

ANÁLISE DA VIABILIDADE DO CONCRETO FABRICADO COM RESÍDUOS DE PAVIMENTO ASFÁLTICO¹

FEASIBILITY ANALYSIS OF CONCRETE MANUFACTURED WITH ASPHALT PAVEMENT WASTE

Ingred Horrana Rocha Vieira²

Déborah Vilas Boas dos Passos³

RESUMO

Considerando a confluência entre o meio ambiente e a indústria da construção, a preocupação com a preservação do meio ambiente tem se tornado cada vez mais presente nos canteiros de obra, o que justifica o grande interesse por pesquisas que visem a sustentabilidade na construção civil. Com isso, o estudo em vigência, procura analisar o comportamento do concreto a partir da incorporação de resíduo de pavimentação asfáltica. Tal resíduo é produzido em grande escala mediante a necessidade de escavação de ruas e estradas pavimentadas, sendo elas provenientes da manutenção na pavimentação asfáltica ou até mesmo realização de obras de infraestruturas. A partir da coleta desse material, foi realizada a britagem dos blocos de pavimento asfáltico em um material mais granular, que após o seu peneiramento, foi utilizado na composição do concreto, substituindo o agregado graúdo. Foram avaliadas a trabalhabilidade e a resistência à compressão axial, sendo esses ensaios realizados no laboratório de materiais de construção da Faculdade de Inhumas - FacMais. Atestou-se que com o aumento da concentração do resíduo de asfalto na massa, houve diminuição da trabalhabilidade e conseqüentemente da resistência do concreto. No entanto, essa substituição torna-se viável na produção de artefatos de concreto que não demandem grandes resistências, tendo em vista que, haverá um benefício ecológico com o reaproveitamento do material asfáltico, além de, diminuir a busca pela matéria prima proveniente da trituração de rochas, método que causa um prejuízo duradouro aos recursos naturais.

Palavras-chave: reaproveitamento; sustentabilidade; resistência à compressão.

ABSTRACT

Considering the confluence between the environment and the construction industry, concern for the preservation of the environment has become increasingly present at construction sites, which justifies the great interest in research aimed at sustainability in civil construction. With this, the current study seeks to analyze the behavior of concrete from the incorporation of asphalt paving waste. Such waste is produced on a

¹ Este artigo é uma versão que faz parte do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no curso de Engenharia Civil no primeiro semestre de 2023, na Faculdade de Inhumas – FacMais.

² Acadêmica do 10º Período do Curso de Engenharia civil da FacMais. E-mail: ingredvieira@aluno.facmais.edu.br.

³ Professora Orientadora Especialista em Docência do Ensino Básico e Superior, Docente da Faculdade de Inhumas – FacMais. E-mail: deborah@facmais.edu.br.

large scale through the need to excavate paved streets and roads, which come from maintenance of asphalt paving or even carrying out infrastructure works. From the collection of this material, the asphalt pavement blocks were crushed into a more granular material, which, after being sieved, was used in the composition of the concrete, replacing the coarse aggregate. Workability and resistance to axial compression were evaluated, and these tests were carried out in the construction materials laboratory of Faculdade de Inhumas - FacMais. It was attested that with the increase in the concentration of asphalt residue in the mass, there was a decrease in the workability and consequently the resistance of the concrete. However, this replacement becomes viable in the production of concrete artifacts that do not require great resistance, considering that there will be an ecological benefit with the reuse of asphalt material, in addition to reducing the search for raw material from the crushing of rocks, a method that causes lasting damage to natural resources.

Key Words: reuse; sustainability; compressive strength.

1 INTRODUÇÃO

O concreto é o material mais utilizado na indústria da construção e, além de sua resistência, possui excelentes propriedades mecânicas, quando fabricado e aplicado da forma adequada. Desse modo, o uso do concreto na construção civil torna-se indispensável, pois se apresenta como um material com alta durabilidade, se mantendo por um longo período sem necessidade de manutenção (LIMA, et.al. 2014).

É inegável o fato de que a construção civil é responsável pela maioria do acúmulo de resíduos gerados e pelo alto consumo de matéria-prima, tendo como exemplo, a brita (NUNES, 2020). Com o objetivo de visar o desenvolvimento sustentável, deve-se minimizar o uso de matéria prima ou adotar métodos para o reaproveitamento de tais (BAPTISTA, 2013). Assim, um importante posicionamento é a responsabilidade socioambiental sobre a exploração de recursos minerais e a administração de resíduos provenientes de atividades, em que haja sua utilização (CORTEZ, ORTIGOZA, 2007).

Logo, esse fato comprova a importância de ações para a diminuição do uso de recursos naturais, como a reutilização dos resíduos de pavimento asfáltico (RPA) para a fabricação de concreto. De acordo com Agopyan (2012), da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, a indústria da construção civil consome de 40% a 75% da matéria-prima gerada no mundo. Os agregados compõem um elemento importante no concreto, cooperando com cerca de 80% do peso e 20% do custo do concreto sem aditivos (BAUER, 2000). Torna-se, portanto, uma alternativa considerável no âmbito ambiental e econômico.

A Resolução nº 307 do CONAMA (2002) classifica o RPA na definição da classe A, que são: resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fio etc.) produzidas nos canteiros de obras (ALVES, 2017).

A reutilização dos RPA vem aumentando gradativamente e já tem sido a principal fonte de agregados em alguns países. O uso de agregados reciclados vem crescendo em consequência de restrições ambientais na exploração de agregados naturais em razão das especificações existentes para utilização. Dessa maneira, a utilização desses materiais residuais na construção civil trará benefícios para o meio ambiente, tornando a indústria mais sustentável e possibilitando a diminuição do consumo dos recursos naturais (CÔRREA, 2009).

Este estudo analisa a eficiência do concreto produzido com resíduos de pavimento asfáltico, analisando sua trabalhabilidade e viabilidade econômica, visando a diminuição dos impactos da construção civil no meio ambiente e a reutilização de materiais reduzindo o uso de matéria-prima.

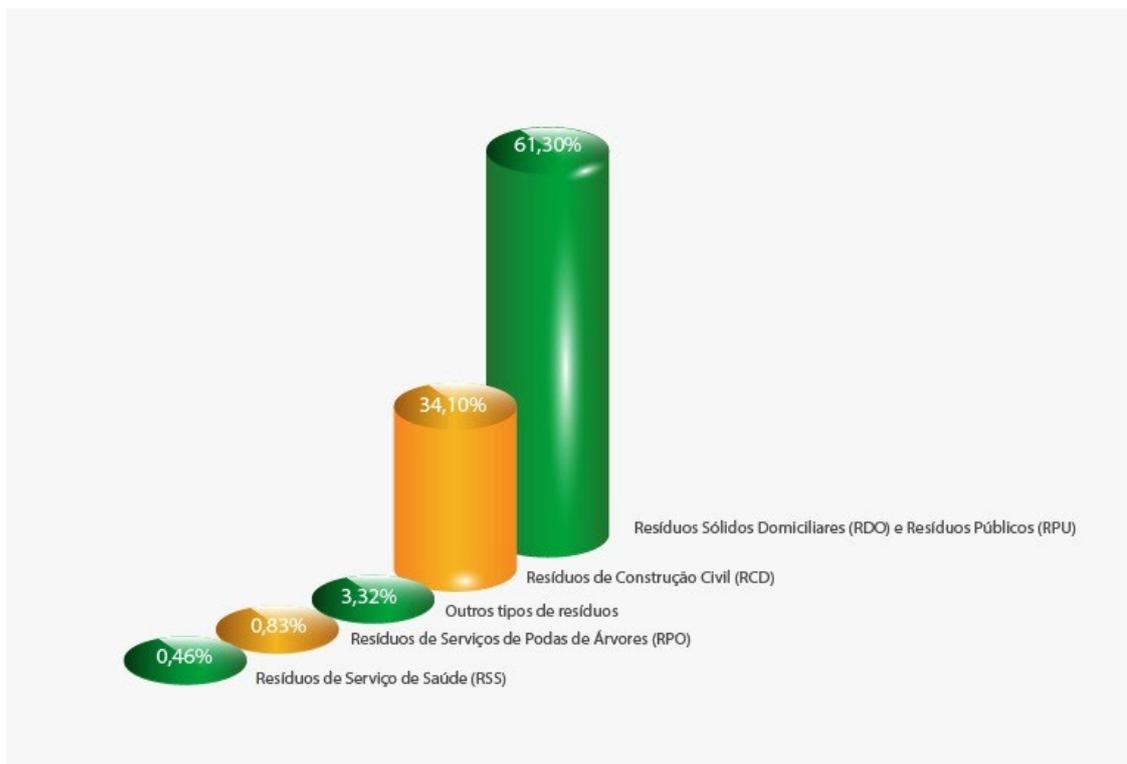
2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Geração de resíduos na construção civil

A geração exacerbada de resíduos da construção civil é um grande problema ambiental, devido a seu acúmulo e destinação incorreta. Nesse sentido, percebe-se a negligência do setor público e privado, a fim de buscar saídas eficientes de absorção desse resíduo como agregado que possa ser incorporado ou mesmo substituir recursos naturais em linhas de produção (OLIVEIRA; MENDES, 2008).

A Figura 1, apresenta dados sobre o manejo de resíduos de acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). A pesquisa foi feita considerando 69% dos municípios de Goiás (TECNOUNISC, 2021).

Figura 1: Porcentagem da origem de resíduos em Goiás.



Fonte: TECNOUNISC (2021).

Diante disso, observa-se que 61,30% do total centraliza-se em Resíduos Sólidos Domiciliares (RDO) e Resíduos Públicos (RPU). Ademais, os Resíduos de Construção Civil (RCD) somam 34,10%. Já os outros tipos de resíduos totalizam 3,32%. Os Resíduos de Serviços de Podas de Árvores (RPO) se mostraram com 0,83%. Resíduos de Serviço de Saúde (RSS) se concentram em 0,46%.

Logo, conclui-se que a construção civil se tornou o segundo maior gerador de resíduos, acentuando a relevância de encontrar alternativas suficientes para sua reutilização, para que diminuam os impactos causados ao meio ambiente.

2.2 Uso do concreto com pavimento asfáltico

No estudo de Alves (2017), estudante da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), foram realizadas análises sobre o uso dos resíduos de pavimento asfáltico como agregado na fabricação de concreto, demonstrando que a implementação do RPA (resíduo de pavimento asfáltico) no concreto diminui a plasticidade e, conseqüentemente, sua trabalhabilidade. Essa redução é gradativa com o aumento dos teores de incorporação do resíduo, devido a diminuição das

dimensões do agregado graúdo e a absorção do material que resultam num maior consumo de água.

A massa específica no concreto curado sofreu uma redução incapaz de transformar o concreto normal em um concreto leve. Com isso, o concreto continuou a ser classificado como concreto normal, de acordo com a NBR 12655 (ABNT, 2015). O RPA integrado ao concreto reduziu a resistência à compressão e a diminuição dessa resistência é maior de acordo com o aumento dos teores de adição do mesmo. O autor destacou que o concreto produzido com resíduos de pavimento asfáltico não é viável para a fabricação de concretos que serão utilizados em estruturas ou que necessitem de uma resistência elevada. Todavia, pode ser utilizado na fabricação de concretos que não demandem maiores resistências.

Além disso, em outro estudo sobre a utilização de resíduos reciclados para a fabricação de concreto, realizado em por Geilma, et. al. (2004), constatou-se que o uso do agregado reciclado no concreto, em dosagens adequadas, não altera a resistência à compressão, menos ainda a durabilidade do concreto, considerando que, diferente do estudo anterior, o concreto foi produzido utilizando agregados reciclados provenientes de quaisquer resíduos de construção e demolição.

Dessa forma, é necessário dar a devida importância para o tratamento dos resíduos, desde o beneficiamento, passando pela caracterização, até a fase do uso dos agregados no concreto.

2.3 Eficiência do concreto

O concreto é formado a partir da mistura em devidas proporções, do cimento, agregados graúdos (pedra), agregado miúdo (areia), água (a NBR 12655:2015 apresenta os valores padrões da relação água/cimento no Brasil, devendo estar entre 0,65 e 0,45), aditivos e adições. Existe um resultado adequado em que essa mistura precisa se encontrar, com resistência à compressão, bem como, a trabalhabilidade e consistência suficientes para seu manuseio, transporte e utilização.

Neste íterim, considera-se a trabalhabilidade, a resistência e a durabilidade como principais elementos para a análise da eficiência do concreto. A avaliação da trabalhabilidade ocorre pela consistência que se observa visualmente, quanto maior a trabalhabilidade de uma mistura menor sua consistência, ou seja, maior sua fluidez, sem perda de coesão. Logo, um concreto trabalhável se dá pela sua fluidez, contando

também com a não ocorrência de segregação (RECENA, 2011).

Outrossim, considera-se outro aspecto importante para a qualificação do concreto, sua resistência mecânica. O ensaio de compressão é o meio mais utilizado para determinação da resistência do concreto de acordo com os parâmetros mínimos de aplicação.

A resistência à compressão do concreto, é representada pelo FCK (*Feature Compression Know*), que em português é o mesmo que resistência característica do concreto à compressão. A unidade de medida da resistência à compressão é o megapascal (MPa), sendo que 1 Mpa equivale a aproximadamente 10 kgf/cm² (RECENA, 2011).

Portanto, essa tensão é resultado da divisão entre a força e a área em que ela operará. Deste modo, esse teste possibilita a análise da resistência antes da ruptura (RECENA, 2011). Nesse caso, o concreto em questão foi projetado para atingir no mínimo o fck de 25 Mpa, levando em consideração o fck convencionalmente empregado em obras menos complexas e sem grandes deformações.

A análise da durabilidade do concreto está relacionada às propriedades do material e à sua exposição ao longo do tempo em um determinado ambiente. Ela é fundamental para a vida útil de uma edificação. Segundo a norma de desempenho ABNT NBR 15575, a Vida Útil do Projeto (VUP) mínima para estruturas de concreto deve ser igual ou superior a 50 anos (FIGUEIREDO, 2015).

A durabilidade depende também de fatores ligados à fase de projeto, desde a produção dos materiais até a preparação do concreto. Ela pode sofrer impacto da ação do meio ambiente, e o nível de agressividade na região onde a edificação será construída afetará as características do concreto e da estrutura, tais como a relação água e cimento e a resistência à compressão do concreto (FIGUEIREDO, 2015).

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada se refere a um estudo de caso, caracterizado por identificar um problema, analisar as evidências, desenvolver argumentos lógicos, avaliar e propor soluções para um fenômeno (COELHO, 2017). Essa avaliação torna possível a análise das causas e efeitos do assunto em questão. O estudo foi desenvolvido com o intuito de examinar o desempenho do concreto produzido a partir de resíduos de pavimento asfáltico.

Nesse caso, o problema em questão se refere ao intenso uso de matéria prima e excessiva produção de resíduos pela indústria da construção civil, sendo uma das principais responsáveis por contribuir com o desequilíbrio ambiental. Desse modo, determina-se como possível solução a produção de concreto utilizando o agregado reciclado, reaproveitando um material que seria descartado no meio ambiente. Com isso, um novo destino é dado a boa parte dos resíduos da construção civil, possibilitando uma diminuição no impacto que traria à natureza.

4 RESULTADOS

Nesse contexto, os resíduos de pavimento asfáltico foram utilizados substituindo o agregado graúdo na fabricação do concreto, o qual constitui o traço 1:2:3, sendo cimento (Montes Claros, CP II E), agregado miúdo (areia média convencional) e o agregado graúdo (produzido a partir do resíduo de pavimento asfáltico). A NBR 12655:2015 declara os valores padrões da relação água/cimento no Brasil, pontuando que devem estar entre 0,65 a 0,45.

4.1 Preparação do agregado reciclado

Os resíduos de pavimento asfáltico coletados foram materiais restantes de obras de saneamento realizados pela empresa Saneamento de Goiás (SANEAGO), na cidade de Inhumas/GO que seriam descartados e não teriam nenhuma utilização. Os resíduos passaram por um tipo de seleção, para que fosse separado todo elemento cortante ou nocivo tanto aos equipamentos manuseados e às pessoas. Em seguida, o material passou por um processo de britagem, que consiste na fragmentação dos blocos de pavimentação coletados, realizado pela empresa Forte - Artefatos de Concreto.

O resíduo britado foi levado para o laboratório de engenharia civil da Faculdade de Inhumas - Facmais, onde o estudo foi realizado. O material foi peneirado para a retirada da brita 0 (entre 4,8 mm a 9,5 mm).

4.2 Produção do concreto com agregado reciclado

Para a produção do concreto (com traço de 1:2:3), primeiramente foi feita a pesagem de todos os elementos constituintes, cimento (Montes Claros, CP II E), areia (areia média convencional), brita 0 (derivada de resíduos de asfalto) e água, como mostrado na Figura 2.

Figura 2: Demonstração da pesagem dos componentes do concreto.



Fonte: Autor (2023).

A amostragem foi realizada de acordo com a norma ABNT NBR NM 33:1998. Os componentes do concreto foram adicionados na betoneira, um após o outro e misturados.

4.3 Consistência

O comportamento do concreto fresco é apresentado na Figura 3, destacando a aparência heterogênea do agregado com os demais constituintes do concreto conforme é feita a substituição do agregado graúdo pelos agregados de RPA.

Figura 3: Representação da consistência do concreto.



Fonte: Autor (2023).

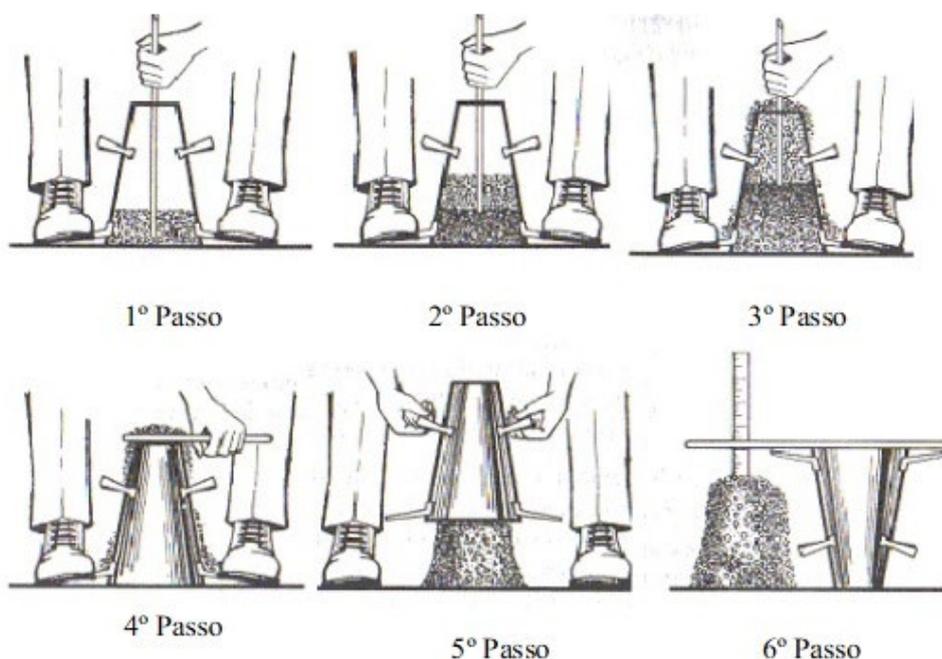
Como mostrado na figura acima, constatou-se que o concreto não apresentou liga, aparentando estar “seco”, dando a impressão de que faltou água (principal causa de fissura nas peças de concreto) e do agregado não estar homogêneo em relação aos outros componentes. Sendo assim, há chances de o concreto não conseguir preencher todos os espaços das peças, surgindo os vazios, e dependendo da quantidade e dos meios onde se encontram, os vazios levam a deformações e até mesmo a perda da funcionalidade da estrutura.

Logo após, o concreto foi retirado da betoneira para a realização do *slump test*. O *slump test* é um ensaio com a função de determinar a consistência pelo abatimento do tronco de cone e foi feito de acordo com a NBR NM 67:1998. Para a realização do *slump test*, o molde tronco-cônico com diâmetro inferior de 20 cm, diâmetro superior de 10 cm e altura de 30 cm, com a maior base voltada para baixo foi colocado sobre uma superfície de estanque. Depois encheu-se uma camada de 10 cm de altura com concreto (PEREIRA, 2019).

Aplicou-se vinte e cinco golpes em uma barra com 16 mm de diâmetro e repetiu-se o mesmo processo para as outras duas camadas. De cinco a dez segundos

depois, retirou-se o molde pausadamente (PEREIRA, 2019). Então, o abatimento trata-se da disparidade da altura entre o molde e o tronco de cone de concreto fresco, medido em centímetros, como é mostrado na figura 4:

Figura 4: Representação de como é realizado o *Slump Test*.



Fonte: GUERRA, Ruy Serafim de Teixeira (2010).

O valor de abatimento obtido foi de 14 cm. Como o concreto em questão foi projetado para elementos estruturais com lançamento convencional e para o fck de 25 Mpa, considera-se o valor de abatimento dentro do projetado.

Após finalizado o slump test, foram moldados os corpos de prova para a realização do ensaio de resistência à compressão, de acordo com a NBR 9738:2015. A dimensão do molde do corpo de prova utilizado foi de 20x10 cm. Posteriormente, o concreto foi introduzido dentro do molde, tendo a quantidade de camadas e golpes para adensamento definidos de acordo com a NBR 5738:2015. Foram preenchidos 6 moldes de corpo de prova e dadas leves batidas na parte externa dos moldes para fechar a folga causada pela compactação. A última camada deve ser despejada com uma quantidade de concreto que ultrapasse o volume da fôrma, de forma que possa ser nivelado com a colher de pedreiro, sem adição de material após a compactação.

Depois da cura das primeiras 24 horas após a moldagem, os corpos de prova foram desmoldados e submetidos à cura por imersão, até o momento do ensaio,

sendo conservados imersos em água saturada de cal. Os corpos de prova ficaram protegidos de ações externas e da ação da água em movimento.

Como até o momento de finalização desse estudo, o tempo de cura do concreto não atingiu de 7 a 28 dias, espera-se que a resistência do concreto à compressão atinja pelo menos o valor de 25 Mpa, já que o adensamento mostra que o concreto é trabalhável, apesar da probabilidade do surgimento de vazios por sua consistência com aparência “segregada”.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal da pesquisa foi avaliar o comportamento do concreto produzido com resíduos de pavimento asfáltico, com o intuito de apresentar uma alternativa de utilização de agregados reciclados. A incorporação do resíduo de pavimento asfáltico (RPA) no concreto deixou a mistura mais seca, podendo provocar um aumento de trincas no concreto. Assim, não sendo uma possibilidade factível para concretos com finalidades estruturais ou que necessitem uma resistência maior.

Não obstante, pode ser utilizado em concretos que não demandem grandes resistências como em concretos não estruturais, considerando o benefício ecológico que haverá com o reaproveitamento do material asfáltico. Portanto, os resultados obtidos foram significativos pela obtenção das informações, expandindo o conhecimento sobre resíduos reciclados, assim, incentivando mais estudos sobre e as diferentes formas de aplicação.

Por fim, uma sugestão é a lavagem e secagem dos agregados graúdos oriundos do RPA podendo fazer com que, ao ser incorporado na mistura, ele absorva menos água, provocando uma melhor reação de hidratação dos compostos do cimento, aumentando a trabalhabilidade e conseqüentemente preenchendo adequadamente as fôrmas, diminuindo os vazios.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12655 – Concreto de cimento Portland — Preparo, controle, recebimento e aceitação — Procedimento**. Rio de Janeiro, 2015.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15575 – Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 1998.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5738 – Concreto: procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.** Rio de Janeiro, 2015.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7680-1 – Concreto de Cimento Portland –. Preparo, controle, recebimento e aceitação.** Rio de Janeiro, 2015.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7680-1 – Concreto: extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto. Parte 1: Resistência à compressão axial.** Rio de Janeiro, 2015.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9776 – Agregados: determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman-Especificação.** Rio de Janeiro, 1987.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR NM 33 – Concreto – Amostragem de concreto fresco.** Rio de Janeiro, 1998.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR NM 53 – Agregado graúdo - Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água.** Rio de Janeiro, 2009.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR NM 67 – Concreto: Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.** Rio de Janeiro, 1998.

AGOPYAN, Vahan. **50 anos de pós-graduação na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (1970-2020)**, p. 306 online, 2021. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/003054154>. Acesso em: 26 nov. 2022.

ALVES, Rodrigo Luis de Moraes. **Concreto produzido com resíduos de pavimento asfáltico.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/40698/6/concreto-produzido-res%c3%adduo-Alves-Monografia.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2022.

BAPTISTA, Romanel Vieira. **Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras.** 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.7213/urbe.05.002.SE02>. Acesso em: 26 nov. 2022.

BAUER, Falcão L.A. **Materiais de Construção 1.** Vol. 1 ed: 5a, 2000.

COELHO, Beatriz. **Como usar o estudo de caso no TCC ou nos negócios.** 2007. Disponível em: <https://www.metodologiacyentifica.org/tipos-de-pesquisa/pesquisa-experimental/>. Acesso em: 03 dez. 2022.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002.** 2002. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2002_Res_CONAMA_307.pdf. Acesso em: 03 dez. 2022.

CORREIA, Lásaro Roberto. **Sustentabilidade na construção civil.** 2009. Disponível em: https://www.academia.edu/download/54235791/Sustentabilidade_na_Construcao

_CivilL.pdf. Acesso em: 03 dez. 2022.

CORTEZ, A.T.C.; ORTIGOZA, S.A.G. **Consumo sustentável: conflitos entre necessidade e desperdício**. São Paulo; Editora UNESP, 2007.

GARCIA, Gabriela di Mateos. **Uso de resíduos de concreto na fabricação de pavimento asfáltico**. 2018. Disponível em: <https://ri.ufmt.br/handle/1/2818>. Acesso em: 11 nov. 2022.

GARCIA, Gabriela di Mateos; BARRETO, Marliton Rocha; CRISPIM, Flávio Alessandro. **Substituição de agregados minerais por resíduos de concreto na fabricação de pavimento asfáltico**. 2018. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/231200204.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2022.

GUERRA, Ruy Serafim de Teixeira. **O que é Slump Test (ensaio de abatimento)?** 2010. Disponível em: http://www.clubedoconcreto.com.br/2013/08/o-que-e-slump-test-ensaio-de-abatimento_29.html. Acesso em: 21 mai. 2023.

LIMA, S. F., LIMA, C. I. V., COUTINHO, C. O. D., AZEVEDO, G. G. C., BARROS, T. Y. G., & TAUBER, T. C.. Concreto e suas inovações. **Caderno De Graduação - Ciências Exatas E Tecnológicas - UNIT - ALAGOAS**, 1(1), 31–40. Recuperado de <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/1285p.3140>, 2014.

MOLIN, Denise C. C. Dal; LIMA, Flávio B. de; VIEIRA, Geilma L.. **Resistência e durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados provenientes de resíduos de construção e demolição**. 2004. Disponível em: <https://www.creago.org.br/uploads/pagina/3961/Gse4yqGmLuy2Cm0h--LbvMHMsMUp0rD2.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2022.

NUNES, Thales Machado. **Estudo de viabilidade da utilização de resíduo de rochas ornamentais na produção de concreto: uma revisão literária**. 2020. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/22897/1/TCC_THALES%20MACHADO%20NUNES.pdf. Acesso em: 16 nov. 2022.

OLIVEIRA, Edieliton Gonzaga de; MENDES, Osmar. **Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição: estudo de caso da Resolução 307 do CONAMA**. 2008. Disponível em: <http://mac.arq.br/wp-content/uploads/2016/03/estudo-de-caso-construtora-consciente.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2022.

PEREIRA, Caio. **O que é Slump do concreto e como fazer o teste?** 2019. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/slump-test/>. Acesso em: 4 dez. 2022.

RECENA, Fernando Antonio Piazza. **Dosagem e controle da qualidade de concretos convencionais de cimento portland**. Porto Alegre, 120 p., 3. ed. 2011.

TECNOUNISC. Universitário. **Dados relevantes sobre o resíduo (lixo) no Brasil – Goiás**. 2019. Disponível em: <https://meuresiduo.com/geral/a-meuresiduo-apresenta->

dados-relevantes-sobre-o-residuo-lixo-no-brasil-goias/. Acesso em: 04 dez. 2022.