temperatura de calor de 150° C em que se transforma o E.V.A em um pó não solúvel, nem absorvido pela terra. No entanto, a queima deste material irá liberar um poluente aéreo, gás carbônico em que contamina a atmosfera. E por ser

composto por uma baixa massa unitária pode causar sérios problemas ambientais.

A Lei nº 12.305/10 de agosto de (2010) institui a Política Nacional de Resíduos sólidos e apresenta que, a responsabilidade de gerenciamento dos resíduos é de quem gera, e todos estão sujeitos ao cumprimento desta lei, pessoas jurídicas ou físicas, de poder privado ou público, que sejam responsáveis pela geração e ações referentes ao gerenciamento de resíduos sólidos direta ou indiretamente.

Uma dificuldade nos dias atuais é fazer com que o número de resíduos reduza, pois o grande desenvolvimento das indústrias e consumismo da sociedade tende a produzir cada vez mais a quantidade de resíduos. E segundo Asta (2018), os resíduos industriais são os que mais agredem o meio ambiente.

Baseado no artigo 9º da Lei 12.305/10, existe uma hierarquia para gerenciamento dos resíduos, em que se deve obedecer a algumas prioridades que são definidas por etapas: não gerar, reduzir, reutilizar, reciclar, tratar os resíduos sólidos e disposição final. Essa ordem de prioridades busca conscientizar, que antes de lidar com a reciclagem e o tratamento final, a não utilização ou talvez uma utilização preventiva de forma correta, sendo assim, válido para todos os resíduos.

Uma alternativa é reaproveitar os resíduos de E.V.A, os quais são gerados nas indústrias de calçados na região sudoeste da Bahia, com o propósito de poder reduzir a quantidade de resíduos que são descartados em aterros sanitários, pensando na questão ambiental atual e futura. Além de movimentar a economia, gerando empregos formais e renda, a exemplo de cooperação de catadores nas indústrias para todas as etapas de produção, (VITAL; INGOVILLE; PINTO, 2014).

Na passagem, será desenvolvido um estudo com análise laboratorial para o reaproveitamento do resíduo de E.V.A, avaliando a resistência do concreto com a adição do mesmo para ser utilizado na construção civil, que é um grande espaço em que absorve as inovações, principalmente as de resíduos que são geradas por diversas indústrias. Isso pode refletir de forma mais econômica do produto e com boas características para a sua utilização. Desta forma, o presente estudo busca encontrar resultados “ambientalmente satisfatórios” com benefícios econômicos agregadores ao ramo da construção.

METODOLOGIA

A princípio realizou-se uma revisão bibliográfica com temas semelhantes para ter embasamento teórico para o trabalho. Posterior a esta etapa, foi recolhida amostra de resíduos E.V.A em indústrias calçadistas da região Sudoeste da Bahia, na cidade de Itapetinga. Todos os processos de ensaios foram realizados no laboratório de Materiais de Construção da Instituição Faculdades Santo Agostinho (FASAVIC), utilizando os materiais: areia média, brita 01, cimento CII e o E.V.A triturado.

O Cimento CII concerniu devido apresentar composição básica de gesso mais clíquer, adição de outro componente. O cimento CP II produz calor em uma velocidade inferior ao cimento CPI, como também o CII apresenta melhor resistência ao ataque dos sulfatos compostos no solo, representado pela NBR 11578 (ABNT,1991) e um preço não tão elevado comparado com cimentos de maiores resistência.

Em seguida, no laboratório realizou-se a caracterização dos materiais. O Quadro 1 apresenta a classificação da granulometria pela NBR 7217 (ABNT, 1987) da areia média.

Quadro 1: Classificação da Granulometria da Areia

Peneira # (mm)	Massa Retida (g)	Retida %	% Retida Acumulada	Massa Retida Acumulada	Resultado Passante (%)
1 (25,0 mm)		0,00	0,00	0,00	100,00
3/4 (19,0 mm)		0,00	0,00	0,00	100,00
1/2 (12,7mm)		0,00	0,00	0,00	100,00
3/8 (9,50mm)		0,00	0,00	0,00	100,00
1/4 (6,35mm)		0,00	0,00	0,00	100,00
4 (4,76 mm)	5,00	1,00	1,00	5,00	99,00
10 (2,0 mm)	10,00	2,00	3,00	15,00	97,00
16 (1,18 mm)	15,00	3,00	6,00	30,00	94,00
30 (0,6 mm)	85,00	17,00	23,00	115,00	77,00
40 (0,42 mm)	130,00	26,00	49,00	245,00	51,00
100 (0,15 mm)	250,00	50,00	99,00	495,00	25,00
200 (0,075 mm)	5,00	1,00	100,00	500,00	50,00
Fundo	0,00	0,00	100,00	500,00	-
Total	500,00	100,00			
Módulo Finura: 2,81					

Fonte: Elaborada pelo autor com base na (NBR 7217 (ABNT, 1987)), (2019).

O ensaio da granulometria foi realizado como o quadro 1 apresenta, 500 gramas de areia no peneirador com peneiras de diferentes tamanhos de telas. Começando pela peneira de tela de 4,76 mm, pois foi a primeira peneira que ficou retido parte do agregado, as demais,

devido ao milímetro da tela ser maior, não foram utilizadas para o agregado ensaiado. Após o processo de granulometria foi possível encontrar o módulo de finura da areia, 2,81.

A massa específica dos agregados pela NBR 9776 (ABNT, 1987) apresentada no Tabela 1, foi realizada no frasco de Chapman com uma amostra de 500 gramas de areia, que passou pelo processo de secagem na estufa a uma temperatura de 110° C por 24 horas, para desapoderar de todo sua umidade.

Para encontrar a massa específica da brita, realizou-se o ensaio em uma proveta com base na NBR NM 53 (ABNT, 2003), utilizando 250 gramas que transpôs por uma lavagem para retirar qualquer adição de pó e após a lavagem passou pela estufa a uma temperatura de 110° C por 24 horas.

Tabela 1: Massa específica dos agregados

MASSA ESPECÍFICA DA AREIA MÉDIA			
Massa agregado (g)	Volume de água (cm ³)	Leitura L (cm ³)	y da Areia (g/cm ³)
500	200	390	2,6313

MASSA ESPECÍFICA DA BRITA 1			
Massa agregado (g)	Volume de água (cm ³)	Leitura L (cm ³)	y da Areia (g/cm ³)
250	400	500	2,5

Fonte: Elaborada pelo autor com base na (NBR 9776 (ABNT, 1987) e NBR NM 53 (ABNT, 2003)), (2019).

A Tabela 2, apresenta a massa unitária dos agregados pela NBR NM 45 (ABNT, 2003), realizado entre a relação da massa depositada em um recipiente com o volume do mesmo.

Tabela 2: Massa unitária dos agregados

MASSA UNITÁRIA DA AREIA MÉDIA			
Volume do Recipiente (dm ³)	Massa do Recipiente + amostra	Massa do Recipiente (kg)	Massa unitária (kg/dm ³)
20	28,895	3,815	1,2558

MASSA UNITÁRIA DA BRITA 1			
Volume do Recipiente (dm ³)	Massa do Recipiente + amostra	Massa do Recipiente (kg)	Massa unitária (kg/dm ³)
20	32,025	3,815	1,4125

Fonte: Elaborada pelo autor com base na (NBR NM 45 (ABNT,2003)), (2019).

De acordo com Paula (2011) *apud* NBR NM 23(ABNT, 2011), a massa específica do EVA corresponde a 3,00g/cm³.

Após a caracterização dos agregados, foi realizado o traço para a moldagem dos corpos de prova através do método ABCP/ACI.

Nos cálculos desenvolvidos, a resistência característica do concreto à compressão (FCK), com 28 dias são de 34 MPa, visto que o fator água/cimento correspondia a 0,45 através dos parâmetros de dosagem do concreto pelo método utilizado. Em seguida, foi calculado a quantidade de água, cimento e areia. Posteriormente, chegou-se ao traço com uma adição de resíduo comparado a uma porcentagem da areia utilizada, 25% e 5%, pelo método hipotético indutivo, como mostra na Tabela 3.

Tabela 3: Traço do concreto utilizado

TRAÇO DO CONCRETO					
	Cimento (Kg)	Areia (Kg)	Resíduo E.V.A (Kg)	Brita 1 (Kg)	Água (L)
Padrão	1	1,7	0	2,25	0,48
Adição 25% Resíduo E.V.A	1	1,7	0,425	2,25	0,48
Adição 5% Resíduo de E.V.A	1	1,7	0,085	2,25	0,48
Adição 5% Resíduo E.V.A +100 ml de água	1	1,7	0,085	2,25	0,58

Fonte: Elaborada pelo autor, (2019).

A Figura 1, trata da representação dos agregados que foram pesados e separados para a moldagem dos corpos de provas – CP's. Na ordem, encontram-se: (1) - Resíduo de E.V.A, (2) - areia, (3) - cimento, (4) - brita nº1 e (5) - água.



Figura 1. Agregados.

Fonte: Elaborada pelo autor, (2019).

Na moldagem a utilização da quantidade de material corresponde, 4 kg de cimento CII, 6,8 kg de areia média, 0,595 kg de resíduo de E.V.A e 2,02 litros de água. Utilizado uma balança digital para pesar os materiais.

Foram moldados um total de 12 CP's para serem rompidos com idades de 7 dias, 14 dias e 28 dias, com adição comparada a areia de 0%, 5%, 25%, de resíduos triturados de E.V.A.

Os agregados para a produção do concreto foram misturados em uma betoneira de eixo inclinado de capacidade de 120 litros. Anterior a moldagem dos CP's foi realizado o *Slump test* do concreto para verificar o abatimento conforme solicita a NBR NM 67 (ABNT, 1998). Para verificação do *slump* foi necessário um cone oco com diâmetro de base inferior de 200mm e diâmetro de base superior de 100mm, uma haste metálica com comprimento de 60 cm e diâmetro de 16 mm e uma placa de base metálica quadrada com dimensões de 600mm. O cone foi colocado sobre a placa e umedecida com água antes de colocar o concreto, para auxiliar no depósito do concreto no cone foi colocado um funil e utilizado uma concha. O preenchimento foi realizado em 3 camadas e com a haste foi compactada cada camada com 25 golpes.

As moldagens dos CP's, foram realizadas respeitando a NBR 5738 (ABNT, 2015), com cilindro de 20cm x 10 cm, duas camadas de concreto dando 12 golpes em processo manual com haste de aço de comprimento de 60 cm. Após 24 horas de moldagem, os CP's foram desmoldados e armazenados dentro de um tanque com água e cal para a cura de suas idades e resultados da resistência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a execução do traço e a moldagem dos CP's, foi possível notar que o E.V.A absorveu uma quantidade considerável de água, devido a porcentagem de E.V.A que foi utilizada, houve uma redução de 20%, passando de 25% para 5%.

Analisando e sabendo que as massas específicas dos materiais são diferentes, realizou-se um teste de 24 horas de resíduo de E.V.A saturada em água, e após o teste obteve a confirmação de um aumento de 9% do peso do resíduo, com absorção de 36,75% da água utilizada, concluindo então que o resíduo aglomerou parte da água. Os pesos foram

verificados por uma balança calibrada e comparados após a saturação. Abaixo, encontra-se a Tabela 4 com os resultados de resistência dos CP's com suas respectivas idades de cura.

Tabela 4: Resultados da Resistência dos corpos de prova

CONTROLE DOS RESULTADOS DOS CORPOS DE PROVA						
	7 dias		14 dias		28 dias	
	Densidade (kg/dm ³)	Fck (MPa)	Densidade (MPa/dm ³)	Fck (MPa)	Densidade (kg/dm ³)	Fck (MPa)
Padrão	2,33	11,74	2,33	20,83	2,33	24,01
25% E.V.A	1,59	0,56	1,59	0,69	1,59	0,71
5% E.V.A	2,05	5,93	2,05	6,11	2,05	7,10
5% E.V.A + H2O	2,10	5,27	2,10	9,04	2,10	6,72

Fonte: Elaborada pelo autor, (2019).

Para encontrar a resistência do concreto foi utilizada uma prensa hidráulica calibrada. Entretanto, a resistência de 28 dias do CP moldado com 5% E.V.A mais adição de 100 ml de água obteve um resultado menor que 14 dias de idade, neste caso, conclui-se que houve uma divergência no momento do rompimento do corpo de prova na prensa.

Na Figura 2, mostra a imagem dos CP's rompidos com 28 dias de idade sendo 25% E.V.A, 5% E.V.A e 5% E.V.A com adição de água, respectivamente:

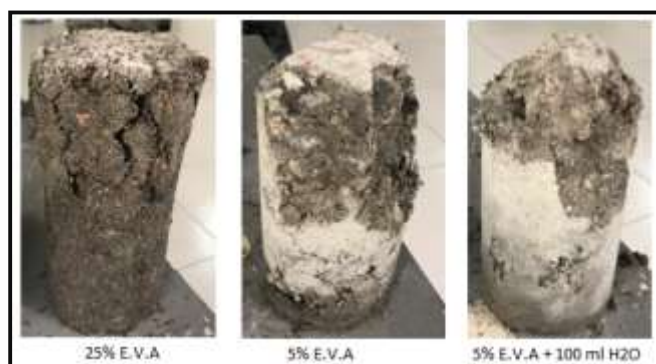


Figura 2: Corpos de provas após serem rompidos

Fonte: Elaborada pelo autor, (2019).

De acordo a ACI 213R-03 (ABNT, 2003), norma americana, para ser considerado concreto leve, esse deve apresentar resistência com 28 dias de idade acima de 17 Mpa e apresentar massa específica maior que 1120 kg/m³ e menor que 1920 kg/m³.

Entretanto, a norma brasileira NBR 8953 (ABNT, 2015), diz que, para ser considerada concreto leve, deve ter massa específica seca inferior a 2000kg/m^3 e acima de 20 Mpa.

Para tanto, os resultados não foram satisfatórios para ser utilizado o concreto com classificação de concreto estrutural leve, pois os resultados foram abaixo do descrito em NBR 8953 (ABNT, 2015).

Segundo Rossignolo (2009), o formato das partículas do agregado utilizado influencia nas propriedades do concreto, pois para conseguir uma boa trabalhabilidade é alterada a quantidade de água, e essa interfere diretamente na resistência.

Paula (2011), realizou uma pesquisa com o resíduo de E.V.A substituindo o agregado brita, mas seus resultados de 28 dias de idade do concreto não foram satisfatórios para ser utilizado por concreto estrutural leve, pois a resistência correspondia abaixo de 17 Mpa.

Com base em Newman e Choo (2003 *apud* PAULA 2011), não podem ser utilizados os compostos do E.V.A para fim Estrutural/ Isolamento ou apenas de Isolamento, devido a massa específica e a resistência.

CONCLUSÕES

Após os estudos, foi encontrada uma forma de reutilização de resíduos de E.V.A gerados nas indústrias calçadistas mesmo que em pequena quantidade. A pesquisa obteve resultado de reaproveitamento, porém, não como concreto estrutural leve.

A massa específica encontrada comparada entre todos os CP's variou entre 1590kg/m^3 a 2330kg/m^3 , valor um pouco acima do que a norma descreve, e as resistências variaram entre 0,71 Mpa a 24,01 Mpa, diferença de 97,04% da menor resistência a maior.

Entretanto, pode ser utilizado como contrapiso de residência somente para regularização do piso, levando em consideração que sua resistência é inferior comparada ao convencional, e o E.V.A possui uma boa propriedade de isolante acústico. Assim, a utilização de concreto com resíduo de E.V.A é uma boa opção para execução de contrapiso, devido as vantagens em suas características.

Sugere-se novos estudos sobre o resíduo de E.V.A, fim de encontrar outros resultados, como: realizar testes semelhantes para reutilização dos resíduos de E.V.A como concreto estrutural.

REFERÊNCIAS

ABRELPE – **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil.** 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP), (sd).

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7217.** Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 1987.

_____.NBR 5738. **Concreto - procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova.** Rio de Janeiro, 2015.

_____. NBR 7217. **Agregados - Determinação da composição granulométrica.** Rio de Janeiro, 1987.

_____.NBR 8953. **Concreto para fins estruturais – classificação pela massa específica, por grupos de resistência e Consistência.** Rio de Janeiro, 2015.

_____.NBR 9776. **Agregados – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman.** Rio de Janeiro, 1987.

_____.NBR 11578. **Cimento Portland Composto.** Rio de Janeiro,1991.

_____.NBR NM 45. **Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios Especificação.** Rio de Janeiro,2003.

_____.NBR NM 53. **Agregado graúdo – Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água.** Rio de Janeiro, 2003e.

_____.NBR NM 67. **Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.** Rio de Janeiro, 1998.

ABRELPE – **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil.** 2016

ACI - 213R-03. **ACI Manual of Concrete Practice, Part 1, 27p., 2003.**

ALMEIDA, T.A. **A inserção da Bahia no movimento de realocização da indústria calçadista no Brasil. 2013.** Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas Vitória da Conquista-BA n.13 p.155-180. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CALÇADOS(ABICALÇADOS).Relatório Anual 2017.2017 Disponível em: [\[http://www.abicalcados.com.br/midia/relatorio-anual-2017.pdf\]](http://www.abicalcados.com.br/midia/relatorio-anual-2017.pdf). Acesso em: 01 de maio de 2019.

ASTA. **Objetivo e desenvolvimento sustentável.** 2018. Blog Asta. Disponível em: [http://redeasta.com.br/post/o-que-sao-residuos-solidos?gclid=CjwKCAjwkcblBRB_EiwAFmfyy9hIHVPgnUbuBIJqiWZvdakKLI8y_3bR7d7tOw96qbxSKN8849RG4xoCRPgQAvD_BwE#post-content]. Acesso: 13 de abril de 2019

FONTANELLA, J. **EVA vira bloco de construção.** 2014. Disponível em: [<http://maringa.odiario.com/imoveis/2014/07/eva-vira-bloco-de-construcao/850353/>]. Acesso em: 01 maio. 2019.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: agenciadenoticias.ibge.gov.br. Acesso em 14 de abril de 2019.

KARPINSK. L. A et al. **Gestão Diferenciada de Resíduos da Construção Civil: uma abordagem ambiental.** 2009. Porto Alegre: Edipucrs,2009.163p.

Lei nº 12.305/10 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm]. Acesso em: 13 de abril de 2019.

PAULA, L.S. **Utilização de resíduos de EVA como agregado graúdo em concretos.**2011 Monografia submetida à coordenação do curso de Engenharia Civil, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

ROCHA.A.H. S. et al. **Desenvolvimento de um eco-compósito usando rejeitos de EVA para construção de placas de divisórias.**2016. Revista Engenharia em Ação UniToledo, Araçatuba, SP, v. 01, n. 01, p. 184-199, out./dez. 2016.

ROSSIGNOLO, J.A. **Concreto Leve Estrutural: Produção, propriedades, microestrutura e aplicações.** 1. Ed. São Paulo, SP, 2009.144p.

UNIEMP. Fórum Permanente das Relações Universidade-Empresa. 2010

VELHO, S. R. K. **Reciclagem de calçados: atualidades e oportunidades.** Revista Tecnicouro. Brasil, maio-junho, p. 50-52, 2007. Disponível em: [http://www.tecnicouro.com.br/226/materiais/226_at.pdf]. Acesso em: 01 de maio de 2019.

VITAL, M.H.F.; INGOVILLE, M.; e PINTO, M.A.C. **Estimativa de investimentos em aterros sanitários para atendimento de metas estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos entre 2015 e 2019.** BNDES – Biblioteca Digital. (2014). Acesso em: 13 abril 2019.

ZATTERA, A. J.; BIANCHI, O.; ZENI, M.; FERREIRA, C. A.. **Caracterização de Resíduos de Copolímeros de Etileno-Acetato de Vinila – EVA.** Polímeros [online], São Carlos,v.15, n.1, p. 73-78, jan./mar. 2005.

ZINGANO.E; OLIVEIRA. J.C. **Caracterização do complexo calçadista brasileiro e as causas da queda de seu desempenho na última década.** 2014. Acesso em: 25 maio 2019.