

## **Alternativas de concreto sustentável para redução dos impactos ambientais**

Vanderlize de Laria<sup>1</sup>  
Rafael Marochi<sup>2</sup>

### **RESUMO**

O setor da construção civil é dos maiores responsáveis por extrair recursos do meio ambiente. Infelizmente, também é o maior gerador de resíduos, sejam eles resíduos da construção e demolição quanto resíduos da construção civil propriamente dito, e isso acaba causando grandes impactos ambientais. Com o intuito de diminuir os resíduos e tentar minimizar os impactos ambientais, tem-se pensado em alternativas sustentáveis. O objetivo deste trabalho é apontar revisões bibliográficas que apresentem algumas alternativas para a redução dos impactos negativos gerados ao meio ambiente, através da incorporação e /ou substituição de alguns insumos do concreto comum por materiais sustentáveis, transformando-o em concreto sustentável. O concreto sustentável é recomendado apenas para locais de pouco impacto, tais como calçada, pavimentações de ruas de pouco tráfego e contrapisos, todavia, por ser uma prática recente no âmbito brasileiro, pouco se sabe sobre maiores aplicabilidades e benefícios do mesmo frente a construção civil no Brasil.

**Palavras-chave:** Concreto sustentável. Impactos ambientais. Alternativas sustentáveis. Engenharia civil. Sustentabilidade.

### **1 INTRODUÇÃO**

A construção civil no Brasil ainda é definida pela grande utilização de concreto em suas construções, o que implica na baixa produtividade e no enorme índice de desperdício de insumos. Devido à escassez em ascensão dos recursos minerais e a busca assídua por processos e materiais mais eficientes e versáteis, acredita-se que a utilização do concreto sustentável em alguns processos não estruturais configura

1 Acadêmico(a) do curso de Engenharia Civil da instituição faculdade Anhanguera de Caxias do Sul

2 Orientador(a). Docente do curso de Engenharia Civil da instituição faculdade Anhanguera de Caxias do Sul.

uma ótima opção para a construção civil, todavia ainda demanda de conhecimento para ser manipulado.

As estruturas feitas a partir do concreto exigem tempo para sua produção e geram uma quantidade significativa de entulho. Em função disso, tem-se pensado cada vez mais nas possibilidades de construção a partir do concreto sustentável, pois materiais sustentáveis podem ser reaproveitados de diversas maneiras e utilizado em aterros; pavimentações; construções feitas em blocos para que sejam utilizados na vedação; entre outros. Além do entulho gerado, cerca de 10% do concreto produzido não chega a se quer ser utilizado, em detrimento das deficiências encontradas no canteiro de obras, dos problemas oriundos do planejamento, da execução e das perdas decorrentes do armazenamento equivocado dos materiais.

Ao longo dos anos, a preocupação do setor da construção civil vem aumentando significativamente com a preservação do meio ambiente, em função do grande desperdício provocado nos canteiros de obras. Assim, novos métodos, processos e suprimentos foram desenvolvidos com o intuito de minimizar o impacto provocado à natureza e assegurar a qualidade do processo construtivo como um todo.

Além de caracterizar um grande avanço ambiental e social, o concreto sustentável oferece a redução de custos em até 30%, uma vez que os gastos com matéria-prima serão menores, contribui para a diminuição de enchentes e assoreamento de rios e córregos, oferece a produção de um concreto mais robusto e leve, quando comparado com o concreto comum, entre outras vantagens. Todavia, por ser uma metodologia recente no âmbito brasileiro, pouco se sabe sobre sua aplicabilidade e seus benefícios frente a construção civil realizada no Brasil.

Dessa maneira, esta pesquisa se faz necessária na medida em que busca responder o seguinte questionamento: como o concreto sustentável pode contribuir para a redução do impacto ambiental?

Logo, este trabalho de conclusão de curso teve como objetivo geral compreender, por meio de uma revisão de literatura, como o concreto sustentável pode minimizar os impactos ambientais. Já os objetivos específicos consistiram em: apresentar o conceito de sustentabilidade, estudar os impactos ambientais causados pela construção civil e analisar os efeitos da substituição/adição dos agregados do concreto por materiais sustentáveis.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 Metodologia**

Esta pesquisa consistiu em uma revisão de literatura dos estudos desenvolvidos e publicados nos últimos 21 anos acerca dos conceitos citados acima. Para isso, foram realizadas pesquisas em livros, artigos científicos, teses e dissertações, nas bases de dados Portal do Concreto e Google Acadêmico. Com base nesses referenciais teóricos analisou-se quais são algumas das opções que podem substituir agregados do concreto por materiais sustentáveis, a fim de diminuir os impactos ambientais.

### **2.2 Resultados e Discussões**

#### **2.2.1 Sustentabilidade na Construção Civil**

A sustentabilidade na construção civil implica a existência de sistemas construtivos onde exista a agregação com os recursos naturais, respeitando as necessidades de uso e a existência do consumo humano, sem findar tais recursos, preservando assim, para as gerações futuras, promovendo um bem-estar biopsicossocial. (SINDUSCON, 2008)

Para que uma construção seja sustentável é necessário se atentar para alguns requisitos e princípios. No guia SINDUSCON (2008) são apontados alguns princípios considerados básicos, sendo estes: aceitação cultural, viabilidade econômica, adequação ambiental e justiça social. Desta forma, as empresas devem ter o comprometimento e a responsabilidade em seguir tais princípios para que a construção seja enquadrada dentro dos parâmetros sustentáveis.

Uma empresa que adota os princípios da construção sustentável em seus empreendimentos conseqüentemente produzirá e gerará menos resíduos, haja vista o grande potencial gerador de resíduos que a construção civil produz.

Teodoro (2011) aponta ainda alguns pilares para uma construção sustentável: reciclagem de resíduos, utilização de materiais sustentáveis, economizar água e

energia, potencializar a durabilidade, planejar a manutenção, assegurar segurança e higiene, redução dos custos, redução na produção de resíduos e reciclagem de resíduos. Tais pilares são importantes e asseguram a existência de ações baseadas na sustentabilidade e no desenvolvimento sustentável.

É necessário portanto, que a obra em todo seu ciclo de vida, ou seja, desde a concepção do projeto até a conclusão do empreendimento, deve-se atuar com bases nos princípios e requisitos da sustentabilidade, para que de fato, seja uma construção sustentável (SINDUSCON, 2008). Não se pode deixar de elucidar, a necessidade do descarte ambientalmente correto dos resíduos oriundos da construção civil, pois os dejetos restantes da obra, não deve ser descartado aleatoriamente e sem a devida preocupação.

### **2.2.2 Impactos ambientais causados pela construção civil**

O desenvolvimento econômico, o crescimento populacional, a urbanização e a revolução tecnológica causaram alterações no estilo de vida e nos modos de produção e consumo da população. Como decorrência direta desses processos, vem ocorrendo um aumento na produção de resíduos sólidos, tanto em quantidade como em diversidade, principalmente nos grandes centros urbanos. Além do acréscimo na quantidade, os resíduos produzidos atualmente passaram a abrigar em sua composição elementos sintéticos e perigosos aos ecossistemas e à saúde humana, em virtude das novas tecnologias incorporadas ao cotidiano (FERREIRA e ANJOS, 2001).

O setor da construção civil é responsável por 15 a 50% do consumo dos recursos naturais, e, com certeza, é o maior gerador de resíduos de toda a sociedade (JOHN e AGOPYAN, 2013).

As atividades de construção demandam uma quantidade notável de materiais inertes, tais como areia e cascalho, usualmente fornecidos por meio da extração de sedimentos aluviais, que modifica o perfil e o equilíbrio dos rios, além de introduzir problemas ambientais, tais como modificações em sua estrutura hidrológica e hidrogeológica. A extração de material inerte de formações rochosas em áreas acidentadas e montanhosas, também, é uma atividade danosa ao meio ambiente, pois altera e desestabiliza a paisagem (BIANCHINI et al., 2005).

A construção civil está passando por um método de reformulação, em que recursos financeiros estão cada dia menor, o mercado consumidor mais rígido e os colaboradores em busca de melhorias nas condições de serviço (OLIVEIRA; BONETTO, 2018). Diante dessa condição, os problemas ambientais decorrentes da disposição incorreta dos RCC (Resíduos da Construção Civil) provocam bastante preocupação, devido os impactos que acarretam aos lugares de disposição inapropriada. Outras causas de produção dos RCC é a ausência de conhecimento técnico e cultural do reuso, da reciclagem e da reutilização. Ou aqueles que são provocados pelo próprio homem, como as guerras. Essa disposição irregular é um acontecimento internacional e no Brasil, que possui significativos efeitos na qualidade ambiental urbana e nos gastos das prefeituras. A coleta e o transporte dos resíduos para locais de depósitos mais distantes das regiões centrais congestionam o tráfego. E o recolhimento dos RCC depositados ilegalmente retrata um custo importante para as administrações municipais (PIMENTEL, 2013; DONATO et al., 2017).

Aliás, essas deposições também colaboram diretamente para a poluição visual, e ocasiona poluição no ar, na água e no solo. Essas deposições acometem diretamente a comunidade, especialmente em relação à saúde pública da população, no entanto, continuam recebendo uma terapêutica corretiva e não preventiva, ineficaz e paliativa do poder público municipal, que somente custeia a mão de obra e o transporte para coleta dos RCC e sua disposição final. Tais alternativas são totalmente ineficientes, porque não atingem a sua total remoção, o que estimula a sociedade a permanecer depositando os resíduos nos lugares não atendidos pela limpeza pública (PIMENTEL, 2013).

Para diminuir esses impactos ambientais da construção, existem alguns princípios:

- 1.Reduzir a demanda de recursos: gastar um tempo maior na etapa de planejamento e projetos para otimizar o emprego de materiais e minimizar a geração de resíduos;

2. Aumentar a reutilização de recursos: reutilizar compostos que ainda possam realizar a atividade para a qual foram confeccionados, ou serem aplicados em outra função;

3. Proteger o meio ambiente: evitar a utilização de produtos cuja extração de matéria-prima provoque danos ambientais;

4. Produzir um ambiente favorável e não tóxico: evitar o emprego de materiais que podem ocasionar danos ao meio ambiente e aos usuários;

5. Buscar a qualidade na elaboração da área construída: projetar técnicas que propiciam uma obra menos poluente e mais econômica (BRASILEIRO; MATOS, 2015; SCARPATO; PIUCOO, 2017).

### 2.2.3 Substituição/adição de alguns elementos do concreto por materiais sustentáveis

Com o objetivo de obter um material eficiente para a construção, o concreto foi desenvolvido e obteve sucesso no mercado devido à sua facilidade de conformação e significativa resistência à compressão (CARVALHO, 2008).

Segundo Pedroso (2009), o concreto é uma pedra artificial que pode ser moldada. Em seu estado fresco, é um composto plástico e, em estado endurecido, apresenta propriedades similares às de rochas naturais. Duas características corroboram para a disseminação de seu uso na construção civil: resistência à água e plasticidade.

A ASTM (*American Society for Testing and Materials*) define o concreto como um material compósito com matriz aglomerante e dispersos de diferentes naturezas. Os aglomerantes são caracterizados pela reação entre água e cimento. Já os agregados (material granular graúdo ou miúdo) seriam a fase dispersa: areia, pedregulhos, seixos, britas, escória, resíduos, sejam estes da construção civil ou de outros setores. Além da composição anteriormente descrita, substâncias aditivas podem ser incorporadas ao concreto em seu estado fresco como objetivo de alterar as suas propriedades (PEDROSO, 2009).

Ao longo dos anos, o potencial do concreto tem sido estudado continuamente. Dessa forma, aparecem os concretos especiais, desenvolvidos para aplicações específicas, o concreto com adições de fibras de aço, buscando a redução de fissurações; e em virtude da necessidade de menor utilização de recursos naturais e maior aproveitamento de subprodutos de vários setores industriais, surgem os concretos sustentáveis (PORTAL DO CONCRETO, 2017).

Helene (2012) expõe que o setor da indústria do concreto já alcançou resultados expressivos em relação a sustentabilidade do material, sendo os principais: a redução do consumo de matéria-prima, água e energia não renovável. Ressalta-se,

também, a significativa redução das emissões de CO<sub>2</sub> na indústria cimenteira, colocando o Brasil no patamar de referência mundial em produção de cimentos com baixa emissão de CO<sub>2</sub>.

Segundo Mehta (2008), aproximadamente 60% da massa de clínquer presente no cimento pode ser substituída por outros materiais. Considerando que o aquecimento global se dá em grande parte pela emissão de CO<sub>2</sub>, e que 90% dessa emissão, na indústria do concreto ocorre na queima do clínquer no processo de fabricação do cimento, esta medida seria bastante significativa para atingir um índice mais satisfatório de sustentabilidade do material. Outro impacto ambiental promovido pela indústria da construção civil é o grande volume de resíduos produzidos. Para a obtenção de um material ainda mais sustentável, a absorção de resíduos da construção na produção de concreto apresenta-se como uma solução bastante factível (MEHTA, 2008).

Diante do contexto, o concreto sustentável precisa ser utilizado de forma eficiente e com controle de emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera, o que evidencia a necessidade de pesquisas que considerem a substituição de agregados e aglomerantes por materiais complementares (MEHTA, 2008).

Dentre os materiais complementares, citam-se as cinzas volantes ou pozolanas naturais, como cinzas de casca de arroz e cinzas de bagaço de cana; e como resíduos da construção civil, citam-se os agregados reciclados e pó de pedra.

#### **2.2.4 Cinzas de casca de arroz**

Santos (2006) relata que a utilização de materiais pozolânicos na produção de concretos e argamassas não é uma novidade. O concreto produzido convencionalmente, com cimento Portland, apresenta deficiências principalmente em relação a sua durabilidade. O uso da pozolana pode suprir estas deficiências, além de significar economia energética e redução do custo de produção da indústria cimenteira. Entre as principais pozolanas estudadas, a sílica ativa (microssílica) representa significativa importância sobre o desenvolvimento da tecnologia de materiais pozolânicos incorporados ao concreto. Também merecem destaque as cinzas volantes, bastante utilizadas em compostos à base de cimento Portland,

melhorando, similarmente à sílica ativa, o desempenho da microestrutura de interface com os agregados.

Nas últimas décadas, várias pesquisas buscam fontes de obtenção de materiais pozolânicos que possam contribuir com as propriedades do concreto. As cinzas de casca de arroz vêm merecendo atenção especial por parte dos pesquisadores, haja vista que estudos já provaram que a sua reatividade é similar às propriedades da sílica ativa (SANTOS, 2006).

As cinzas de casca de arroz são obtidas após sua queima para a geração de energia. Devido às suas propriedades pozolânicas, este material deixou de ser um subproduto agrícola e atualmente é absorvido pela indústria da construção civil, em substituição ao cimento (TASHIMA, 2012).

Cordeiro (2009) utilizou, em sua pesquisa, cinzas ultrafinas de casca de arroz em substituição ao cimento nas proporções de 10%, 15% e 20%. Foram observadas melhorias significativas nas propriedades do concreto, principalmente na resistência a compressão a 180 dias

Utilizando as cinzas de casca de arroz obtidas por queima não controlada substituindo o cimento nas proporções de 5% e 10% (em massa) em concretos, Pereira (2015) observou um ganho de resistência à compressão de até 24% aos 28 dias em relação traços convencionais concretos convencionais.

Corroborando com os resultados dos ensaios de Cordeiro (2009) e Pereira (2015), Isaia (2010) estudou o comportamento de concretos com resistência à compressão entre 25 MPa e 40 MPa e observou que é viável a utilização de cinzas de casca de arroz naturais em substituição ao cimento na proporção de 15% para concretos estruturais.

É possível perceber que o desempenho do concreto com adições/substituições de cinzas de casca de arroz, além de melhorarem algumas propriedades do concreto, remedia os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado deste resíduo no meio ambiente (ISAIA, 2010; CORDEIRO, 2009; PEREIRA, 2015; TASHIMA, 2012).

### **2.2.5 Cinzas do bagaço de cana-de-açúcar**

O bagaço de cana-de-açúcar é obtido após o beneficiamento da cana-de-açúcar. Esse subproduto é utilizado como combustível em caldeiras. No processo de



combustão, que gera energia, obtém-se as cinzas que, geralmente, são depositadas nos solos, apesar de possuírem poucos nutrientes. Com o intuito de diminuir o descarte incorreto desses materiais, várias pesquisas consideram a possibilidade de adicionar as cinzas do bagaço de cana-de-açúcar em concretos e argamassas (CASTRO, 2016).

Teodoro (2013) estudou concretos utilizando cinzas de bagaço de cana-de-açúcar em substituição ao cimento na proporção de 5%, 10% e 15%. Os aspectos analisados foram o abatimento de tronco de cone e a resistência à compressão axial. Concluiu-se que a resistência a compressão na proporção de 5% obteve resultados semelhantes ao concreto de referência de traço convencional.

Utilizando as cinzas do bagaço de cana-de-açúcar também em substituição ao cimento, Delalibera (2014) fez uma análise da resistência a compressão em concretos nas proporções de 10%, 20% e 30%. O autor observou que os resultados de resistência dos concretos com proporção de 10% aos 28 dias mantiveram-se próximos às resistências do concreto sem adição de cinzas.

Silva (2016) realizou ensaios de resistência à compressão em concretos utilizando cinzas de bagaço de cana-de-açúcar nas proporções de 10%, 15%, 20% e 25% em substituição ao agregado miúdo. Foram observados resultados semelhantes ao concreto convencional de referência na resistência a compressão aos 28 dias.

A utilização de cinza de bagaço de cana apresenta a sua maior vantagem pela redução de impactos ambientais por utilizar um subproduto da indústria agrícola que convencionalmente é descartado sem zelos com o meio ambiente. As resistências mecânicas medidas de concretos com adição de cinzas de bagaço de cana equiparam-se aos concretos convencionais de referência (SILVA, 2006; DELALIBERA, 2014; CASTRO, 2016; TEODORO, 2013).

### **2.2.6 Agregados recicláveis da construção civil**

Os processos de reciclagem dos resíduos da construção civil assumem papel fundamental para a sustentabilidade do setor, contribuindo com a redução de extração de matérias primas e conservação de um ambiente urbano saudável (ÂNGULO E JONH, 2002). Paralelamente, segundo Salles et.al (2010), o pó de pedra é um rejeito da extração das britas, agregado utilizado em abundância na indústria da

construção, que fica subutilizado nos pátios das pedreiras sem correta destinação, causando relativos impactos ambientais.

A reciclagem de resíduos da construção civil e a sua incorporação como fonte alternativa de matéria prima para a produção de concreto é hoje o grande desafio para pesquisas neste âmbito (LEITE, 2001).

Lima et.al (2004), em seu estudo, avaliaram as propriedades mecânicas de resistência à compressão axial e durabilidade de concretos com agregados reciclados. Utilizaram agregados em sua fração miúda e graúda em percentuais fixos de 0%, 50% e 100% de substituição; também variaram o fator de água/cimento de 0,40, 0,60 e 0,80.

Os resultados dos ensaios realizados mostraram que, em proporções convenientes, os agregados reciclados não afetam a resistência à compressão do concreto, tão pouco a sua durabilidade; no entanto, o beneficiamento do resíduo e sua caracterização é imprescindível para a adequada utilização como agregados para o concreto, o que limita um pouco a sua utilização.

Seguindo o raciocínio anterior sobre o beneficiamento dos agregados produzidos pela reciclagem de resíduos da construção e demolição para uso em concretos, Ângulo e Jonh (2002) avaliaram a adequação de sua produção no Brasil. Em um estudo de caso, caracterizaram amostras de agregados provenientes da Central de Reciclagem de Santo André, no estado de São Paulo e, depois de avaliarem, 36 lotes de amostras, concluíram que nenhum desses apresentavam potencial para serem utilizados em concretos estruturais.

Os resultados obtidos evidenciaram que o processo de produção de agregados provenientes da reciclagem de resíduos a construção civil carece de melhorias físicas e mecânicas, o que dificulta a sua utilização confiável. Além disso, é sabido que a porosidade e absorção dos agregados influenciam significativamente as propriedades dos concretos, seja em seu estado fresco ou endurecido. Por esse motivo, Carrijo (2005), em sua pesquisa, adotou a metodologia de separação dos agregados por inspeção visual, agregados reciclados vermelhos ou agregados reciclados cinza, e após esta separação, classificou-os por faixas de densidade, buscando parametrizar a tipologia do material reciclado. Após moldagem dos corpos de prova, foram analisados os resultados referentes aos ensaios de resistência à compressão, módulo de elasticidade, massa específica, índice de vazios, porosidade e consumo de

cimento. A metodologia de beneficiamento e segregação dos agregados reciclados adotada levaram à homogeneidade dos resultados obtidos por faixa de densidade o que validou o método adotado como procedimento confiável de classificação e caracterização os agregados para fabricação de concretos.

Tanto Lima et.al (2004), quanto Ângulo e Jonh (2002) e Carrijo (2005) creditaram aos agregados reciclados propriedades condizentes com a sua aplicação em misturas de concreto; no entanto, todas as pesquisas relativizaram sua utilização contundente com o beneficiamento adequado dos resíduos da construção para obtenção de resultados confiáveis.

### **2.2.7 Pó de pedra**

No Brasil a utilização de areia de britagem (pó de brita) vem crescendo, haja vista a escassez de recursos naturais em algumas regiões do país. Vantagens como economia e sustentabilidade podem ser atribuídas à utilização do pó de pedra em substituição da areia natural. A vantagem econômica relaciona-se ao seu valor unitário que é menor se comparado ao preço do concreto convencional (SILVA et. al, 2015).

Salles et.al (2010) analisou os efeitos da substituição da areia natural por pó de pedra nas proporções de 25%, 50%, 75% e 100% em massa. Foi adotada uma proporção de água/cimento de 0,70 e abatimento de tronco de cone de 50+- 10mm. Moldados os corpos de prova, foram obtidas as resistências à compressão com 7, 28 e 91 dias. Os principais resultados encontrados apontaram para um aumento significativo da resistência mecânica em relação ao concreto com areia natural, apesar da redução significativa da trabalhabilidade do material; vale ressaltar que quando a proporção de substituição de areia foi de 50%, a trabalhabilidade não se inferiorizou significativamente. Em relação a durabilidade, o pó de pedra, devido à presença de materiais pulverulentos, aumentou a compacidade do material e reduziu a permeabilidade, tornando o material mais coeso.

A pesquisa realizada por Silva et.al (2015) demonstrou que a substituição parcial da areia natural por pó de brita é viável para concretos convencionais, desde que haja controle tecnológico eficaz. Este estudo avaliou o pó de brita com características físicas pertinentes à fabricação de concreto. Quanto a resistência à compressão simples, os concretos com pó de brita apresentaram valores satisfatórios em relação à referência. Em relação ao fator água/cimento, o pó de pedra apresentou

maior necessidade de volume de água para atingir uma trabalhabilidade desejável; em compensação, sugere-se a utilização de aditivos superplastificantes. O estudo concluiu que os concretos fabricados com areia britada podem ser empregados no dia a dia, levando-se em consideração as propriedades estudadas.

Em conclusão sobre o pó de pedra como material complementar da mistura de concreto, este se apresentou como uma boa alternativa se comparada a areia natural, atendendo aos requisitos normativos referentes aos agregados miúdos, melhorando as propriedades físicas, químicas e mecânicas do concreto, além de contribuir para a minimização de impactos ambientais. Cabe somente a ressalva de que o concreto com pó de pedra exige um maior volume de água que pode ser suprida pela adição de substâncias plastificantes assegurando dessa maneira a sua trabalhabilidade (SILVA et. al, 2015; MENOSSI, 2004; SALLES et.al, 2010).

As opções apresentadas para a diminuição dos impactos ambientais visaram tanto obter um concreto de qualidade quanto dar um retorno positivo para natureza. Dentre as alternativas apresentadas, apenas os agregados recicláveis da construção civil apontaram que não afetam na resistência a compressão do concreto, também não apresentam potência alguma para ser utilizado no concreto estrutural. Por esses motivos são pouquíssimos utilizados. Sendo assim, apesar de ser uma alternativa sustentável, ainda demanda de muita pesquisa para ser utilizado em grande proporção.

As demais alternativas apresentadas, além de dar um bom retorno para a construção civil, traz um ótimo resultado para o meio ambiente. Dessa forma, a pesquisa realizada deu embasamento para a discussão além de responder o problema da pesquisa.

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Considera-se que os objetivos propostos dos estudos foram atingidos, trazendo revisões bibliográficas que apresentasse alternativas sustentáveis que pudessem ser usadas no concreto comum, transformando-o em concreto sustentável, e dessa forma ajudando na redução dos impactos ambientais. As revisões bibliográficas nortearam também os objetivos gerais e específicos. Foi abordado de modo geral o que é impacto ambiental e sustentabilidade dentro do âmbito da construção civil e

apresentado alternativas que orientem a reutilização de resíduos de modo que não venham poluir o meio ambiente.

O trabalho realizado pode ser usado como embasamento para a construção civil, no que se refere a alternativas para concreto sustentável, no entanto por não ser uma metodologia com muitos resultados na sua utilização, não é recomendado seu uso para obras estruturais.

Conforme mencionado no trabalho, não há estudos profundos sobre a utilização dos materiais sustentáveis no concreto, por esse motivo é necessário que se realizem mais pesquisas que tragam resultados satisfatórios para assim utilizá-lo com segurança em diversas obras.

Por fim, consideramos que o trabalho apresentou bons resultados, e nos trouxeram conhecimento ao tema abordado. Por ser uma pesquisa embasada em dados bibliográficos, as informações possuem grande veracidade em relação aos itens que foram abordados.

É imprescindível que todos os setores se conscientizem de que é necessário adotarmos ações sustentáveis para que a próxima geração possa ter um mundo em condições de ser habitado.

## REFERÊNCIAS

ÂNGULO, S. C.; ULSEN, C.; KAHN, H.; JOHN, V. M. **Desenvolvimento de novos mercados para a reciclagem massiva de RCD**. In: V Seminário de Desenvolvimento sustentável e a reciclagem na construção civil. IBRACON CT-206/IPEN. Anais. São Paulo, 2002.

BIANCHINI, G.; MARROCCHINO, E.; TASSINARI, R.; VACCARO, C. Recycling of construction and demolition waste materials: a chemical-mineralogical appraisal. Waste Management. Corso **Ercole I D'Este**

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: **reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil**. Cerâmica, São Paulo. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext). Acesso em: 28 abr. 2021.

CARRIJO, Priscila Meirelles. **Análise da influência da massa específica de agregados graúdos provenientes de resíduos de construção e demolição no desempenho mecânico do concreto**. São Paulo, 2005. Dissertação (Mestrado em

Engenharia Civil) Departamento de Engenharia de Construção Civil – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

CARVALHO, J. D. N. **Sobre as origens e desenvolvimento do concreto.** Revista Tecnológica, Maringá. 23 mar. 2008.

CASTRO, Tainara Rigotti; MARTINS, Carlos Humberto. **Avaliação da adição de cinzas do bagaço de cana-de-açúcar em argamassas mistas.** Ambiente Construído, 2016

CORDEIRO, G. C., TOLEDO FILHO R. D., FAIRBAIRN, E. M. R, 2009, **Caracterização de cinza do bagaço de cana-de-açúcar para emprego como pozolana em materiais cimentícios.** Revista Química Nova.

DELALIBERA, Rodrigo Gustavo. **Análise da viabilidade da utilização da cinza de bagaço de cana-de-açúcar como substituição parcial do cimento Portland.** REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil, 2014.

DONATO, Cláudio José et al. **Reciclagem de resíduos da construção civil.** Colloquium Humanarum . Disponível em: <<http://www.unoeste.br/site/enepe/2017/suplementos/area/Humanarum/>>. Acesso em: 22 jun. 2021.

FERREIRA, J. A.; ANJOS, L. A. **Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais.** Cad Saúde Publica, 2001.

HELENE, Paulo. **Concreto sustentável. Ideia Sustentável,** jul. 2012. Disponível em:<<https://www.ideiasustentavel.com.br>. Acesso em: 21 jun. 2017  
ISAIA, Geraldo Cechella. **Viabilidade do emprego de cinza de casca de arroz natural em concreto estrutural.** Parte I: propriedades mecânicas e microestrutura. Ambiente Construído, 2010.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos da construção.** In: Seminário Reciclagem de Resíduos Domiciliares, São Paulo. Disponível em: <<https://www.redalyc.org.br>>Acesso em: 5 abr. 2013.

JOHN, Vanderley M. **Reciclagem de resíduos para metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** São Paulo: Escola Politécnica da USP/ Departamento de Engenharia de Construção Civil (Tese de livre Docência). São Paulo, 2000.

LEITE, Mônica Batista. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição.** Rio Grande do Sul, 2001. 290p. Tese (Doutorado em Engenharia). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Escola de Engenharia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

LIMA, Flávio B.; VIEIRA, Geilma L.; DAL MOLIN, Denise C. C. **Resistência e Durabilidade de Concretos Produzidos com Agregados Reciclados Provenientes de Resíduos de Construção e Demolição.** Research Gate, 19. Jan 2004. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/242649199>>. Acessado em 28 mai. 2017.

MENOSSEI, RÔMULO T. **Utilização do pó de pedra basáltica em substituição à areia natural do concreto.** Ilha Solteira, 2004. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

MEHTA, P.K. **Concreto sustentável** – Revista Técnica. 2008. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/139/concreto-sustentavel-287584-1.aspx>>. Acessado em: 20 jun. 2017.

OLIVEIRA, Miguel Ramos de; BONETTO, Nelson Cesar Fernando. **Reutilização de resíduos da construção civil.** Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão Oswaldo Cruz, 2018. Disponível em: <[https://oswaldocruz.br/revista\\_academica/content/pdf/Edicao\\_22\\_MIGUEL\\_RAMOS\\_DE\\_OLIVEIRA.pdf](https://oswaldocruz.br/revista_academica/content/pdf/Edicao_22_MIGUEL_RAMOS_DE_OLIVEIRA.pdf)>. Acesso em: 30 abr. 2021

PEDROSO, Fábio Luís. **Concreto: as origens e a evolução do material construtivo mais usado pelo homem.** Revista Concreto e Construções. Ano XXXVII Jan. • Fev. Mar. 2009. ISSN 1809-7197. São Paulo, SP. Disponível em: <<https://www.ibracon.org.br>> Acessado em: 10 mai. 2017.

PEREIRA, Adriana Maria. **Estudo das propriedades mecânicas do concreto com adição de cinza de casca de arroz.** Ilha solteira- SP: FEIS-UNESP, 2015.

PIMENTEL, UBIRATAN HENRIQUE OLIVEIRA. **Análise da geração de resíduos da construção civil da cidade de João Pessoa/PB.** 2013. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal da Bahia- e Federal da Paraíba. Salvador, 2013. Disponível em: <[https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/299?locale=pt\\_BR](https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/299?locale=pt_BR)>. Acesso em: 22 jun. 2021.

PORTAL DO CONCRETO. **Tipos de concreto e suas aplicações**. Disponível em <<http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/tipos.html>>. Acesso em: 25 mai. 2017

SALLES, Flávio Moreira; TASHIMA, Mauro Mitsuuchi; FAZZAN, João Victor; CAMACHO, Jefferson Sidney; AKASAKI, Jorge Luís; MELGUES, José Luiz Pinheiro; MENOSSI, Rômulo Tadeu. **Pó de pedra: uma alternativa ou um complemento ao uso da areia na elaboração de misturas de concreto**. HOLOS Environment.

SANTOS, Sílvia. **Produção e avaliação do uso de pozolana com baixo teor de carbono obtida da cinza de casca de arroz residual para concreto de alto desempenho**. Florianópolis, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina.

SCARPATO, Ismael de Prá; PIUCCO, Yago Barcelos. **Resíduos sólidos na construção civil**: pesquisa de campo relacionado à resolução 307 do conama no município de Tubarão. 2017. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Universidade do Sul de Santa Catarina. Tubarão/SC, 2017. Disponível em:< <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/4283/1/TCC-ISMAEL.YAGO.pdf>> Acesso em: 28 abr. 2021

SILVA, André Fontebassi Amorim. **Análise da utilização da cinza gerada a partir do processo de queima do bagaço da cana-de-açúcar na produção de concreto**. In: Congresso Mineiro de Engenharias e Arquitetura-CENAR. 2016.

SILVA, L. S., DEMETRIO, J. C. C., DEMETRIO, F.J. C. **Concreto Sustentável: Substituição da Areia Natural por Pó de Brita para Confecção de Concreto Simples**. Universidade Estadual do Maranhão, UEMA, São Luís – MA

SINDUSCON. **Guia da sustentabilidade**.

Disponível em:<[https://sindusconmg.org.br/site/arquivos/up/comunicacao/guia\\_sustentabilidade.pdf](https://sindusconmg.org.br/site/arquivos/up/comunicacao/guia_sustentabilidade.pdf)>. Acesso em 16 Set.2008.

TEODORO, Nuno Filipe Godinho **Contribuição para a Sustentabilidade na Construção Civil: Reciclagem e Reutilização de Materiais**. Universidade Técnica de Lisboa, 2011.



**TEODORO, P. E. Comportamento Físico Mecânico do Concreto Com Substituição de Cimento Portland Por Cinzas do Bagaço de Cana-de-Açúcar.**  
REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil, 2013.