



Anais do
61º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2019
Outubro / 2019
@ 2019 - IBRACON - ISSN 2175-8182



Resíduo de Etil Vinil Acetato (EVA) no Concreto: Lacunas no Conhecimento

Ethylene Vinyl Acetate (EVA) Waste in the Concrete: Knowledge Gaps

Fernanda Luzia dos Santos Brandão (1); Gabriel Pereira da Conceição (1); Ruan Gomes da Silva (1); João Luiz Calmon (2)

(1) *Mestrandos em Construção Civil e Materiais do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal da Bahia/UFBA*

(2) *Professor PhD, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal da Bahia/UFBA*
Email: topicosespeciaisufba2019@gmail.com

Resumo

O grande volume de resíduos sólidos gerado pelas atividades do setor industrial e descartado no meio ambiente constitui um sério problema ambiental na sociedade contemporânea. Buscando medidas para solucionar esta situação, estão sendo desenvolvidos estudos voltados ao reaproveitamento destes materiais, especialmente na construção civil, setor que destaca-se pela facilidade em absorver resíduos de outros processos industriais, empregando-os como agregados ou como substituição parcial na matriz cimentícia para a produção de argamassa e concreto, produtos com vasta aplicabilidade no setor, contribuindo significativamente para a diminuição do impacto ambiental. Um desses resíduos é o EVA (Etil Vinil Acetato) que tem a indústria calçadista como seu principal gerador. O volume crescente de resíduos de EVA descartados compromete o meio ambiente, seja pela geração de rejeitos tóxicos ou acúmulo de material não degradável. O presente trabalho busca desenvolver uma revisão das pesquisas voltadas para análise de utilização do resíduo EVA no concreto. Tal revisão consistirá das seguintes etapas: quantificação do resíduo no Brasil e no mundo; beneficiamento do resíduo de EVA; formas como são utilizados no concreto; análise bibliométrica realizada baseado em bancos de dados como *Scopus* e *Web of Science*; levantamento de diferentes tipos ensaios realizados visando identificar as propriedades e parâmetros de durabilidade do concreto que incorporam resíduo de EVA; tratamento conjunto dos resultados das propriedades e parâmetros encontrados por vários autores. Por conseguinte, espera-se obter como principal conclusão as lacunas no conhecimento, visando apontar campos para continuidade da pesquisa na área.

Palavra-Chave: E.V.A. (Etil Vinil Acetato), resíduo, propriedades, concreto, lacunas.

Abstract

The large volume of solid waste generated by the activities of the industrial sector and discarded in the environment constitutes a serious environmental problem in contemporary society. In order to solve this situation, studies are being developed to reuse these materials, especially in civil construction, which is the sector that stands out for the ease of absorbing residues from other industrial processes, using them as aggregates or as partial substitution in the cement matrix for the production of mortar and concrete, products with wide applicability in the sector, contributing significantly to the reduction of environmental impact. Among solid waste, there is EVA (Ethyl Vinyl Acetate) which has the footwear industry as its main generator. The increasing volume of discarded EVA waste compromises the environment, either by the generation of toxic wastes or the accumulation of non-degradable material. Therefore, the present work seeks to develop a review of the research focused on the analysis of the use of EVA residue in concrete. This review will consist of the following steps: quantification of waste in Brazil and in the world; processing of EVA waste; how they are used in concrete; bibliometric analysis performed based on databases such as *Scopus* e *Web of Science*; survey of different types tests carried out aiming to identify the properties and parameters of durability of concrete that incorporate EVA residue; treatment of the results of the properties and parameters found by several authors. Thus, it is expected to obtain as the main conclusion the gaps in knowledge, aiming to point fields for continuity of the research in the area.

Keywords: E.V.A. (Ethyl Vinyl Acetate), waste, properties, concrete, gaps.



Anais do
61º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2019
Outubro / 2019



@ 2019 - IBRACON - ISSN 2175-8182

1 Introdução

O setor da construção civil é um dos principais responsáveis pelo exagerado consumo de materiais, água e energia, sendo assim, gerador de diversos impactos negativos sobre o meio natural. Preocupando-se com as futuras gerações e desejando estabelecer uma relação mais harmoniosa entre a construção civil e o meio ambiente foi que surgiu o conceito de Construção Sustentável, que segundo Araújo (2008) é um sistema construtivo que promove alterações conscientes na circunvizinhança, de forma a suprir as necessidades da edificação, habitação e uso do homem moderno, resguardando o meio ambiente e os recursos naturais, garantindo assim, qualidade de vida para as gerações atuais e futuras.

Nesta lógica, as empresas da construção civil passaram a elaborar programas de qualidade que envolvem a gestão ambiental. Embora a gestão dos próprios resíduos seja de fundamental importância para a construção civil, vale ressaltar que não é apenas esse setor que apresenta desperdícios. Com base nisso, empresas do setor podem utilizar os resíduos de outras indústrias a fim de aproveitar da melhor forma possível a reutilização dos mesmos. De acordo com Polari Filho *et al.* (2003), este ramo é o setor da economia com maior potencial para aproveitamento de vários tipos de resíduos.

Entre as indústrias passíveis de ter seus resíduos consumidos pela construção civil, apresenta-se a indústria calçadista que, para Soares *et al.* (2007), é um exemplo dessas empresas preocupadas com a questão ambiental, impulsionada pela necessidade do mercado. Este tipo de indústria viu, nos últimos anos, sua produção aumentar e, conseqüentemente, a ocorrência de sobras não reutilizáveis tornarem-se ainda maiores, em especial os resíduos de EVA (Etileno Acetato de Vinila). O EVA é um copolímero termoplástico utilizado para produzir calçados e seu desperdício é assim gerado durante a fabricação dos mesmos. No geral, uma indústria calçadista chega a gerar cerca de 14% de resíduo de EVA em relação ao total utilizado. E assim, 190.400 toneladas de resíduos de EVA são gerados em todo o mundo a cada ano (DULSANG *et al.*, 2016).

Além da contaminação do solo e rios, o material não é biodegradável e tem possibilidade de combustão de gases tóxicos. Uma das soluções está na produção de concretos com os resíduos de EVA, promovendo assim diminuição do volume destes resíduos depositado em aterros.

A pertinência dessa pesquisa deve-se ao fato de que, segundo Dulsang *et al.* (2016), atualmente há informações muito limitadas sobre o efeito do uso de Resíduos de EVA como agregados nas propriedades físicas, mecânicas e térmicas. Mas trata-se de um material que possui baixa massa específica, tem boas características acústicas e térmicas, é estável, inerte, não suscetível a fungos e pode ser aproveitado como agregado sintético para elaboração de compósitos leves (POLARI FILHO *et al.*, 2003).

O EVA é um dos principais plastômeros utilizados na construção de estrada para melhorar a trabalhabilidade do betume durante a construção (LUO; CHEN, 2011), mas ainda assim é pouco explorado internacionalmente. No Brasil, o aproveitamento de resíduos de E.V.A. no setor da construção civil tem sido bastante estudado no Sul, região que concentra muitas indústrias de calçados, lá esses resíduos já estão sendo aproveitados comercialmente como agregados leves de concretos e argamassas (PIMENTEL, 2005). Segundo Silva *et al.* (2016), após a análise dos resultados



apresentados através dos inúmeros ensaios realizados é possível afirmar que o resíduo do copolímero EVA pode ser aplicável como agregado em microconcreto leve para o fim de enchimento de laje como isolante acústico, por exemplo.

Diante desta diversidade de aplicabilidade, infere-se a necessidade de estudos para analisar a viabilidade técnica do uso de concretos produzidos com EVA, bem como o levantamento das lacunas no conhecimento relativas as características inerentes ao mesmo no que tange a produção científica internacional.

2 Metodologia

Inicialmente, para seleção dos artigos que embasaram a revisão de literatura, foi empregada a metodologia *Knowledge Development Process – Constructivist (ProKnow-C)*, processo de Desenvolvimento do Conhecimento e Construtivista, desenvolvido por Ensslin et al. (2010), que consiste em quatro etapas principais: Seleção de documentos para análise; Análise bibliométrica; Análise sistemática e Identificação de lacunas de literatura. Essa seleção de portfólio bibliográfico iniciou-se com uma busca nas bases de dados do Portal Capes – *Scopus* e *Web of Science*, por meio da combinação das palavras chaves: *EVA*, *Waste*, *concrete* e *properties*. Vale salientar que só foram inclusos nas pesquisas periódicos indexados com fator de impacto.

A busca foi realizada pelas ferramentas das próprias bases de dados, usando como filtros: artigos com as palavras-chave nos títulos, palavras-chave ou resumos; e publicações dos últimos 17 anos (2002 a 2019). Gerando um banco de artigos bruto com 130 artigos na língua inglesa publicados em periódicos indexados com fator de impacto. A segunda filtragem realizada foi a partir da leitura dos títulos, selecionando aqueles que estavam alinhados com a proposta deste trabalho, na terceira filtragem verificou-se os resumos dos trabalhos e disponibilidade deles; assim o número de arquivos foi reduzido para 11 trabalhos de relevância internacional. Pode-se visualizar o processo na figura 1.



Figura 1 – Metodologia de seleção dos artigos. (Fonte: Autoria própria)

Após a seleção dos artigos foram listados e quantificados os ensaios realizados em cada um desses trabalhos e a partir dessa listagem foi possível verificar em quantos dos diferentes artigos esses ensaios foram repetidos. Com isso foi possível fazer uma análise



a respeito das propriedades ensaiadas, notar qual a tendência dos resultados e apontar as lacunas a serem investigadas a respeito do estudo do uso do resíduo EVA no concreto.

3 Resultados e Discussões

3.1 Análise Bibliométrica

Durante a leitura das produções científicas, notou-se que as pesquisas estão voltadas para a utilização do resíduo de EVA tanto no concreto convencional, quanto no concreto betuminoso, desse modo a discussão dos resultados abordará esses dois tipos de concretos. A seguir, nas tabelas 1 e 2, serão apresentadas as publicações selecionadas para serem utilizadas nesse estudo, seus respectivos autores, ano de publicação, universidade e país de origem dos autores, além do local de publicação (revista ou jornal) do trabalho. A tabela 1 apresenta os trabalhos referentes ao concreto convencional, já a tabela 2 refere-se aos trabalhos com concreto betuminoso.

Tabela 1 – Relação de trabalhos referentes ao uso de EVA no concreto convencional não estrutural.
(continua)

Nº	Título	Autor(es)	Ano	Instituição	País	Revista
1	MECHANICAL PROPERTIES OF HIGH POROSITY CEMENT-BASED FOAM MATERIALS MODIFIED BY EVA	GUOCHEN SANG, YIYUN ZHU, GANG YANG	2016	UNIVERSIDADE DE TECNOLOGIA DE XI'AN	CHINA	CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS
2	USING EVA FOAM WASTE AS THE CONSTITUENT OF LIGHT WEIGHT CONCRETE MIXTURE FOR CONSTRUCTION APPLICATION	IBRAHIM Y.I*, SEEDAHMED A.I.	2016	UNIVERSIDADE DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUDÃO	SUDÃO	INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCES & RESEARCH TECHNOLOGY
3	EVIDENCES OF CHEMICAL INTERACTION BETWEEN EVA AND HYDRATING PORTLAND CEMENT	D.A. SILVA*, H.R. ROMAN, P.J.P. GLEIZE	2002	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA	BRASIL	CEMENT AND CONCRETE RESEARCH
4	SELF-HEALING EFFICIENCY OF EVA-MODIFIED CEMENT FOR HYDRAULIC FRACTURING WELLS	BIN YUAN, YUANGUANG YANG, YONGQING WANG, KAIMIN ZHANG	2017	UNIVERSIDADE SOUTHWEST PETROLEUM	CHINA	CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS



Tabela 1 – Relação de trabalhos referentes ao uso de EVA no concreto convencional não estrutural. (conclusão)

Nº	Título	Autor(es)	Ano	Instituição	País	Revista
5	LIGHTWEIGHT CONCRETE WITH EVA RECYCLED AGGREGATE FOR IMPACT NOISE ATTENUATION	B. F. TUTIKIAN, M.F.O. NUNES, L.C. LEAL, L. MARQUETTO	2013	UNIVERSIDADE DO RIO DOS SINOS	BRASIL	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
6	IMPACT SOUND INSULATION OF LIGHTWEIGHT CONCRETE FLOOR WITH EVA WASTE	B. F. TUTIKIAN, M. F. O. NUNES, L. C. LEAL, L. MARQUETTO	2012	UNIVERSIDADE DO RIO DOS SINOS, UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL	BRASIL	BUILDING ACOUSTICS
7	CHARACTERIZATION OF AN ENVIRONMENT FRIENDLY LIGHTWEIGHT CONCRETE CONTAINING ETHYL VINYL ACETATE WASTE	NATTAKAN DULSANG, PORNNAPA KASEMSIRI, PATCHARAPOL POSI, SALIM HIZIROGLU, PRINYA CHINDAPRASIRT	2016	UNIVERSIDADE DE KHON KAEN E UNIVERSIDADE DO ESTADO DA KLAHOMA	TAILÂNDIA E ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA	MATERIALS AND DESIGN

Tabela 2 – Relação de trabalhos referentes ao uso de EVA no concreto betuminoso (continua).

Nº	Título	Autor(es)	Ano	Instituição	País	Revista
1	RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF EVA MODIFIED BITUMEN AND THEIR CORRELATIONS WITH BITUMEN CONCRETE PROPERTIES	CLAUDIO BROVELLI; LOIC HILLIOU; YACINE HEMAR; JORGE PAIS; PAULO PEREIRA; MAURIZIO CRISPINO	2013	POLITÉCNICA DE MILÃO, UNIVERSIDADE DO MINHO E UNIVERSIDADE DE AUCKLAN	ITÁLIA, PORTUGAL E NOVA ZELÂNDIA	CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS
2	EFFECTS OF THE MANUFACTURING PROCESS ON THE PERFORMANCES OF THE BITUMINOUS BINDERS MODIFIED WITH EVA	SMAIL HADDADI; ELHEM GHORBEL; NADIR LARADI	2008	FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL DA ARGÉLIA E UNIVERSIDADE DE CERGY-PONTOISE	ARGÉLIA E FRANÇA	CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS
3	IMPROVEMENT OF THE PERFORMANCES OF MODIFIED BITUMINOUS CONCRETE WITH EVA AND EVA-WASTE	S. SAOULA, S. HADDADI, K. AIT MOKHTAR, E. GHORBEL	2009	FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL DA ARGÉLIA E UNIVERSIDADE DE CERGY-PONTOISE	ARGÉLIA E FRANÇA	PHYSICS PROCEDIA



Tabela 2 – Relação de trabalhos referentes ao uso de EVA no concreto betuminoso (conclusão)

Nº	Título	Autor(es)	Ano	Instituição	País	Revista
4	PREPARATION AND PROPERTIES OF BITUMEN MODIFIED BY EVA GRAFT COPOLYMER	WEN-QIAN LUO, JIU-CUN CHEN	2011	UNIVERSIDADE ANKANG	CHINA	CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS

Através do processo de busca foi possível realizar uma análise bibliográfica, em nível mundial, a respeito dessas pesquisas apresentadas anteriormente, obtendo-se informações acerca das quantidades de publicações anuais, principais autores, instituições, países e local de publicação. A figura 2 traz um quantitativo a respeito das publicações anuais de artigos na área nos últimos dezessete anos, baseado nas buscas realizadas nas bases de dados da *Web of Science* e *Scopus*.

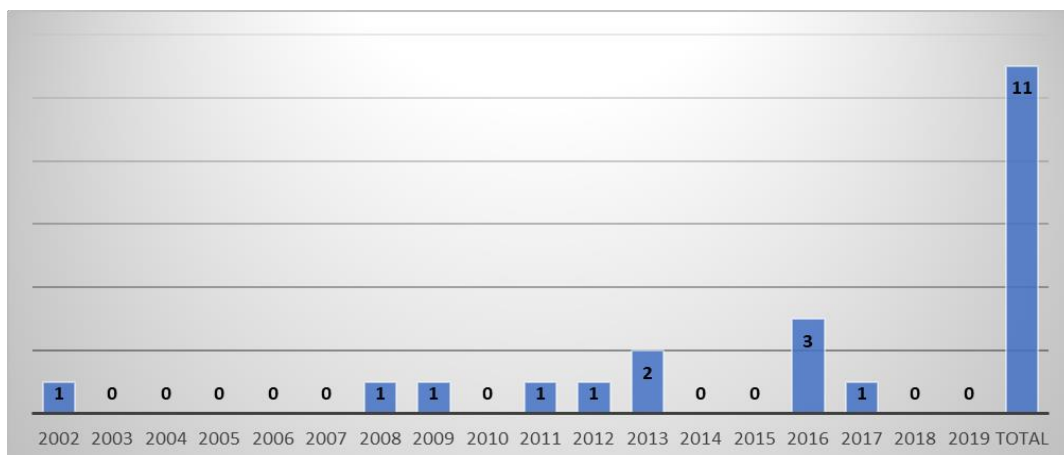


Figura 2 – Quantidade anual de artigos publicados na área nos últimos 17 anos. (Fonte: Autoria própria)

Nota-se que no período analisado foram publicados poucos trabalhos referentes ao uso de resíduo de EVA no concreto, até a data desta análise foram um total de 11 trabalhos na área. Entre 2002, primeiro ano da análise, e 2008 foram publicados 2 trabalhos, com uma lacuna de 5 anos sem publicações entre eles. O ano de 2016 foi o de maior número de artigos publicados, foram 3 ao todo, seguido de 2013 com 2 publicações. Os anos de 2009, 2011, 2012 e 2017 possuem um artigo publicado em cada um. Nos demais anos do intervalo não houve nenhum artigo publicado.

Por meio das figuras 3 e 4 é possível visualizar as publicações de artigos referentes à aplicação do resíduo de EVA no concreto ao redor do mundo a partir de 2002. A figura 3 mostra um gráfico com a quantidade de publicações por país e a figura 4 identifica em um mapa-múndi a localização desses países.

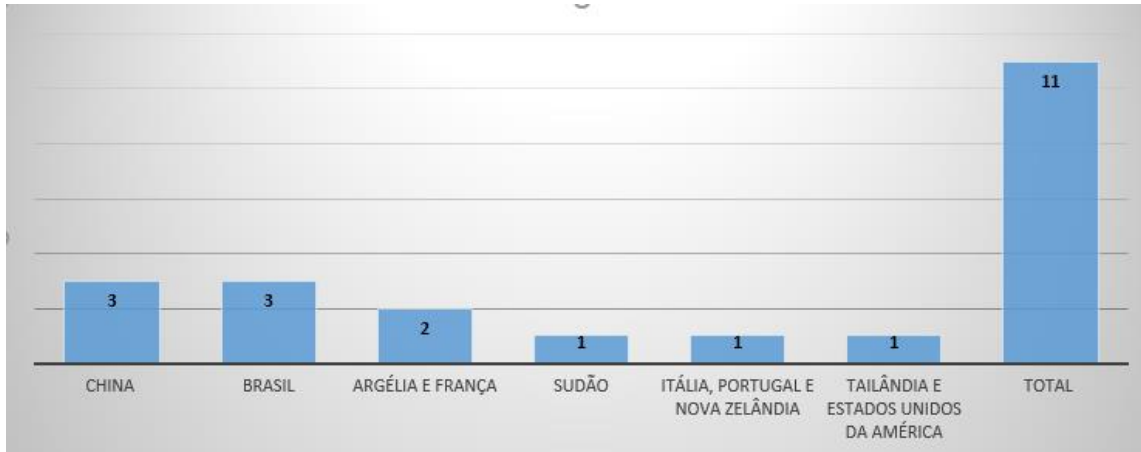


Figura 3 – Quantidade de publicações de artigos nos países que mais publicaram na área. (Fonte: Autoria própria)

A China e o Brasil são os países com o maior número de trabalhos publicados na área desde 2002, 3 trabalhos, cada um. Logo em seguida, vem a França e a Argélia, que no mesmo período registraram 2 pesquisas relacionadas à análise de utilização do resíduo, publicadas numa parceria entre elas. O Sudão publicou uma vez, a Itália com cooperação com Portugal e Nova Zelândia também tem apenas um artigo publicado nas bases de dados da *Scopus* e da *Web of Science*, assim como a Tailândia e os Estados Unidos.

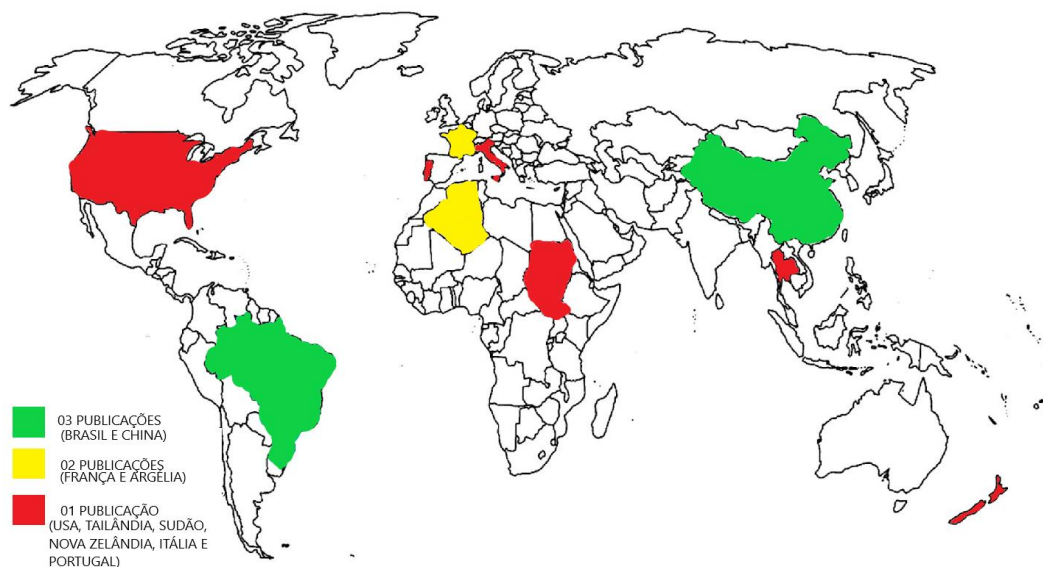


Figura 4 – Trabalhos sobre a utilização do resíduo de EVA no concreto ao redor do mundo. (Fonte: Autoria própria)

Como pode ser observado, há publicações oriundas de vários continentes do planeta, apesar da pouca quantidade de produção científica relacionada ao tema. A Oceania é a região com menor representação, apenas uma publicação da Nova Zelândia, sendo esta desenvolvida em cooperação com outros dois países europeus (Itália e Portugal).

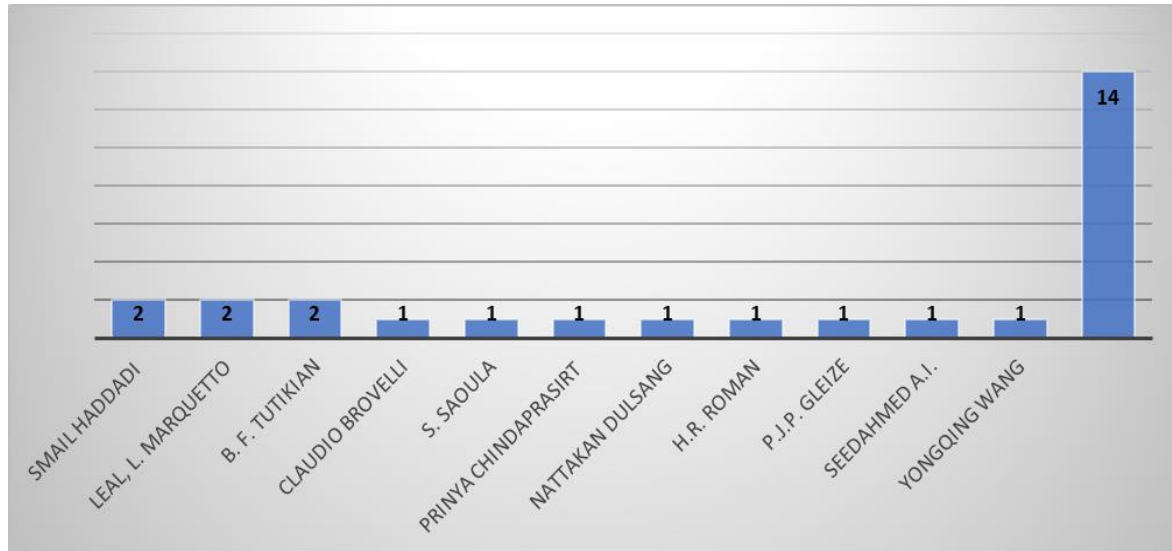


Figura 5 – Principais autores (Fonte: Autoria própria)

Conforme ilustrado pela figura 5, HADDADI, MARQUETO E TUTIKIAN são os autores com maior número de publicações desde 2002, com 2 artigos publicados no período, os demais autores que aparecem no gráfico possuem 1 artigo publicado cada um. Vale salientar, que alguns artigos foram publicados por mais de um desses autores juntos e por isso o somatório dos trabalhos ultrapassam o número de 11 artigos.

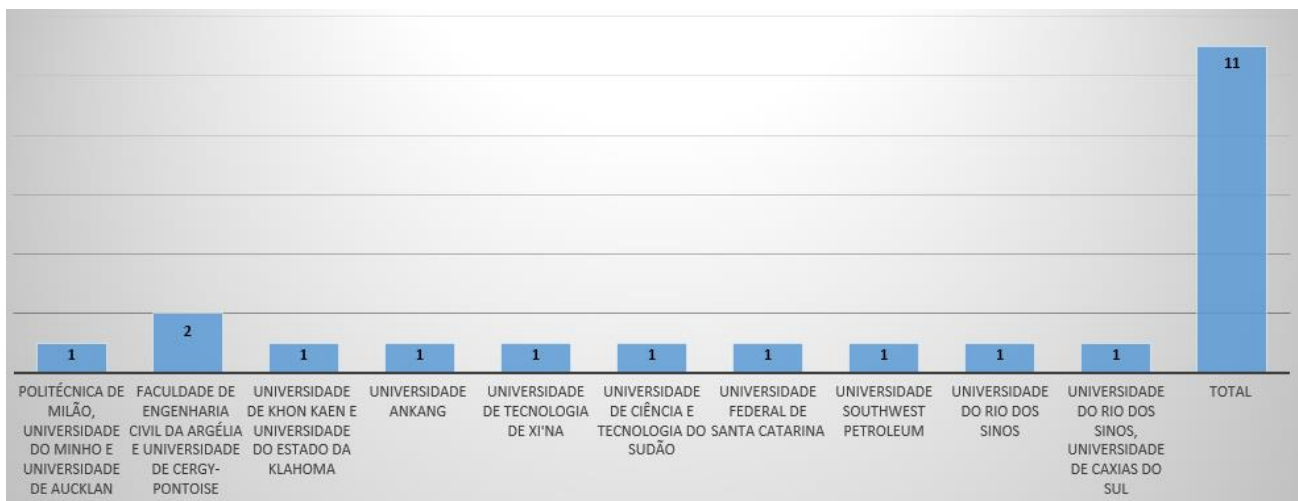


Figura 6 – Instituições que publicaram artigos na área (Fonte: Autoria própria)

Analisando a figura 6, observa-se que as instituições que mais publicaram artigos na área foram: a Faculdade de Engenharia Civil da Argélia e a Universidade De Cergy - Pontoise, na França, com 2 publicações realizadas em cooperação entre elas. A Universidade do Rio dos Sinos também publicou duas vezes, uma individualmente e outra com a cooperação da Universidade de Caxias do Sul. As demais instituições publicaram uma única vez.

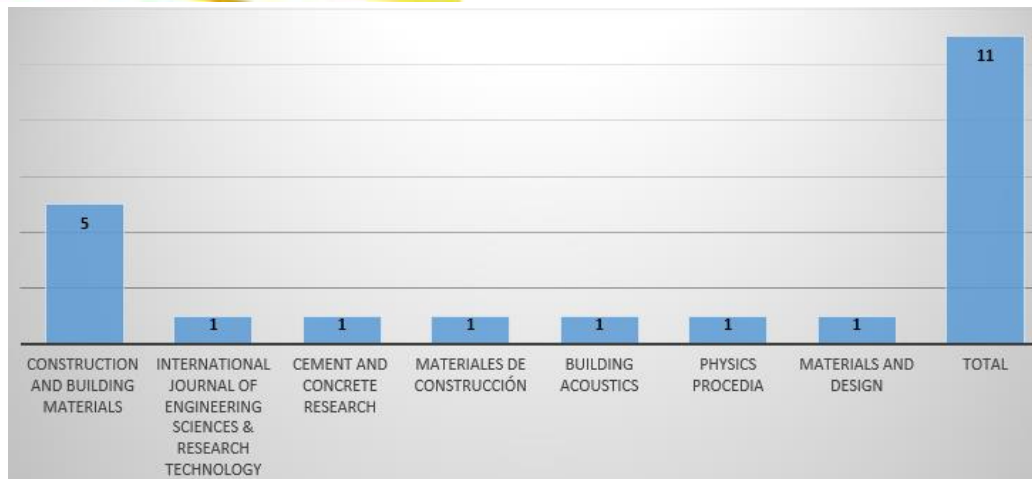


Figura 7 – Gráfico das revistas e jornais com publicações na área. ((Fonte: Autoria própria))

A figura 7 apresenta quais foram os periódicos que publicaram na área nos últimos 17 anos. *Construction and Building Materials* foi a revista com o maior número de trabalhos publicados, 5 artigos. Todas as demais revistas apresentaram apenas 1 publicação no período analisado.

3.2 Discussão dos ensaios

A segunda etapa desse trabalho trata da análise crítica a respeito das pesquisas relacionadas ao uso do resíduo de EVA no concreto. Desse modo, após uma listagem de ensaios realizados em cada publicação, quantificou-se quantas vezes um mesmo ensaio foi realizado nos diferentes artigos e apresentou-se esta relação nas tabelas 3 e 4, as quais exibem os ensaios realizados por cada autor para concreto convencional e concreto betuminoso, respectivamente. As numerações adotadas para os trabalhos nas tabelas 1 e 2 foram utilizadas para representar cada um dos artigos na relação de trabalhos e ensaios realizados.

Tabela 3 – Relação de trabalhos referentes ao uso de EVA no concreto convencional não estrutural e os ensaios realizados(continua)

ENSAIO	ARTIGO							TOTAL DE ARTIGOS
	1	2	3	4	5	6	7	
RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL	X	X						2
ÍNDICE DE POROSIDADE	X							1
CONDUTIVIDADE TÉRMICA	X		x				X	3
RESISTÊNCIA AO IMPACTO	X							1
ENSAIO DO ABATIMENTO		X						1
TESTE DE PERMEABILIDADE				X	X			2
TESTE MICROESTRUTURAL				X				1



Tabela 3 – Relação de trabalhos referentes ao uso de EVA no concreto convencional não estrutural e os ensaios realizados (conclusão)

ENSAIO	ARTIGO							TOTAL DE ARTIGOS
	1	2	3	4	5	6	7	
ABSORÇÃO DE ÁGUA E ÍNDICE DE VAZIOS					X	X	X	3
DENSIDADE APARENTE DE CONCRETOS					X			1
DESEMPENHO ACÚSTICO					X	X		2
RELAÇÃO ENTRE RUÍDO DE IMPACTO E VAZIOS					X	X		2
RELAÇÕES ENTRE O RUÍDO DE IMPACTO E DENSIDADE APARENTE					X	X		2
MASSA ESPECÍFICA						X		1
TOTAL DE ENSAIOS	4	2	1	3	6	5	2	

Nota-se uma variabilidade entre os ensaios realizados em cada trabalho, sendo que a maioria deles não se repete entre uma publicação e outra. Por não ser possível inferir um comportamento para o concreto convencional não estrutural, devido a quantidade de resultados não ser significativa, se fará então uma comparação entre os resultados obtidos nos ensaios realizados por mais de um autor, bem como a explanação referente aos resultados obtidos nos demais.

No ensaio de resistência à compressão axial, por exemplo, os dois autores convergem a respeito do comportamento do concreto com adição de EVA, o aumento do resíduo de EVA tende a uma diminuição da resistência à compressão axial da matriz a partir de 33% de adição, salientando que, com uma adição de 10% do resíduo em relação a quantidade de cimento tem-se o melhor desempenho mecânico da matriz e até 33% de adição de EVA obteve-se valores maiores que a matriz de referência.

Com relação a porosidade, o autor do artigo 1 observou que a porosidade é um parâmetro que não possui comportamento linear à medida que adiciona-se os resíduos de EVA na matriz. Já a respeito do teste de permeabilidade, os autores 04 e 05 concluíram que a permeabilidade tende a diminuir à medida que se aumenta a quantidade de EVA no concreto.

Nos artigos 5 e 6 tanto a absorção de água, quanto a quantidade de vazios aumentaram, já no artigo 4 esses valores diminuíram depois aumentaram, no artigo 7 a absorção de água diminuiu a medida que o percentual de substituição de cimento por resíduos de EVA aumentava, essa tendência foi seguida até 10% de substituição, o autor relata que isto deveu-se à baixa absorção de água dos resíduos de EVA e a mudança na estrutura de poros do sistema cimentício hidratado. Sendo assim, diante das divergências nos resultados dos ensaios, sente-se a necessidade de maiores pesquisas para que se possa generalizar esses resultados em termos relativos, que por enquanto não podem ser considerados conclusivos.



No ensaio de condutividade térmica os autores não chegaram a mesma conclusão, o autor do artigo 1 constatou que a mudança na quantidade de EVA não produziu um efeito significativo sobre a condutividade térmica, já o autor do artigo 7 concluiu que a condutividade térmica tende a diminuir com o aumento do conteúdo de EVA, os valores de condutividade térmica foram de 0,407 a 0,489 W/m·K e que a matriz contendo 10% em peso do resíduo de EVA apresentou a menor condutividade térmica, que era de cerca de um terço do concreto normal (1,2 W / m · K). Porém é necessário maiores pesquisas para que seja possível melhores conclusões sobre o desempenho térmico do material.

Para os ensaios de desempenho acústico e relação entre ruído de impacto e vazios, não pode ser apresentado um comparativo, pois trata-se dos mesmos resultados realizados pelos mesmos autores, porém em publicações diferentes. No ensaio de desempenho acústico o autor estudou dados relativos ao impacto sonoro nos diferentes corpos de prova. O valor do impacto sonoro, dado em decibéis (dB), variou entre 54 a 72, onde apresentou 54dB no corpo de prova com traço 1:1.5:3.5 e 72dB nos traços 01:02:03 e 1:1.5:3.5.

No que diz respeito ao estudo do concreto convencional não estrutural com resíduo de EVA, ainda não existem resultados conclusivos, necessitando-se então de mais pesquisas na área, em todos os tipos de análises, principalmente no estudo do comportamento de matrizes no estado fresco, é preciso também estudos acerca dos aspectos da durabilidade e viabilidade socioeconômica e ambiental da utilização do resíduo de EVA.

Tabela 4 – Relação de trabalhos referentes ao uso de EVA no concreto betuminoso e os ensaios realizados.

ENSAIO	ARTIGO				TOTAL DE ARTIGOS
	1	2	3	4	
PENETRAÇÃO E VISCOSIDADE APARENTE	X				1
PONTO DE AMOLECIMENTO	X	X	X	X	4
CURVAS MESTRAS	X				1
MICROSCOPIA ÓPTICA	X				1
COMPACIDADE DO CONCRETO BETUMINOSO		X	X		2
ESTABILIDADE DO CONCRETO BETUMINOSO		X	X		2
FLUXO DO CONCRETO BETUMINOSO		X	X		2
QUOCIENTE MARSHALL DO CONCRETO BETUMINOSO		X			1
ANÁLISE TERMOGRAVIMÉTRICA E TERMOGRAVIMETRIA DERIVADA				X	1
ENSAIOS/ARTIGO	4	5	4	2	

Assim como ocorreu com os artigos publicados que trataram do concreto convencional, as publicações abordando o concreto betuminoso também apresentaram uma variabilidade entre os ensaios realizados, sendo que a maioria deles não se repete entre um trabalho e outro, com isso, não é possível constatar um comportamento estabelecido para a matriz.



Anais do
61º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2019
Outubro / 2019



@ 2019 - IBRACON - ISSN 2175-8182

Os ensaios mais executados foram: ponto de amolecimento, compacidade, estabilidade e fluxo do concreto betuminoso. Sendo que, o ensaio de estabilidade não tem como ser feita análise comparativa, pois o mesmo autor aproveitou o resultado em ambos os trabalhos, apresentando assim os mesmos resultados.

Na análise do ponto de amolecimento os autores convergem para a mesma conclusão, que o concreto tende a um aumento do ponto de amolecimento com o aumento da quantidade de EVA adicionado.

Para compacidade do concreto, ambos os autores concluem que a compactação tende a aumentar com o aumento do conteúdo de EVA até 7% de adição.

Já na análise do fluxo do concreto, os autores chegam ao resultado que, o fluxo tende a diminuir aumentando-se a adição de EVA até 5%, a partir de 7% esta tendência é invertida.

Com relação a viscosidade o autor observou que com a adição de EVA no concreto houve um aumento na viscosidade de cisalhamento zero e no tempo de relaxamento das misturas em relação a matriz de referência até 9 % de adição de EVA em relação ao betume.

Pôde-se observar que o estudo do concreto betuminoso também apresenta necessidade de maiores estudos, em todos os âmbitos como: comportamento deste no estado fresco, endurecido, análises de durabilidade e estudos de viabilidade socioeconômica.

4 Considerações finais

Pretendia-se, com os resultados dos artigos estudados, construir uma generalização dos mesmos, aplicando-se procedimentos estatísticos, mas devido ao pequeno número de estudos desenvolvidos abordando o tema em questão nas bases analisadas: *Scopus* e *Web of Science*, pode-se dizer que esta pesquisa foi pouco conclusiva, afinal o número de dados coletados não possibilita que se demonstre adequadamente a tendência geral dos resultados dos ensaios nos diferentes artigos analisados.

Como foi observado ao longo deste trabalho, não foram publicados muitos artigos com relevância internacional. Tornando-se evidente que há uma necessidade de mais pesquisas nesses aspectos para que se preencha as lacunas dos estudos da área. Vale ressaltar que no Brasil existem muitas pesquisas em nível de graduação e pós-graduação relacionadas ao uso do resíduo de EVA no concreto convencional, principalmente na região sul, porém ainda pouco difundidas internacionalmente, por isso não foram consideradas neste artigo, pois como critério de seleção foi considerado apenas pesquisas com alto fator de impacto e relevância internacional.

Ao observar as publicações existentes na área, notou-se uma variabilidade entre as realizações dos ensaios. Com isso, percebe-se as diversas lacunas no conhecimento a respeito da utilização de resíduos do EVA no concreto, tanto no convencional quanto no betuminoso, com relação a diferentes propriedades, principalmente no que diz respeito a durabilidade e a estudos de viabilidade econômica e sócio - ambiental, onde não foram encontrados resultados.



Anais do
61º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2019
Outubro / 2019



@ 2019 - IBRACON - ISSN 2175-8182

5 Referências

ARAÚJO, Márcio Augusto. **A moderna construção sustentável**. IDHEA - Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica, 2008.

BRASIL. DECRETO 7.404/2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Das Responsabilidades dos Geradores de Resíduos Sólidos e do Poder Público- TÍTULO III. Da Logística Reversa- CAPÍTULO III**. Brasília: 23 dezembro 2010.

BROVELLI, Claudio et al. Rheological characteristics of EVA modified bitumen and their correlations with bitumen concrete properties. **Construction and Building Materials**, v. 48, p. 1202-1208, 2013.

DULSANG, Nattakan et al. Characterization of an environment friendly lightweight concrete containing ethyl vinyl acetate waste. **Materials & Design**, v. 96, p. 350-356, 2016.

ENSSLIN, Leonardo et al. ProKnow-C, knowledge development process-constructivist. **Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI. Brasil**, v. 10, n. 4, p. 2015, 2010.

HADDADI, Smaïl; GHORBEL, Elhem; LARADI, Nadir. Effects of the manufacturing process on the performances of the bituminous binders modified with EVA. **Construction and Building Materials**, v. 22, n. 6, p. 1212-1219, 2008.

IBRAHIM, Y. I.; SEEDAHMED, A. I. Using EVA foam waste as the constituent of light weight concrete mixture for construction application. **Int. J. Eng. Sci. Res. Technol.**, v. 5, p. 332-338, 2016.

LUO, Wen-qian; CHEN, Jiu-cun. Preparation and properties of bitumen modified by EVA graft copolymer. **Construction and Building Materials**, v. 25, n. 4, p. 1830-1835, 2011.

PIMENTEL, U. H. O. **Utilização de resíduos da indústria de calçados em blocos de vedação com novas geometrias – Bloco EVANG**. Dissertação de Mestrado–PPGEU/CT/UFPB,2005

POLARI FILHO, R.S.; MELO, A. B. DE; BARBOSA, N. P. **A reciclagem de resíduos da indústria de calçados (EVA) na execução de painéis de vedação na construção civil: avaliação de desempenho**. In.: ENCONTRO TEMÁTICO MEIO AMBIENTE E EDUCAÇÃO AMBIENTAL. Anais. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2003.

SANG, Guochen; ZHU, Yiyun; YANG, Gang. Mechanical properties of high porosity cement-based foam materials modified by EVA. **Construction and Building Materials**, v. 112, p. 648-653, 2016.



Anais do
61º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2019
Outubro / 2019



@ 2019 - IBRACON - ISSN 2175-8182

SANTIAGO, E.Q.R. **Utilização de agregados de EVA e RCD para a obtenção de concretos leves.** Dissertação de Mestrado– Departamento de Tecnologia. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2008.

SAOULA, S. et al. Improvement of the performances of modified bituminous concrete with EVA and EVA-waste. **Physics Procedia**, v. 2, n. 3, p. 1319-1326, 2009.

SILVA, Denise Antunes da; ROMAN, Humberto Ramos; GLEIZE, P. J. P. Evidences of chemical interaction between EVA and hydrating Portland cement. **Cement and concrete research**, v. 32, n. 9, p. 1383-1390, 2002.

SILVA, H.R.T. et al. **Estudo sobre a produção de placas de isolamento acústico com incorporação de aparas de EVA.** 22º CBECiMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Natal, RN, Brasil, 2016.

SOARES, E.A., LEAL, A.F., CARDOSO, J.A.F. **Argamassas leves produzidas com resíduos de calçados e de cerâmicas.** Universidade Federal de Campina Grande- Departamento de Engenharia Civil, Campina Grande, 2007.

TUTIKIAN, B. F. et al. Impact sound insulation of lightweight concrete floor with EVA waste. **Building Acoustics**, v. 19, n. 2, p. 75-88, 2012.

TUTIKIAN, B. F. et al. Lightweight concrete with EVA recycled aggregate for impact noise attenuation. **Materiales de construcción**, v. 63, n. 310, p. 309-316, 2013.

YUAN, Bin et al. Self-healing efficiency of EVA-modified cement for hydraulic fracturing wells. **Construction and Building Materials**, v. 146, p. 563-570, 2017.