

ESTADO DA ARTE E PROPOSTAS DE ANÁLISES PARA PAVIMENTO PERMEÁVEL

Henrique Martins Cardoso¹; Mucio Sales Barbosa Júnior²; Germano de Oliveira Mattosinho³; Thiago Pastre Pereira⁴.

1 Henrique Martins Cardoso, Bolsista IFMG, Bacharelado em Engenharia Civil, IFMG - *Campus* Avançado Piumhi, Piumhi - MG; henriquemartins1980@gmail.com

2 Mucio Sales Barbosa Júnior, Bolsista IFMG, Bacharelado em Engenharia Civil, IFMG - *Campus* Avançado Piumhi, Piumhi - MG

3 Orientador. *Campus* Avançado Piumhi; germano.mattosinho@ifmg.edu.br

4 Orientador. *Campus* Avançado Piumhi; thiago.pereira@ifmg.edu.br

RESUMO

O crescente desenvolvimento urbano tem sido propulsor para vários problemas ambientais, econômicos e sociais. A construção civil é um dos setores que mais causam impactos ao planeta, através da descomunal geração de resíduos de construção e demolição (RCD) e do consumo intensivo de recursos naturais. Outro grave problema decorrente do processo de urbanização é falta de drenagem urbana, problema este que vem trazendo diversos prejuízos. Isso vem fazendo com que segmentos ligados a pesquisas científicas e tecnológicas buscarem cada vez mais soluções reparadoras ou mitigadoras para os problemas em questão. Frente as questões expostas e tendo em vista que o concreto é um dos materiais mais utilizados na construção civil, este estudo fundamenta-se na verificação da viabilidade da substituição parcial, dos agregados graúdos naturais por resíduos de construção e demolição, na produção do concreto destinado a confecção de blocos intertravados para pavimentação. O principal objetivo é atingir um traço com alta porcentagem de substituição de resíduos no lugar dos agregados, produzindo um concreto, em grande parte "ecológico", sem perder suas características mecânicas, sendo apto a resistir ao tráfego de pedestres e veículos leves. Além disso, pretende-se obter um concreto permeável, isso tudo para que seja gerado um produto capaz de minimizar os problemas decorrentes do escoamento superficial em centros urbanos. Estudos a respeito da temática aqui tratada ainda são recentes na literatura nacional, porém foi possível notar através do processo de revisão bibliográfica que muitos obtiveram resultados satisfatórios, alguns acima do esperado, certificando a relevância e viabilidade desta pesquisa. Esse produto irá auxiliar na gestão e controle da disposição final dos RCDs, inicialmente no município de Piumhi-MG, destinando-os para uma aplicação sustentável e eficiente. Ademais, intenciona-se atingir relevância social, através da capacitação de mão-de-obra carcerária para produção dos blocos que serão destinados ao próprio município. Os presidiários selecionados ao participar da produção, se beneficiariam com uma remição de pena, segundo os critérios estabelecidos pela Lei Nº 12433/11. Além disso, eles estariam podem aprender uma nova perspectiva de atuação para reingressar no mercado de trabalho, dessa forma se preparando para a reinserção na sociedade.

Palavras-chave: Blocos intertravados; Concreto; Drenagem urbana; Pavimento permeável; RCD.

INTRODUÇÃO:

Questões ambientais vem sendo cada vez mais discutidas e a preocupação com a preservação do meio ambiente tem atingido as mais diversas sociedades, tendo em vista a proporção com que a população mundial tem crescido. Esse crescimento vem gerando impactos irreversíveis, principalmente devido à desproporcionalidade entre recursos naturais disponíveis e a demanda dos processos produtivos. As preocupações com o futuro do planeta se tomaram tamanha proporção frente a política internacional, principalmente após a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em 1992 no Rio de Janeiro, a Rio-92. Foi nesse momento que muito países reconheceram a necessidade de implantar um desenvolvimento sustentável, ou seja, conciliar o desenvolvimento socioeconômico com os recursos naturais disponíveis (LORDÉLO; EVANGELISTA; FERRAZ, 2007). Devido a esses fatos, os segmentos ligados a pesquisas científicas e tecnológicas tem buscado cada vez mais soluções reparadoras ou que pelo menos minimizem esses danos ao ecossistema.

A Indústria da Construção Civil é uma das atividades mais notáveis no desenvolvimento econômico e social, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), ela representa aproximadamente 5,2% do PIB nacional e como consequência é também um dos setores que mais geram impactos ambientais. Isso se dá principalmente devido à alta geração de resíduos sólidos decorrentes das suas atividades. Durante a segunda edição da USP Conference of Engineering (2012), o professor Vahan Agopyan da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, afirmou que a construção civil consome de 40% a 75% de toda a matéria-prima produzida no planeta. Já o Ministério do Meio Ambiente (2018), estima

que esse setor seja responsável por mais de 50% dos resíduos sólidos gerados no Brasil, estes que na maioria das vezes são descartados em locais irregulares ou inapropriados, sobretudo devido à quantidade de aterros incompatíveis com o volume produzido.

Diante desse problema, a implementação de uma economia circular se apresenta não mais como uma alternativa e sim como uma necessidade. Leite (2001) destaca que a reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD) é uma das melhores alternativas para minimizar os danos ambientais provocados por essa atividade.

O Concreto é um dos materiais recorrentemente mais utilizados na construção civil e sua utilização tem se estendido para inúmeros fins. Essa alta empregabilidade se dá em razão das importantes características que esse material apresenta, dentre elas a resistência à água, a facilidade de produção de peças ou elementos estruturais de diferentes tamanhos e formas e o baixo custo (MEHTA E MONTEIRO, 2008).

Os agregados utilizados na fabricação do concreto são recursos naturais finitos, implicando impactos ambientais durante sua exploração. Frente a esse fato e da proporção com que a geração de resíduos na construção civil ocorre, vem sendo desenvolvidos diversos estudos a respeito da incorporação de resíduos provenientes de construção e demolição (RCD), como substituto dos agregados tradicionais. Alguns países como Holanda, Dinamarca e Alemanha já utilizam cerca de 80% do RCD na fabricação de agregados reciclados (BRAVO et al., 2015). No Japão cerca de dois terços do resíduo de concreto demolido são utilizados para a pavimentação de rodovias (DORSTHORST e HENDRIKS, 2000 apud LEITE, 2001, p. 5).

No Brasil esse processo de reciclagem ainda é pouco difundido e estudos a respeito da temática são relativamente recentes, sendo que a maioria estuda a utilização do RCD como agregado reciclado na confecção de concretos e argamassas convencionais, mas são escassas quando se trata da utilização destes agregados em blocos de concreto para pavimentação. Quanto a aplicação em pavimentações, principalmente em setores urbanos, a permeabilidade se torna uma característica de interesse do concreto. A crescente urbanização vem impactando diretamente no aumento da área impermeabilizada nos municípios e na redução da infiltração, isso provoca o aumento do escoamento superficial, acarretando enchentes, podendo essas serem classificadas como desastres, que geram perdas humanas, patrimoniais e ambientais, além de desafios constantes aos Órgãos responsáveis pelo atendimento emergencial.

O escoamento superficial é um fenômeno natural advindo das precipitações. Este escoamento ao atingir o solo permeável terá uma parcela infiltrada que se moverá em direção ao lençol freático e outra parte escoará superficialmente rumo ao corpo hídrico mais próximo. Todavia, devido às ações antrópicas, o solo pode perder sua capacidade de infiltração, principalmente em áreas urbanizadas.

Ferreira (2017) afirma que estratégias alternativas voltadas para infiltração da água pluvial no solo, tais como valas e trincheiras de infiltração, jardins de chuva e, mais especificamente, pavimentos permeáveis vêm sendo utilizadas para corrigir o problema. A característica mais evidente desses pavimentos é possuir um maior volume de vazios, se comparado ao convencional. Esses vazios são resultantes da adesão entre os agregados graúdos e do pouco ou nenhum uso de agregado miúdo, característica tal que confere um aumento de porosidade ao material. Segundo Batezini (2013), apesar do concreto permeável apresentar uma queda de aproximadamente 50% nas características mecânicas se comparado com o concreto convencional, ele se mostra um ótimo material drenante, devido à sua elevada condutividade hidráulica. Logo esse tipo de concreto pode ser uma alternativa promissora para aplicação em áreas com tráfego de pessoas, de veículos leves ou pavimentos sujeitos à poucas cargas.

O estudo aqui proposto, fundamenta-se na verificação da viabilidade da substituição total ou parcial, dos agregados convencionais por resíduos de construção e demolição, na produção do concreto destinado à confecção de pavimentos permeáveis, este que será destinado para tráfego de veículos leves e pavimentação de praças e calçadas por meio de blocos intertravados.

O principal objetivo é unir as duas vertentes discutidas até aqui: a mitigação dos impactos ambientais gerados pela construção civil, decorrentes da exploração de jazidas na extração de agregados e do descarte inadequado de RCDs e obtenção de um traço satisfatório com a incorporação dos RCDs, visando atingir o aumento da permeabilidade sem perder a resistência mínima exigida pela normativa ABNT NBR 9781.

A pesquisa está sendo realizada na cidade de Piumhi-MG, onde bairros sofrem com alagamentos em períodos de grande precipitação. Através da obtenção de sucesso nos resultados desse estudo, pretende-se atingir uma perspectiva social, propondo um projeto em parceria com a prefeitura municipal e presídio estadual, visando oportunizar “trabalho prisional” aos detentos com a implementação/reativação de uma fábrica de blocos de concreto intertravados no local.

METODOLOGIA:

A ABNT NBR 15116: 2004, que trata dos agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil, os classifica em 4 classes: A, B, C e D. Os resíduos da classe A, são os permitidos a serem reutilizados ou reciclados como agregados para concreto sem função estrutural, tais como: tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassa, concreto e meios-fios. Essa classe ainda é dividida em: ARC – composto na sua fração gráuda, de no mínimo 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland e rochas; ARM – composto na sua fração gráuda com menos de 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland e rochas.

Os resíduos que serão fornecidos pela prefeitura municipal de Piumhi, deverão ser previamente selecionados, a fim de retirar qualquer tipo de material que possa ser prejudicial ao desempenho do concreto, atendendo os requisitos estabelecidos pela normativa. Posteriormente será realizado um processo de trituração mecânica, para sucessivamente serem realizados ensaios de caracterização do material, dentre os principais, a identificação da umidade, que deve ser levada em consideração na dosagem, classificação granulométrica (ABNT NBR NM 248:2003) e determinação da massa específica (ABNT NBR NM 53:2009).

Os traços a serem estudados terão diferentes porcentagens de substituição de brita por resíduos de construção e demolição (RCD). Para tanto, eles serão comparados com o traço referência e o traço com apenas RCD. Dessa forma a Tabela 1 lista e descreve os traços a serem estudados.

Tabela 1 - Traços a serem feitos na pesquisa

Traço	Descrição	Quant. de CPs
Tref	“Traço referência” (convencional). Constituído de Cimento, Areia, Brita e Água	32
TRCD10%	“Traço com 10% de substituição”. Constituído de Cimento; Areia; brita e RCD (na relação de 90%/10% dos agregados graúdos, respectivamente) e; Água	32
TRCD15%	Traço com 15% de substituição”. Constituído de Cimento; Areia; brita e RCD (na relação de 85%/15% dos agregados graúdos, respectivamente) e; Água	32
TRCD20%	“Traço com 10% de substituição”. Constituído de Cimento; Areia; brita e RCD (na relação de 80%/20% dos agregados graúdos, respectivamente) e; Água	32
TRCD25%	Traço com 25% de substituição”. Constituído de Cimento; Areia; brita e RCD (na relação de 75%/25% dos agregados graúdos, respectivamente) e; Água	32
TRCD30%	Traço com 30% de substituição”. Constituído de Cimento; Areia; brita e RCD (na relação de 70%/30% dos agregados graúdos, respectivamente) e; Água	32
TRCD40%	Traço com 40% de substituição”. Constituído de Cimento; Areia; brita e RCD (na relação de 60%/40% dos agregados graúdos, respectivamente) e; Água	32

TRCD50%	Traço com 50% de substituição*. Constituído de Cimento; Areia; brita e RCD (na relação de 50%/50% dos agregados graúdos, respectivamente) e; Água	32
----------------	---	----

A produção do concreto deverá ser realizada de forma minuciosa, obedecendo as normas vigentes e atentando-se às boas práticas de fabricação de concreto em laboratório, visando assim a alta precisão dos resultados obtidos. No estado fresco será realizada a verificação da coesão, consistência e trabalhabilidade através do ensaio de abatimento do tronco de cone, também conhecido por *slump test*, seguindo a norma ABNT NBR NM 67:1998.

Para se encontrar o traço de substituição ideal, verifica-se as influências nas propriedades mecânicas dos diferentes percentuais de substituição, através de ensaios de resistência axial e diametral. Para tal serão produzidas amostras cilíndricas com diâmetro de 10 cm e altura de 20 cm, de acordo com a norma ABNT NBR 5738:2016. Estes, após a moldagem, devem ser adensados mecanicamente em mesa vibratória.

Durante as primeiras 24 horas após a fabricação, os corpos de prova (CP) devem ficar armazenados em ambiente protegido, sobre uma superfície plana, cobertos com material não reativo e não absorvente. Após esse período, e com os corpos de prova devidamente marcados, será realizado o processo de cura, que evita a perda de água da mistura, assim minimizando fissurações. Será utilizado o processo de cura em tanque, onde CPs produzidos a partir dos diferentes traços, ficarão submersos por 7, 14, 21 e 28 dias.

Com o concreto já endurecido, o valor da resistência axial será obtido conforme o ensaio normatizado pela ABNT NBR 5739:2007. Já o valor da resistência à tração será obtido através do ensaio de resistência à tração por compressão diametral, também conhecido como “ensaio de Lobo Carneiro” ou ainda “Brazilian test”, conforme a ABNT NBR 7222:2011.

Posterior à obtenção dos dados dos ensaios, o traço - com as proporções de resíduos - que gerar os melhores resultados mecânicos será escolhido para a produção dos blocos intertravados. Pretende-se realizar um curso de capacitação da mão-de-obra, cadastrado com projeto de extensão na instituição em questão, para orientar a produção dos blocos no traço correto. Ainda neste quesito, será produzida uma cartilha (manual) para ser utilizado como base do curso.

ESTADO DA ARTE - RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Uma das dificuldades recorrentemente apresentadas na literatura sobre a utilização do RCD como agregado é a elevada heterogeneidade que esse material apresenta em sua composição e o quanto isso pode influenciar diretamente nas características do concreto, como a resistência a compressão e abrasão. Angulo (2005) investigou a influência das características dos agregados graúdos separados por densidade no comportamento mecânico dos concretos. O autor testifica que “Para uma dada porosidade (ou relação água/cimento) de pasta de cimento, a porosidade (ou massa específica aparente) dos agregados de RCD reciclados separados por densidade controla o comportamento mecânico dos concretos.” (ÂNGULO, 2005, P. 152). O autor ainda observa que a absorção de água dos concretos está correlacionada com a soma dos teores de aglomerantes e de cerâmica vermelha presentes na composição do resíduo, fato esse que pode ser certificado tendo em vista que esses grupos de materiais são sistematicamente mais porosos que os demais.

Alves (2016) estudou traços de concreto com substituição de 0, 5, 10 e 15% do agregado natural graúdo (brita) pelo agregado reciclado (RCD). O autor realizou ensaios para determinação da resistência à compressão, porosidade e permeabilidade, para verificar a influência da adição dos agregados reciclados. Foi observado que houve uma perda de resistência, aproximadamente linear com o aumento do teor de substituição, sendo que os valores médios obtidos para as misturas foram de 15,33; 13,14; 12,09 e 11,61 MPa respectivamente. Ainda avaliou que à medida que se aumentava o teor de agregado reciclado, também aumentava a porcentagem de porosidade. O mesmo foi observado com relação ao coeficiente de permeabilidade, que apresentou valores acima do preconizado na norma ACI 522 R-06 (2006). Nesse estudo o autor comprovou que a substituições de até 15% do agregado convencional por RCD, apesar de diminuir a resistência à compressão, ainda atende a faixa de 10 a 20 MPa considerada aceitável para esse tipo de concreto, permitindo que este seja utilizado na pavimentação urbana.

Santos et al. (2018), obteve aos 28 dias uma redução de 4 MPa na resistência a compressão do concreto com substituição de 15% do agregado graúdo pelo reciclado de RCD, comparado ao

convencional utilizado como referência. Ainda segundo os autores, a consistência do concreto com RCD ficou próxima a do concreto usual. Devido à maior taxa de absorção desses resíduos, verificou-se a necessidade de uma maior adição de água.

Com a utilização de agregados reciclados, com granulometrias correspondentes a areia, brita 0 e brita 1, Neto et al. (2018) examinou substituições dos agregados naturais por ARM (RCD composto na sua fração graúda com menos de 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland e rochas) de 50% e 100%. Os concretos com substituição apenas do ARM miúdo apresentaram bons resultados, obtendo um acréscimo de até 18% na resistência à compressão, em relação ao concreto de referência. Já os concretos com substituição dos agregados graúdos obtiveram redução de aproximadamente 20,6% na resistência a compressão e entre 5,2% e 19,5% na resistência à tração para uma substituição total de ARM graúdos. Os demais concretos obtiveram resultados similares ou superiores à referência. Com a inserção de agregados graúdos de RCD, também foi observada uma redução do módulo de elasticidade dos concretos, principalmente naqueles com substituição de ARM graúdo, onde as diminuições ficaram entre 15,75% a 40,60%.

Hood (2006) utilizou teores de substituição entre 0 % e 100%, para avaliar a viabilidade técnica da utilização desse resíduo como agregado na confecção de blocos de concreto para pavimentação. Os resultados mostraram um decréscimo na resistência à compressão dos blocos como aumento do teor de substituição de agregado miúdo natural por reciclado, porém, para um teor de 25%, o valor da resistência à compressão aos 28 dias ficou acima dos 25 MPa. Foi verificado que os índices de desgaste por abrasão e absorção de água aumentam com a substituição, no entanto quanto à absorção de água, não há prejuízo significativo até o teor de 25%. Para resistência à abrasão, o menor índice de desgaste registrado foi apresentado pelo mesmo teor. Também foram avaliadas características do concreto no estado fresco, onde mesmo com a maior presença de água nas misturas executadas com agregado miúdo reciclado, não se observaram variações significativas na trabalhabilidade do concreto. Desse modo o autor verifica que há a possibilidade de utilização do agregado miúdo reciclado em substituição ao agregado miúdo natural em blocos de concreto para pavimentação a serem utilizados em situações de tráfego de veículos leves ou trânsito de pedestres.

Evangelista, Costa e Zanta (2010) a partir de três estudos de caso realizados em diferentes obras de Salvador-BA, apresentaram uma proposta de estruturação do processo de reciclagem de resíduos de construção classe A diretamente no canteiro de obra. Durante a pesquisa, a fim de verificar a viabilidade da utilização do agregado reciclado, foram produzidos no canteiro de obras, com o auxílio de um britador móvel, agregado reciclado miúdo e graúdo. Foi encomendado a um laboratório especializado o desenvolvimento de traços para confecção de concreto magro e graute que utilizassem agregados reciclados como substitutos dos tradicionais. A partir de ensaios verificou-se que os três traços analisados atingiram a resistência a compressão mínima exigida pela normativa. Sob perspectivas econômicas e ambientais foi avaliado durante um período de 16 semanas um ganho de R\$ 43,82 por metro cúbico de agregado reciclado, com uma redução de 312 m³ no consumo de agregados naturais e a reutilização de 377m³ de resíduos da obra (EVANGELISTA; COSTA; ZANTA, 2010).

Ressalta-se que o estudo aqui exposto se encontra em fase inicial de desenvolvimento e fora iniciado em abril deste ano, espera-se atingir uma alta porcentagem de substituição de agregados por RCD, produzindo um concreto, em grande parte, “ecológico” sem perder suas características mecânicas. Isso tudo para que seja gerado um produto – blocos intertravados – capaz de resistir ao tráfego de pedestres e de veículos leves de maneira satisfatória e com durabilidade, ou seja, que não se enfraqueça ou perca suas propriedades perante agentes químicos e físicos do meio em questão, principalmente a intempéries e abrasão.

CONCLUSÕES:

Foi possível notar através do processo de revisão bibliográfica que a maior parte dos estudos a respeito da utilização do agregado reciclado de RCD obtiveram resultados satisfatórios, alguns acima do esperado, o que certifica a exequibilidade dessa alternativa. A temática específica aqui tratada, a respeito do emprego desse tipo de agregado na confecção de blocos de concreto intertravados permeáveis, ainda é escassa na literatura nacional e desse modo a pesquisa se faz relevante. Os poucos estudos verificados obtiveram bons resultados, desse modo, o sucesso de tal protótipo pode sugerir mudanças nos materiais de construção utilizados em pavimentações de vias urbanas e ambientes públicos de convivência, como praças, jardins e passeios.

O desenvolvimento desse produto visa sanar problemas sob vertentes: ambiental, funcional, econômica e social. Sobre a perspectiva ambiental, a utilização de resíduos de construção e demolição

como o principal agregado constituinte, irá proporcionar uma destinação adequada aos resíduos produzidos, inicialmente no âmbito do município de Piumhi-MG, haja visto que este já possui um vasto depósito deste tipo de resíduo, os quais atualmente não possuem nenhuma utilidade. Isso também diminuiria a utilização de recursos naturais que necessitam ser extraídos de jazidas.

Os pavimentos permeáveis intertravados possuem também, uma funcionalidade e aplicabilidade mais simples, se comparado a outras obras de infraestrutura utilizadas na solução dos problemas de drenagem urbana. Economicamente esta é uma solução de baixo custo, visto que o RCD é gerado pelo próprio município, podendo ser obtido com abundância e sem custos de compra, apenas transporte.

A utilização desses resíduos também atenderia as premissas estabelecidas pela Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e a Resolução nº 307 do CONAMA, que trata especificamente dos procedimentos para gestão dos resíduos da construção civil (BRASIL, 2002). Ainda é possível projetar um cenário futuro, onde a utilização dos agregados reciclados será impulsionada pela indisponibilidade de aterros e implementação de políticas ambientais

Por fim, esse estudo intenciona atingir relevância sobre aspectos sociais, através da utilização de mão-de-obra carcerária na produção dos blocos que serão destinados ao próprio município. Os presidiários selecionados ao participar da produção, se beneficiariam com uma remição de pena, segundo os critérios estabelecidos pela Lei Nº 12433/11. Além disso, eles estariam também sendo capacitados para atuar no mercado de trabalho, dessa forma se preparando para a reinserção na sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALVES, P. **Concreto permeável para pavimentação urbana com uso de resíduos de construção e demolição produzidos na usina de reciclagem de São José do Rio Preto**. 2016. 90 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia, 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/138535>>. Acesso em: 10 maio. 2019.

ANGULO, S. C. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e influência de suas características no comportamento de concretos**. 2005. 236 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia de Construção Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-18112005-155825/pt-br.php>> Acesso em: 07 abr. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15116: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 53: Agregado graúdo - Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água**. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. Rio de Janeiro, 2016. 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2007. 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro, 1998. 8 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 7222: Concreto e argamassa — Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2011. 5 p.

BATEZINI, R. **Estudo preliminar de concretos permeáveis como revestimento de pavimentos para áreas de veículos leves**. 2013. 133 f. Dissertação (mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-19072013-155819/pt-br.php>>. Acesso em: 01 maio. 2019.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Cidades Sustentáveis: Construção Sustentável**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/construcao-sustentavel.html>>. Acesso em: 01 maio. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002**. Brasília, DF, 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>>. Acesso em: 01 jun. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 01 jun. 2019.

BRASIL. **Lei nº 12.433, de 29 de junho de 2011**. Altera a Lei nº 7.210, de 11 de julho de 1984 (Lei de Execução Penal) Brasília, DF, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12433.htm>. Acesso em: 01 jun. 2019.

BRAVO, M.; BRITO, J.; PONTES, J.; *et al.* Mechanical performance of concrete made with aggregates from construction and demolition waste recycling plants. **Journal of Cleaner Production**, v. 99, pp. 59-74, jul. 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615002292>>. Acesso em: 01 maio. 2019.

EVANGELISTA, P. P. A.; BASTOS, D. C.; ZANTA, V. M. Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 23-40, set. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212010000300002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 01 maio. 2019.

FERREIRA, A. T. **Tempo de enchimento de pavimentos permeáveis e poços de infiltração de água pluvial: Analogia com fluxo de calor em meios sólidos**. 2017. 111 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual De Campinas, 2017. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/322275/1/Ferreira_ArmandoTraini_D.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2019

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores IBGE: outubro/dezembro de 2017**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/5452d8356484c9bf115862b4f64d9079.pdf>. Acesso em: 01 maio. 2019.

LEITE, M. B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. 2001. 270 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream_id/45864/000292768.pdf> Acesso em: 13 abr. 2019

LORDÊLO, P. M.; EVANGELISTA, P. P. A.; FERRAZ, T. G. A. **Gestão de Resíduos na Construção Civil: redução, reutilização e reciclagem**. Salvador: SENAI-BA, 2007.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: IBRACON, 2008. 674 p.]

NETO, L. A. C. V.; SALES, A. T. C.; SALES, L. C. Efeitos da variabilidade de agregados de RCD sobre o desempenho mecânico do concreto de cimento Portland. **Matéria (Rio J.)**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, e-11958, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-70762018000100413&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 abr. 2019

SANTOS, P. M.; JIMENEZ, I. J. T.; BRITO, C. R. **Analysis of mechanical performance in concrete using as raw material waste of construction and demolition**. Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications. 16.ed. v. 4, dez. 2018.

SCOTT HOOD, R.S. **Análise da Viabilidade Técnica da Utilização de Resíduos de Construção e Demolição como Agregado Miúdo Reciclado na Confecção de Blocos de Concreto para Pavimentação**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/12112>>. Acesso em: 13 abr. 2019

Participação em Congressos, publicações e/ou pedidos de proteção intelectual:

Esse projeto foi divulgado na 1ª Convenção de Extensão, Pesquisa e Inovação do Campus Avançado Piumhi, 2019.