Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.12, 2023

ISSN 2178-6925

# UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE VIDRO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

# USE OF WASTE GLASS IN CIVIL CONSTRUCTION: A BIBLIOGRAPHICAL REVIEW

**Guilherme Henrique Aires de Melo**

Acadêmico em Engenharia Civil, IESC-FAG- Faculdade Guaraí, Brasil

E-mail: guilhermeaires12@gmail.com

**Vinicius Ferreira Santos**

Acadêmico em Engenharia Civil, IESC-FAG- Faculdade Guaraí, Brasil

E-mail: vinicius27fs@gmail.com

**Karla Cristina Bentes Moreira**

Mestranda em Engenharia Civil pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil (PPGECiv) UFSCar; Docente da IESC/FAG, Brasil

E-mail: karla.moreira@iescfag.edu.br

## Resumo

O vidro atualmente é de suma importância em diversos ramos da sociedade. Todavia o seu descarte inadequado e até mesmo a sua não reutilização é um problema que afeta diretamente a natureza e consequentemente nós seres humanos. Dentro desse contexto, a construção civil surge como uma alternativa plausível para absorção desses resíduos, uma vez que estudos apontam um beneficiamento do concreto desenvolvido com esse material. A melhora na trabalhabilidade, na resistência a compressão e tração e também ao desgaste foram observadas por diversos autores. Portanto, são necessários mais estudos, especialmente na utilização para concreto estrutural, pois não se tem uma constância nos resultados obtidos. O objetivo desse trabalho é realizar uma revisão bibliográfica a fim de analisar a substituição parcial do agregado miúdo (areia), por vidro moído no desempenho do concreto. A metodologia empregada foi a busca por artigos, trabalhos de conclusão de cursos, mestrados, livros e informações em redes de pesquisas, com análise qualitativa, descritiva e exploratória. Os resultados apontam que a substituição com granulometria adequada é bastante viável à incorporação do vidro no concreto.

**Palavras-chaves:** Resíduos sólidos, Vidro moído, Construção Civil, Concreto, Resistência a Compressão.

ISSN 2178-6925

**Abstract**

Glass is currently of paramount importance in various areas of society. However, its inadequate disposal and even its non-reuse is a problem that directly affects nature and consequently us human beings. Within this context, civil construction emerges as a plausible alternative for absorbing this waste, since studies indicate an improvement in concrete developed with this material. The improvement in workability, resistance to compression and traction and also to wear were observed by several authors. Therefore, more studies are needed, especially when used for structural concrete, as the results obtained are not consistent. The objective of this work is to carry out a literature review in order to analyze the partial replacement of fine aggregate (sand) by ground glass in the performance of concrete. The methodology used was the search for articles, course completion works, master's degrees, books and information in research networks, with qualitative, descriptive and exploratory analysis. The results indicate that replacement with adequate particle size is quite viable for incorporating glass into concrete.

**Keywords:** Solid waste, Glass, Civil Construction, Concrete, Compressive Resistance.

## 1. Introdução

O setor da construção civil é um dos que mais recebem destaque no desenvolvimento de um país. O setor é vital nas questões sociais, econômicas e ambientais, sempre passando por avanços e inovações tecnológicas que buscam sempre um melhor padrão de vida para a população. Entretanto, este processo de industrialização baseia-se na extração de recursos naturais além de acarretar uma ampla produção de resíduos (SANTANA, 2016).

O setor da construção civil consume e produz grandes quantidades de resíduos. Entretanto, também tem capacidade de absorver os resíduos gerados por diversos tipos de atividade, inclusive materiais de construção, como concreto (SIMÕES, 2013).

A geração de resíduos da construção civil é oriunda de construções, reformas, demolições e desperdícios de materiais. Cabe à administração pública implantar medidas que possam agir de maneira preventiva e reduzir consequentemente ações corretivas no futuro (BAPTISTA JUNIOR; ROMANEL, 2013).

ISSN 2178-6925

Um dos métodos adotados pela construção civil para mitigar este problema foi a inserção de resíduos no concreto. Diversos estudos foram realizados para incorporação de resíduos na construção civil, um resíduo bastante viável é o vidro. A elevada durabilidade química o torna apto para compor materiais cimentícios como argamassas e concretos (TRENTIN *et al,* 2020*)*

No Brasil, o mercado industrial é responsável pela fabricação de mais de 8,6 bilhões de unidades de vidro por ano, o que gera aproximadamente 1,3 milhões de toneladas de material. Mesmo podendo ser reciclado infinitas vezes, a sua taxa de reutilização não atinge porcentagens maiores a 50% (ABIVIDRO, 2019). A inserção do material vítreo de forma triturada nas argamassas e concreto mudaria este cenário. Além de contribuir com o meio ambiente, o mesmo proporciona características favoráveis ao concreto, melhorando propriedades, como a resistência a compressão.

Mediante ao exposto, surge a seguinte problemática: qual a influência da substituição parcial de agregado miúdo (areia) por vidro moído no desempenho do concreto? Uma vez que se busca uma opção eficaz para utilização destes resíduos na construção civil.

Desta forma justifica-se esse trabalho, por mostrar uma alternativa plausível para a destinação dos resíduos de vidros, almejando medidas sustentáveis, diminuindo a quantidade destes resíduos na natureza. No que diz respeito à construção civil, a utilização destes resíduos no concreto teve resultados positivos podendo beneficiar o desempenho do mesmo.

## 2. Metodologia

Este trabalho apresenta uma metodologia fundamentada na revisão bibliográfica, com o objetivo de investigar a inserção do vidro moído como substituto parcial do agregado miúdo no concreto. O foco da pesquisa está na análise das implicações dessa substituição nas propriedades mecânicas e de trabalhabilidade do concreto.

A pesquisa foi conduzida através da leitura e análise de artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso (TCC). Trazendo uma abordagem metodológica qualitativa, descritiva e exploratória, proporcionando uma compreensão aprofundada

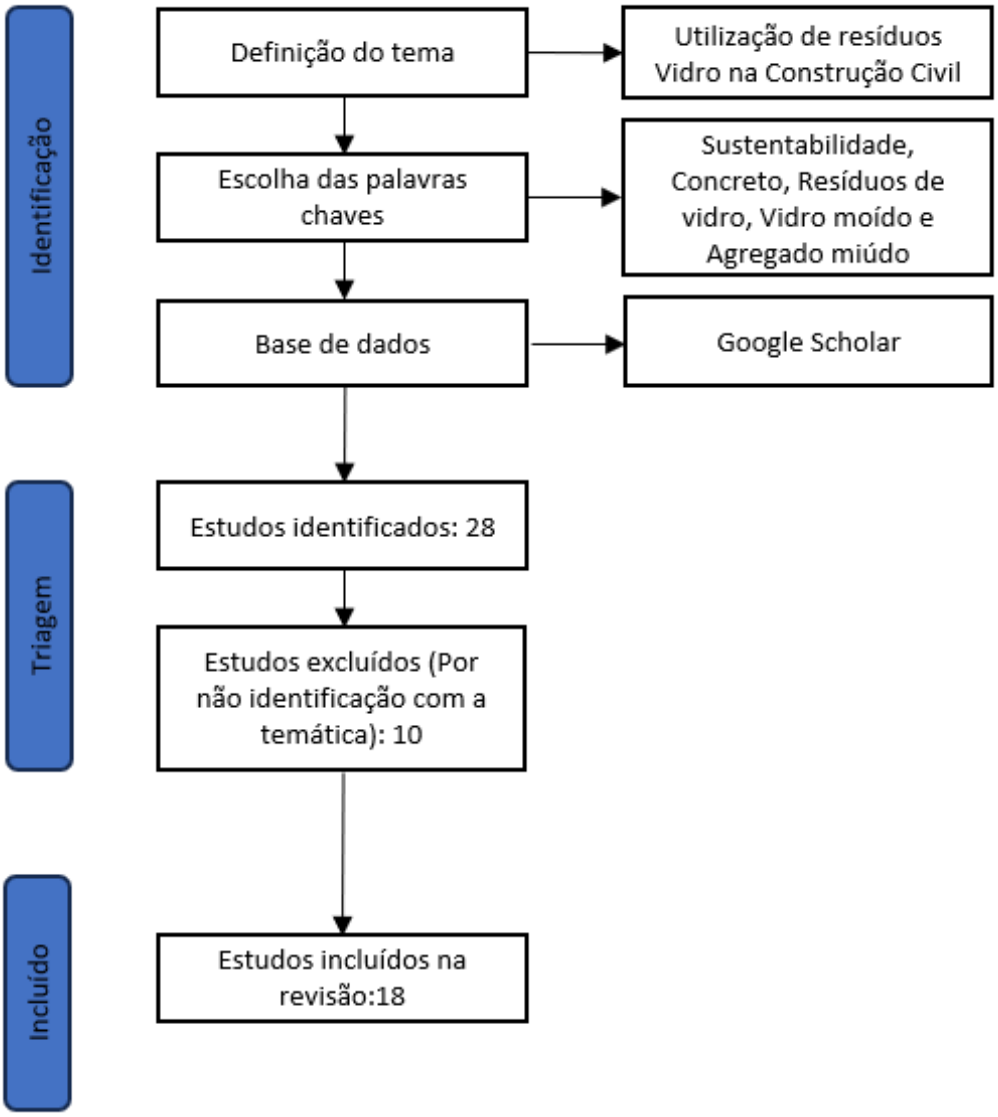
ISSN 2178-6925

sobre a utilização do vidro moído no concreto.

As principais palavras chaves utilizadas para orientar as pesquisas bibliográficas foram: Sustentabilidade, concreto, resíduos de vidros, vidro moído e agregado miúdo.

A figura a seguir apresenta o fluxograma para a realização do estudo.

Figura 01 – Fluxograma do estudo




Fonte: Autores (2023)

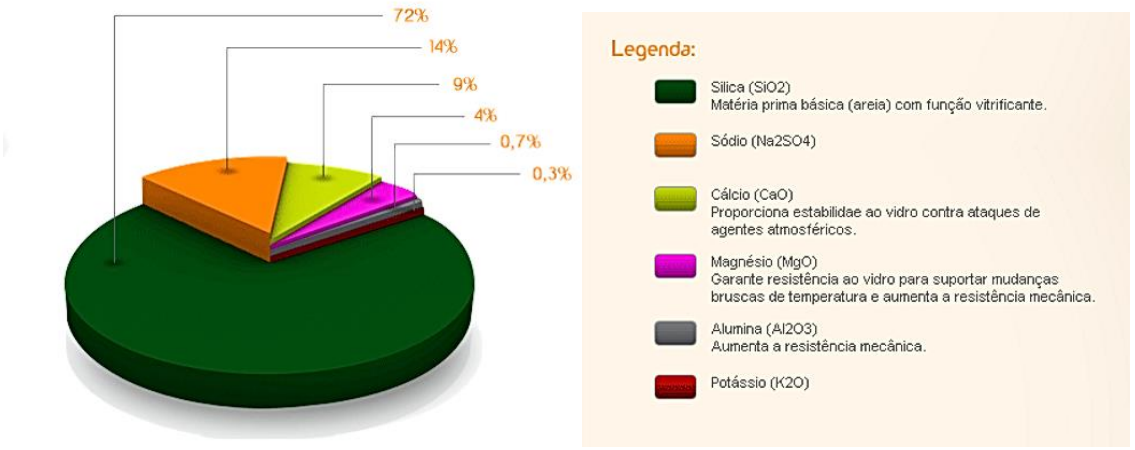
## 3. Revisão de literatura

### 3.1 Propriedades do vidro

ISSN 2178-6925

O vidro é produzido em larga escala pelo mundo. A composição vitrificável que o vidro é contido é formada por sílica ou dióxido de silício (normalmente oriunda do quartzo), barrilha ou soda (carbonato de sódio) e calcário (carbonato de cálcio), de fórmulas químicas SiO2, Na2CO3 e CaCO3 respectivamente. Onde no processo de manufatura fizeram que, com o passar do tempo, outros materiais fossem adicionados para permitir uma melhor moldagem (TINOCO*;* JÚNIOR,2018). Conforme demonstra o gráfico 1, a seguir, os principais componentes do vidro.

Gráfico 1- Componentes do vidro




Fonte: LEMOS *et al (2016)*

Os vidros são caraterizados como estruturas amorfas, ou seja, com arranjos atômicos sem organização espacial; material homogêneo; de aspecto uniforme; e consistem em materiais vitrificáveis. Amplamente utilizado em diversos setores, entre eles, a construção civil. Aquecidos a altas temperaturas e resfriadas após o processo de fusão, a sua composição pode variar de acordo com o tipo de utilização ou modificação de alguma propriedade em específico (AKERMAN, 2014).

A inserção do vidro na construção civil pode ocorrer de diversas maneiras, graças a evolução tecnológica se credibilizou que utilização deste material vá além questões estéticas (GARANITO, 2018). Em sua configuração pura, o vidro é um óxido metálico super esfriado transparente, de elevada dureza e biologicamente

ISSN 2178-6925

inativo. Abrangendo um grande número de aplicações e diferenciando-se de outros materiais por vários atributos, entre eles estão: A baixa porosidade, absortividade, dilatação e condutibilidade térmica aptos a suporte de pressão entre 5.800 a 10.800 kg/cm² afirmam (FERRARI; JORGE, 2010).

Barela *et al* (2020), afirma que além dos benefícios da reutilização da sucata de vidro para o meio ambiente, ele também pode contribuir para o desenvolvimento mecânico do concreto. O material possui elevado fator de resistência à compressão, à tração, à flexão e ao desgaste, devido à composição dos vidros. Ao realizarem um estudo com amostras de 0%, 15%, 35% e 65%, da fração de vidro no agregado miúdo, obtiveram resultados positivos rompendo as amostras em 3, 7, e 28 dias, conforme a norma NBR 5739, onde foi atingido o fck (Resistência Característica do Concreto à Compressão) esperado mesmo com as substituições.

### 3.2 Importância ambiental do uso de vidro moído no concreto

Nos dias atuais, assuntos como derretimento das calotas polares, poluição, enchentes, aquecimento global e entre outros se tornaram bastante comuns. Em torno dessa realidade, medidas vêm sendo tomadas para desacelerar esse processo. Ao associar construção civil com desenvolvimento sustentável encontram-se diversas dificuldades. O setor tem grande importância social e econômica e também é um dos maiores responsáveis por diversos impactos negativos causados ao meio ambiente (ROLLIM, 2019).

A fim de mitigar esse impacto ao meio ambiente, uma das alternativas que vêm sendo bastante estudada pelo mundo todo é a utilização de resíduos oriundos de processos de reciclagem na produção de concreto (como o vidro). Muito disso é possibilitado por conta da boa incorporação do concreto com diversos tipos de resíduos, tendo isso como uma destinação adequada para esses materiais (SIMÕES, 2013).

Morais (2022) em seu estudo de caso demonstrou que grande parte dos vidros não são reciclados, sendo apenas reaproveitados através da reutilização, comercializando-se na forma de peças inteiras, desprezando-se os cacos. Com isso, estima-se que cerca de 80 toneladas de vidro por mês, seriam jogadas

ISSN 2178-6925

diretamente no lixão, podendo ser recicladas, evitando assim a contaminação e poluição do meio ambiente, onde se houvesse uma adequada reciclagem podendo gerar uma série de possibilidades para o uso ou incorporação de cacos de vidro em produtos de cunho tecnológico ou em processos de engenharia avançada.

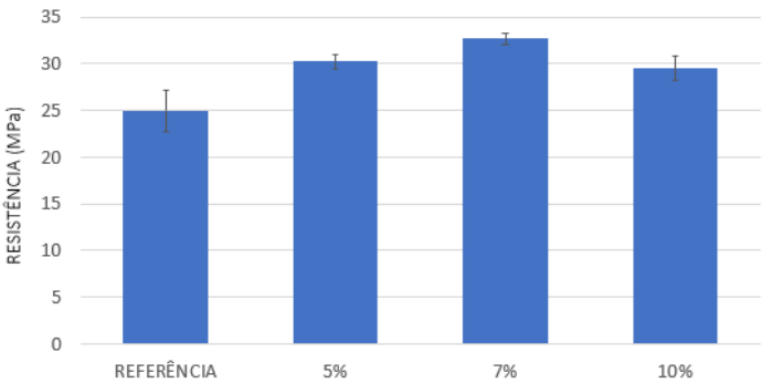
Rodrigues e Deboni (2022) concluem que é possível desenvolver concreto com substituição do agregado miúdo por resíduo de vidro moído e que o concreto possua uma boa resistência, sabendo que o vidro não é um material de fácil decomposição, deste modo seria uma forma de recicla-lo, fazendo assim com que se evite a deposição desses resíduos em lixões e aterros sanitários, reduzindo a retirada de areia meio ambiente.

### 3.3 Propriedades do concreto executado com os resíduos de vidro moído

A substituição de agregado miúdo por vidro moído no concreto é uma prática que está sendo utilizada na engenharia civil. A mesma proporciona benefícios ambientais e tecnológicos, além de alterações nas propriedades e características do concreto (RODRIGUES; DEBONI, 2022).

O Gráfico 2 apresenta resultados de ensaio de resistência à compressão em corpos de prova de concreto aos 28 dias, sendo comparado amostras sem substituição parcial de areia por vidro moído (referência) e amostras com substituição parcial nas porcentagens de 5%, 7% e 10%.

Gráfico 2- Resultados do ensaio de resistência à compressão.




Fonte: LUTZ (2021)

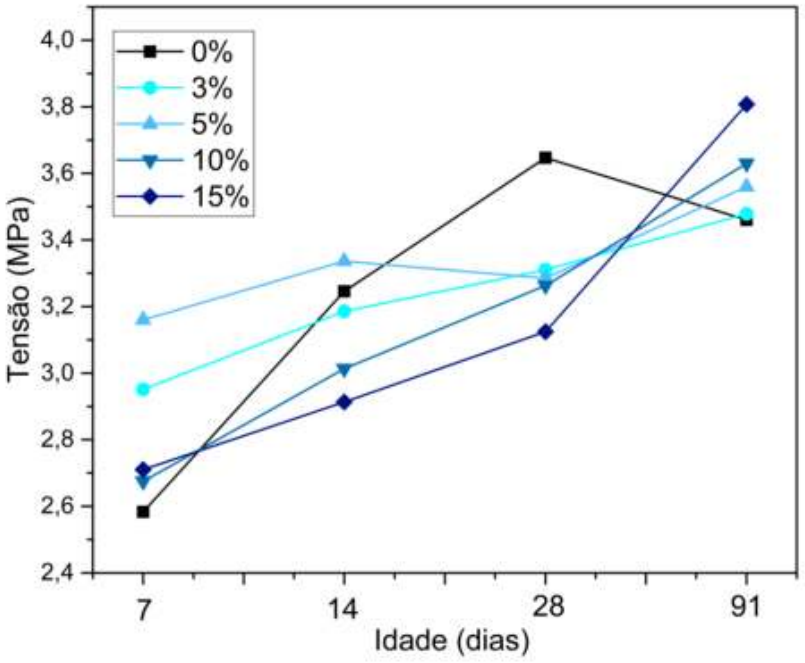
ISSN 2178-6925

Quando estudado apenas o fator de resistência a compressão, Lutz (2021) compreende que os corpos de prova com os traços de 5%, 7% e 10% apresentam maiores resistências quando comparados ao corpo de prova de referência. Vale ressaltar que no experimento as proporções dos outros agregados do concreto foram mantidas de forma contínuas.

Righi *et al (2012)* em estudo similar afirmam que também o aumento de resistência à compressão conforme maior a substituição do agregado miúdo. Na porcentagem de 100% houve um aumento significativo, fator que pode ser esclarecido pelo aumento de finos no concreto ocasionando consequentemente a redução de espaços vazios. Porém a sua substituição em altas porcentagens poderá afetar outras características do concreto.

Ao analisar a resistência a tração por compressão diametral, Brito (2021) analisou em seu trabalho corpos de prova com idade de 7, 14, 28 e 91 dias. Onde nas amostras com porcentagens de 3%, 5%, 10% e 15 % foi comprovado que houve menor resistência nas idades de 14 e 28 dias e atingindo resistências maiores em idades mais avançadas. Apesar de constatado o aumento das resistências, não ocorreu diferenças significativas na resistência do concreto. Conforme o gráfico 3 demonstra a seguir.

Gráfico 3- Resistência a tração por compressão diametral das argamassas




Fonte: BRITO (2021)

ISSN 2178-6925

Conforme a NBR NM 67 (ABNT, 1998), submete ao concreto em estado fresco, a realização do *slump test* é um importante ensaio para definição da trabalhabilidade. A substituição parcial da areia por vidro moído aumenta a trabalhabilidade até determinada porcentagem. A substituição de 15% apresentou redução na trabalhabilidade do material em comparação à de 10%, mas ainda com um melhor resultado em comparação com o traço de referência (sem substituição por vidro moído). Fator esse na qual pode ser relacionado a quantidade e ao tamanho das partículas adicionadas ao concreto (DIAS, 2019).

## 4. Considerações Finais

A incorporação de resíduos de vidro no concreto é uma forma de dar uma destinação adequada a esses materiais, evitando que parte deles sejam descartados na natureza e em aterros sanitários, mitigando desse modo o impacto ambiental que esses materiais apresentam.

Os estudos apresentados evidenciam a eficácia dessa prática. A reciclagem adequada do vidro não apenas evita a contaminação e poluição do meio ambiente, mas também abre portas para diversas possibilidades de uso desses materiais reciclados em produtos tecnológicos e processos de engenharia avançada.

A inserção de vidro moído na produção de concreto tem um impacto positivo em suas propriedades. Os experimentos realizados revelaram que substituição parcial do agregado miúdo por vidro moído resulta em aumentos consideráveis na resistência a compressão de acordo com (RIGHI *et al,* 2012; LUTZ, 2021). Além disso, observou-se um aumento da resistência na tração por compressão diametral, mas apenas em idades mais avançadas, não apresentando desta forma diferenças significativas na resistência global do concreto conforme afirma (BRITO, 2021). A trabalhabilidade do concreto aumentou até certas porcentagens de substituição, mas foi prejudicada quando o agregado miúdo foi substituído em percentuais mais altos conforme (DIAS, 2019).

Os estudos analisados indicam que a substituição parcial de agregado miúdo por vidro moído no concreto é uma prática promissora, especialmente em porcentagens moderadas. No entanto, é fundamental realizar pesquisas complementares para entender completamente os efeitos em longo prazo e para

ISSN 2178-6925

otimizar as formulações e dosagens, garantindo que essa prática seja também economicamente viável para a indústria da construção civil.

## 5. Referências

ABIVIDRO**. Vidro: o resíduo infinitamente reciclável.** 2019. Disponível em: https://abividro.org.br/2019/02/07/vidro-o-residuo-infinitamente-reciclavel/. Acesso em 18 de março, 2023.

AKERMAN, Mauro; Economia de baixo carbono: Avaliação de impactos de restrições e perspectivas tecnologias na indústria do vidro. Relatório final, Ribeirão Preto, SP - dezembro de 2014.

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

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR NM 5739-2018: **Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**.

BARELA, Fernanda; MOURA, Ronald Rolim; BELLINASO, Carlos Alfredo Barcelos. CONCRETO PRODUZIDO COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO MIÚDO POR SUCATA DE VIDRO. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 7, n. 2, 27 fev. 2020.

BAPTISTA JUNIOR, Joel Vieira; ROMANEL, Celso. Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 5, n. 2, p. 27-37, 2013.

BRITO, Bruno Rodrigues de. **Efeito da incorporação de vidro de garrafas não retornáveis em matriz cimentícia**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual Paulista. São Paulo, 2021.

DIAS, James Monteiro. **Análise da influência de resíduos de vidro nas propriedades mecânicas do concreto**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas. Alagoas, 2019.

FERRARI, Gerson; JORGE, João. **Materiais e Tecnologias**. São Paulo: Universidade Bandeirantes. (Notas de aula), 2014. p22. Disponível em: https://www.docsity.com/pt/apostila-de-materiais-e-tecnologias/4715624/ . Acesso em 24 de abril, 2023.

ISSN 2178-6925

GARANITO, Vanessa Maria Gomes. **O vidro na indústria da construção**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade da Madeira (Portugal), 2018.

LEMOS, Júlio Cesar Lopes; PAULA, Otávio Barbosa; NASCIMENTO, Rodrigo Alexandre de Alencar; CAMPOS, Vinicius Magalhães; LEMOS, Washington Macedo. Otimização da dosagem de matérias-primas na produção do vidro plano incolor. *In:* **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, 2016, Rio de Janeiro.

LUTZ, Natália Volken. **Avaliação do comportamento mecânico em concretos com diferentes teores de substituição do agregado miúdo por vidro moído em situações de incêndio**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Taquari Univates. Lajeado – Rio Grande do Sul, 2021.

MORAIS, Crislene Rodrigues da Silva. **Reaproveitamento e reciclagem de vidros: experiências em pesquisa**. Campina Grande - PB: EDUFCG, 2022. ISBN: 978-65-86302-61-5. Disponível em: http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/29585

RIGHI, Débora; KÖHLER, Lucas; TABARELLI, Aline; KIRCHHOF, Larissa; LIMA, Rogério. **Análise de concretos produzidos com vidro moído quando submetidos à elevadas temperaturas**. Asaee: Associação Sul-Americana de Engenharia Estrutural, Rio de Janeiro, 19 set. 2012. Disponível em: https://silo.tips/download/analise-de-concretos-produzidos-com-vidro-moido-quando-submetidos-a-elevadas-tem. Acesso em 8 de maio, 2023.

RODRIGUES, Valentina Teichmann; DEBONI, Ricardo Luis. Substituição parcial do agregado miúdo por resíduo de vidro moído no concreto. *In:* SOARES, Adriano Mesquita. **Arquitetura e Engenharia Civil *Contemporânea: inovação, tecnologia e sustentabilidade 3.*** Paraná: Aya Editora, 2022, p. 33-53.

ROLLIM, Isabelle Vasconcelos. **Avaliação da influência de resíduo de vidro utilizado como agregado miúdo nas propriedades do concreto**. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Universidade Católica de Pernambuco. Recife, 2019.

SANTANA, Izáira Cunha. **Análise dos impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos de construção e demolição em Conceição do Almeida–BA**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em ciências exatas e tecnológicas) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas-BA, 2016.

ISSN 2178-6925

SIMÕES, Lorena Jordoni. **Estudo da aplicação de resíduo de vidro laminado na produção de concreto**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2013.

TINOCO, Vinicius; JÚNIOR, Francisco. **Revisão literária do uso de vidro moído como substituto do agregado miúdo no concreto**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA. Mossoró, Rio Grande do Norte, 2018.

TRENTIN, Priscila Ongaratto.; MANICA, Jocasta; VANZETTO, Suelen Cristina.; MARANGONI, Bruno; ZALESKI, Alessandra. Substituição parcial de agregado miúdo por resíduo de vidro moído na produção de argamassa. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 25, n. 1, 2020.