

Avaliação das características mecânicas de concreto sustentável produzido com substituição parcial de cimento e agregados

Evaluation of the mechanical characteristics of sustainable concrete made with partial replacement of cement and aggregates

Carlos Humberto Martins, Doutor, Universidade Estadual de Maringá

chmartins@uem.br

Anderson M. Bernardino Gonçalves, Mestrando, Universidade Estadual de Maringá

anderson.mbg@gmail.com

Thainá Rudnick, Graduanda, Bolsista PIBIC, Universidade Estadual de Maringá

thainarudnick@gmail.com

João Pedro Lopes, Graduando, Bolsista PIBIT, Universidade Estadual de Maringá

engjoaopedrolopes@gmail.com

Resumo

O presente trabalho objetiva elaborar um concreto com substituição parcial dos seus principais componentes por subprodutos da construção civil e de usinas sucroalcooleiras. Os resíduos utilizados foram as cinzas geradas pela queima do bagaço da cana de açúcar e os resíduos da construção civil (RCC). Adotaram-se as substituições de 5% do cimento pela cinza leve (CBCL), 30% da areia pela cinza pesada (CBCP) e 30% da brita pelo RCC. Considerou-se 8 traços com diferentes substituições parciais de cimento, agregado miúdo e graúdo. No concreto endurecido, realizaram-se os ensaios de resistência à compressão, resistência à tração por compressão diametral e absorção de água. Os resultados encontrados atestam a viabilidade das substituições. As características dos concretos com resíduos foram similares as do concreto convencional, resultando em um concreto de grande aceitabilidade por ser ambientalmente correto, economicamente viável e socialmente aceito.

Palavras-chave: Concreto sustentável; Cinzas do bagaço de cana-de-açúcar; Resíduo de construção civil.

Abstract

This study aims to partially replace the main components of concrete by wastes of constructions and sugar-ethanol plants. The residues used were ashes, from the sugarcane burn process, and civil construction waste (CCW). It was adopted 5% replacement of cement by fly ash (CBCL), 30% replacement of sand by heavy ash (CBCP) and 30% replacement of gravel by RCC. Eight concrete mixes were considered by changing the percentage of cement, fine and coarse aggregate. Concrete specimens were investigated at hardened state, such as compressive strength, traction by diametral compression and absorption. The results confirm the feasibility of the substitutions. The characteristics of the concrete with residues were similar to those of the conventional concrete, resulting in a highly acceptable concrete being environmentally correct, economically feasible and socially accepted.

Keywords: *Concreto sustentável; Sugarcane bagasse ashes; Civil construction waste.*

1. Introdução

Parte dos impactos negativos causados ao meio ambiente pela sociedade é gerada pela construção civil. A indústria do concreto é a que mais usa recursos naturais, cerca de 12,6 bilhões de toneladas por ano. A produção do cimento, mineração, processamento e o transporte dos agregados consomem uma quantidade considerável de energia e afeta negativamente a ecologia do planeta (MEHTA, 2002).

Mehta (2002) afirma que para reduzir o impacto ambiental causado pelo uso de qualquer material, é necessário reduzir seu consumo. No entanto, a taxa de consumo de concreto provavelmente não irá ser reduzida nos próximos 50 anos. Porém, a curto prazo, pode-se praticar a ecologia industrial para o desenvolvimento sustentável. A ecologia industrial consiste na reciclagem dos subprodutos de uma indústria para usa-los como substituição da matéria-prima virgem de outra indústria, reduzindo o impacto de ambas.

O presente trabalho tem por objetivo conceber um concreto com substituição parcial tanto do aglomerante como dos agregados por resíduos. Isto implicará em uma alternativa sustentável para a produção de um dos materiais mais importantes e mais utilizados na indústria da construção civil: o concreto. Buscando obter um material de construção eficiente e que atenda aos três pilares da sustentabilidade: ambiental, econômico e social.

2 Concreto

O concreto é hoje o segundo produto mais consumido no mundo. Projeções otimistas presumem que o material possa ocupar o primeiro lugar a partir de 2025, superando o consumo de água potável (SANTOS, 2013).

A produção de cimento Portland é uma das grandes responsáveis pela emissão de gás carbônico. Sua produção mundial é de 1,5 bilhão de toneladas por ano, responsável por quase 7% das emissões globais de CO₂ (MEHTA e MONTEIRO, 2008).

No Brasil, segundo o Sindicato Nacional da Indústria de Cimento (SNIC, 2013), para cada tonelada de cimento produzido em 2012, cerca de 580 kg de CO₂ foram lançados à atmosfera.

Dessa forma um dos objetivos do presente trabalho é a substituição parcial em 5%, em massa, do cimento Portland por cinza leve do bagaço de cana-de-açúcar (CBCL). A CBCL é um dos subprodutos gerados pela queima do bagaço de cana-de-açúcar. A figura 1 apresenta o processo de queima do bagaço de cana-de-açúcar e os subprodutos gerados no mesmo.

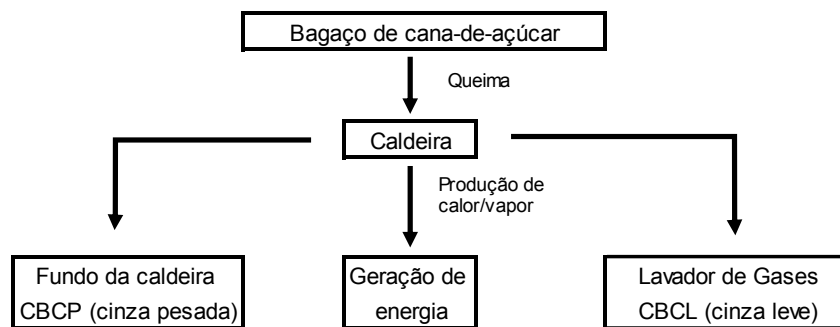


Figura 1: Subprodutos gerados pela queima do bagaço de cana-de-açúcar. Fonte: elaborado pelos autores.

Cada tonelada de cana-de-açúcar processada gera cerca de 250 kg de bagaço que quando queimado resulta em dois tipos de cinzas distintas, sendo 6 kg de cinza pesada (CBCP), semelhante à areia fina, e 600 g de cinza leve (CBCL), um pó com granulometria semelhante à do cimento Portland. Estima-se que na safra 2016/2017 serão moídas 684,7 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, gerando aproximadamente 4,1 milhões de toneladas de CBCP e 410 mil toneladas de cinza leve CBCL (CONAB, 2013).

Atualmente, as usinas de açúcar utilizam as cinzas leve e pesada como componentes para adubo, mesmo não agregando nenhuma vantagem para esse fim. Estudos recentes indicam que a CBCL tem potencial pozolânico, sendo assim a substituição parcial do cimento por CBCL pode ser viável (CORDEIRO *et al* 2009; CORDEIRO *et al* 2010). A figura 2 apresenta a semelhança granulométrica entre o cimento Portland e a CBCL.



Figura 2: Cimento Portland (a) e Cinza Leve (b). Fonte: elaborado pelos autores.

Os agregados miúdo e graúdo utilizados na fabricação do concreto também causam impacto ambiental. A areia e brita são recursos minerais esgotáveis, não renováveis. Portanto, tendem a escassez à medida que se desenvolve a sua exploração (SILVA, 2007).

Os produtos mais minerados no Brasil são os agregados da construção civil, areia e pedra britada. A produção anual é de 623 milhões de toneladas de agregados miúdo e graúdo por ano, basicamente a cargo de pequenas empresas (MANCIN, 2012).

A extração de areia necessita de licenciamento ambiental, vinculada a leis e definições. Existe, porém, um alto índice de clandestinidade dessa atividade. Com isso, os impactos ambientais provocados são grandes e descontrolados, tais como: degradação ambiental de dunas e manguezais, alteração de canais naturais de rios e aspectos paisagísticos, cavas da extração de areia são utilizadas como bota-fora da construção civil e até mesmo como lixões (VIEIRA e REZENDE, 2015).

Os efeitos ambientais causados pela produção dos agregados estão associados às diversas fases da exploração, como por exemplo: a abertura da cava provoca a retirada da vegetação, movimento de terra e modifica a paisagem local; o uso de explosivos para desmonte da rocha causa sobrepressão atmosférica, vibração do terreno, lançamento de fragmentos, poeira e ruído; o beneficiamento e transporte do minério geram poeira e ruído, afetando água, solo, ar e ainda a população (BACCI, LANDIM e ESTON, 2006).

A substituição parcial dos agregados naturais por resíduos é mais uma forma de amenizar os impactos causados pela produção do concreto convencional. Esta pesquisa propõe a substituição de 30% da areia natural por cinza pesada do bagaço de cana-de-açúcar (CBCP), subproduto da queima do bagaço de cana já apresentado na figura 1. E ainda, propor a substituição de 30% da brita convencional por resíduos da construção civil processados

A CBCP tem composição granulométrica semelhante à areia natural como pode ser comprovado na figura 3.

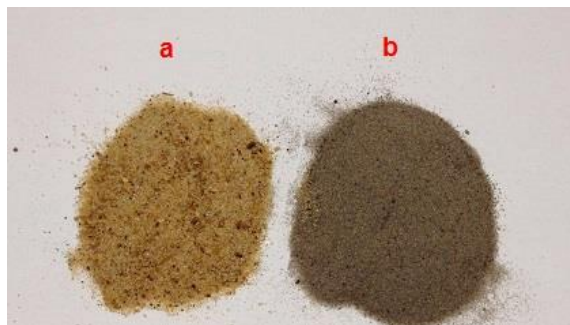


Figura 3: Areia (a) e Cinza Pesada (b). Fonte: elaborado pelos autores.

Os resíduos gerados pela indústria da construção civil, provenientes das perdas ocorridas durante o processo de construção ou de demolições, aumentam ainda mais o impacto ambiental provocado pelo setor. A excessiva geração de resíduos e seu descarte irregular, em grande parte das cidades brasileiras, causam a poluição do ambiente urbano.

Alguns exemplos negativos causados pelos resíduos da construção civil são a obstrução e contaminação dos leitos de rios e canais, o comprometimento do tráfego em vias públicas

e a degradação da paisagem das cidades, além da poluição do ar com gás carbônico liberado pelos veículos utilizados para realizar o transporte dos resíduos. Os resíduos da construção civil podem ser processados de maneira que atinjam granulometria semelhante à da brita 1 convencional, como apresentado na figura 4



Figura 4: Brita natural (a) e RCC (b). Fonte: elaborado pelos autores.

3. Materiais e Métodos

Os materiais utilizados na pesquisa foram:

-Aglomerante: O cimento utilizado foi o CP II Z – 32. A cinza leve do bagaço da cana-de-açúcar foi fornecida por uma usina

-Água: Utilizou-se água potável proveniente da rede de abastecimento de água da cidade de Maringá, PR;

-Agregado miúdo: Areia lavada convencional de fornecedores da região de Maringá, PR. Já a cinza pesada do bagaço da cana-de-açúcar é proveniente de uma usina;

-Agregado graúdo: utilizou-se brita 1 de fornecedores da região de Maringá. Os agregados graúdos reciclados foram coletados em uma usina de reciclagem;

Realizaram-se ensaios em laboratório para determinar a massa específica dos materiais utilizados. Para isso seguiu-se as normas presentes na tabela 1.

Material	Norma utilizada	Massa Específica (g/cm³)
Cimento	ABNT NBR NM 23: 2001	2,96
Areia	ABNT NBR 9976: 1987	2,64
Brita	ABNT NBR NM 53: 2009	2,70
RCC	ABNT NBR NM 53: 2009	2,68
CPCL	ABNT NBR NM 23: 2001	2,20
CBCP	ABNT NBR 6508: 1984	2,75

Tabela 1: Massa específica e norma utilizada para cada material. Fonte: elaborado pelos autores.

O traço escolhido como referência foi o apresentado por Nunes (2009) e também utilizado por Hojo (2015), com consumo de cimento de 367,6 kg/m³ de concreto. As porcentagens de substituição de cada traço estão apresentadas na tabela 2.

Traço	Porcentagem de substituição		
	Cimento pela CBCL	Agregado miúdo pela CBCP	Agregado graúdo pelo RCC
1	-	-	-
2	-	30	-
3	-	-	30
4	-	30	30
5	5	-	-
6	5	30	-
7	5	-	30
8	5	30	30

Tabela 2: Porcentagem de substituição em cada traço. Fonte: elaborado pelos autores.

A tabela 3 mostra os traços unitários em massa.

Traço	Cimento	Água	Areia	Brita 1	CBCL	CBCP	RCC
1	1	0,50	2,06	2,94	0	0	0
2	1	0,50	1,44	2,94	0	0,62	0
3	1	0,49	2,06	2,06	0	0	0,88
4	1	0,49	1,44	2,06	0	0,62	0,88
5	0,95	0,54	2,06	2,94	0,05	0	0
6	0,95	0,55	1,44	2,94	0,05	0,62	0
7	0,95	0,56	2,06	2,06	0,05	0	0,88
8	0,95	0,56	1,44	2,06	0,05	0,62	0,88

Tabela 3: Traço unitário em massa. Fonte: elaborado pelos autores.

A moldagem e cura dos corpos de prova foram realizadas em consonância com a ABNT NBR 5738: 2015. A figura 5 ilustra os corpos de prova recém moldados e sua disposição na câmara úmida



Figura 5: Corpos de prova moldados e em processo de cura em câmara úmida. Fonte: elaborado pelos autores.

Para a moldagem dos corpos de prova, foi fixado o valor de abatimento do tronco de cone de 70 mm (+/- 10 mm), acrescentando a quantidade de água necessária para que o concreto atingisse a correta consistência, de acordo com ABNT NBR NM 67: 1998.

Os corpos de prova foram rompidos em prensa hidráulica, conforme previsto na ABNT NBR 5739: 2007, a fim de determinar a resistência característica à compressão. Para cada traço foram produzidos 3 corpos de prova para serem rompidos com 7 dias, 6 corpos de prova para 28 dias e 3 corpos de prova para 56 dias.

O ensaio de resistência a tração por compressão diametral seguiu a ABNT NBR 7222: 2011, com o uso da mesma prensa hidráulica que o ensaio de resistência à compressão, porém com o uso da geratriz. Foram destinados 3 corpos de prova de cada traço para serem rompidos aos 28 dias.

Para a determinação da quantidade de água absorvida pelos corpos de prova, seguiu-se a ABNT NBR 9778:2009. Para este ensaio foram destinados 3 corpos de prova na idade de 28 dias.

Foi realizado um estudo de mercado com diferentes fornecedores regionais dos materiais utilizados com o intuito de estimar a economia provocada pela substituição dos materiais tradicionais por resíduos.

4. Resultados e conclusões

Com o concreto no estado fresco, fez-se o abatimento do tronco de cone. Os valores encontrados estão presentes na tabela 4.

Traço	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Abatimento (mm)	70	72	63	63	65	70	65	60

Tabela 4: Abatimento do tronco de cone (*Slump Test*). Fonte: elaborado pelos autores.

A tabela 5 mostra as resistências à compressão de cada traço de concreto nas idades de 7, 28 e 56 dias com os respectivos desvios padrões (DV).

Traço	7 dias		28 dias		56 dias	
	Resistência	DV	Resistência	DV	Resistência	DV
T1	20,48	1,43	34,5	2,81	36,56	1,53
T2	21,06	0,52	38,39	0,99	38,87	1,39
T3	22,87	0,87	34,71	1,74	37,60	2,20
T4	21,77	0,89	33,16	2,17	36,13	2,54
T5	22,74	0,80	31,96	1,57	34,31	3,23
T6	20,04	1,76	31,89	2,56	35,32	2,43
T7	20,12	0,35	33,39	0,70	35,88	1,01
T8	21,73	0,34	35,63	1,90	36,32	0,76

Tabela 5: Resistência à compressão (MPa) por idade e desvio padrão (MPa). Fonte: elaborado pelos autores.

Para melhor compreensão e comparação dos resultados, os autores apresentam na figura 6 a resistência à compressão de cada traço.

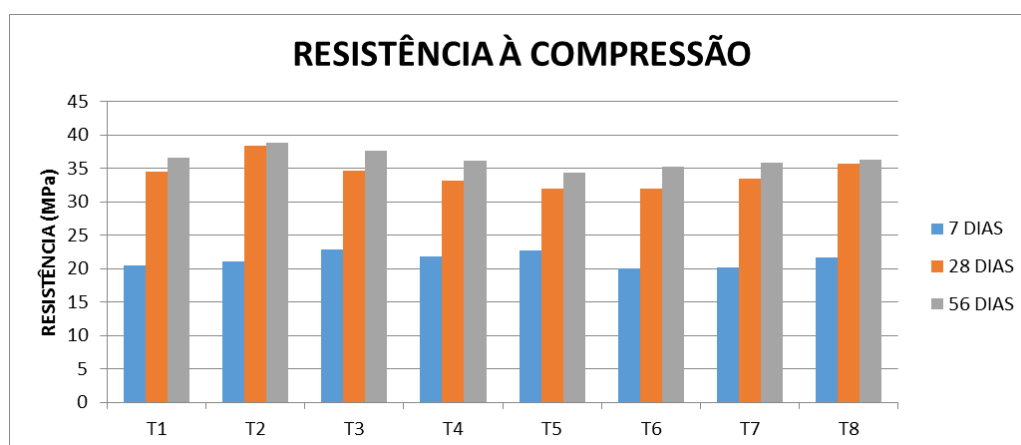


Figura 6: Gráfico da resistência à compressão em MPa. Fonte: elaborado pelos autores.

Os resultados da resistência à compressão dos corpos de prova aos 28 dias mostram que no traço T2, em que há apenas a substituição da areia normal por CBCP, houve um

aumento no valor da sua resistência à compressão atingindo 38 MPa. Esse resultado era esperado pelo fato da CBCP apresentar composição granulométrica mais fina do que a areia comum, preenchendo melhor os vazios do concreto devido ao chamado efeito *filler* (empacotamento das partículas).

Ao avaliar os resultados do traço T8, que contém a mistura dos 3 resíduos estudados, nota-se que a resistência à compressão encontrada foi superior ao traço de referência (T1), resultando em um material eficiente que proporciona redução de cimento, areia e brita. Sendo assim, um produto ambientalmente correto, socialmente aceito e economicamente viável, atingindo todos os princípios da sustentabilidade.

Analisando os resultados obtidos dos ensaios das resistências à compressão aos 56 dias, pôde-se verificar que na presença da CBCL houve um aumento significativo à resistência aos 28 dias. Esse efeito é justificado graças à lenta atividade pozolânica da CBCL. Cordeiro, Toledo Filho e Fairbairn (2010), ao produzirem concreto com substituição parcial de cimento por cinza leve, também obtiveram maiores resistências a compressão em idades mais avançadas.

Os traços que contém o RCC em sua composição também apresentam um ganho de resistência mecânica, justificado pela sua composição heterogênea que contém partículas de cal e cimento disponíveis para novas reações e partículas de materiais cerâmicos potencialmente pozolânicas (JIMENEZ, 2011).

Os resultados dos ensaios de resistência à tração, presente na figura 7, apresentaram aproximadamente 10% da resistência à compressão. Observa-se ainda que o traço T8 com os três resíduos em sua composição apresentou resistência superior ao traço referência (T1). Nota-se também que os concretos com RCC apresentaram uma diminuição na resistência à tração, com exceção do T8. Porém, a influencia do RCC pode ter sido mascarada pela CBCL e CBCP presente neste último traço. Redução nos valores de resistência a tração, quando utilizado RCC em sua matriz cimentícia, também foram observados por Rakshvir e Barai (2006).

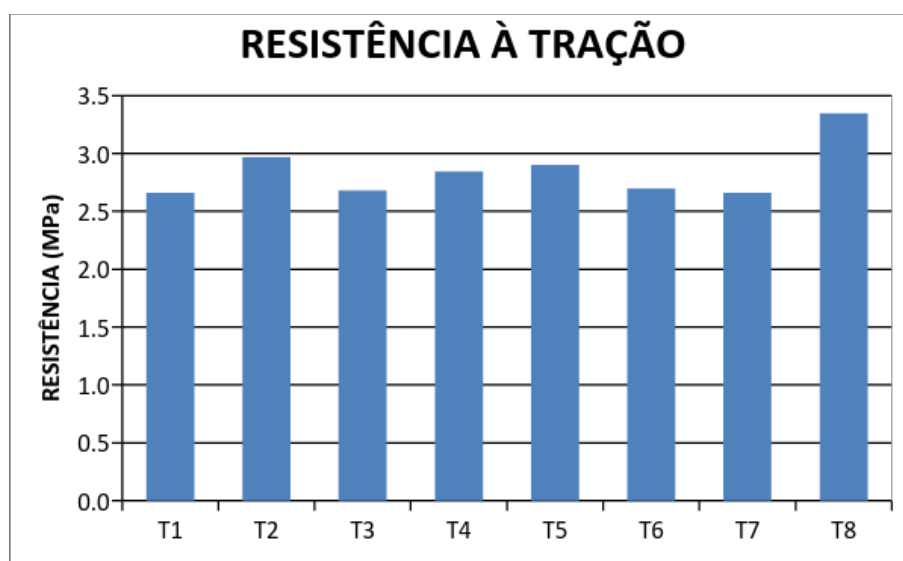


Figura 7: Gráfico de resistência à tração em MPa. Fonte: elaborado pelos autores.

Analisando os resultados de absorção de água obtidos pelos traços, os quais podem ser vistos na figura 8, percebe-se que os mesmos mostraram pouca variação entre si, permanecendo próximos a 5%.

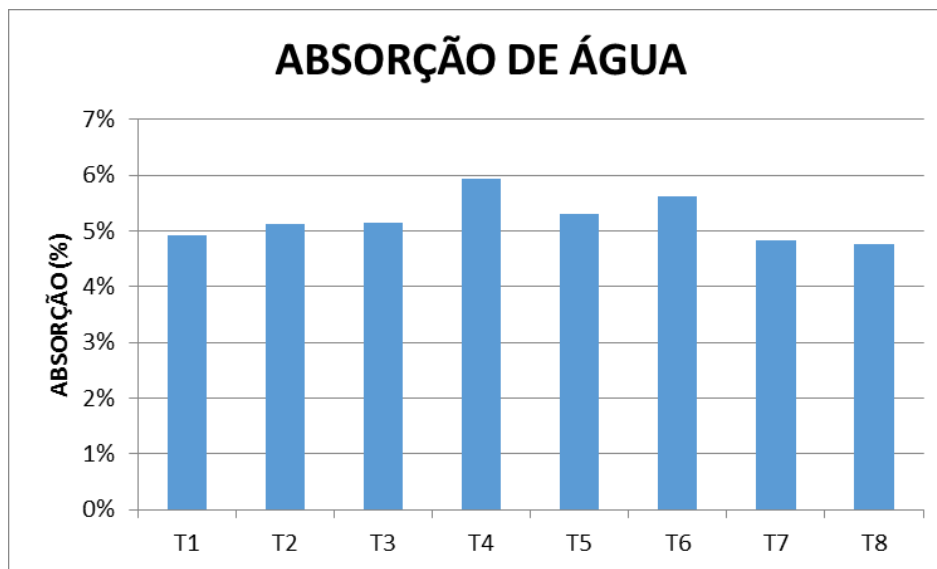


Figura 8: Gráfico de absorção de água. Fonte: elaborado pelos autores.

Com os presentes resultados, é possível afirmar a viabilidade em aplicar o produto apresentado. Proporcionando um efeito benéfico ao meio ambiente minimizando a geração de CO₂ e dando correta destinação aos resíduos utilizados, cinzas e RCC. Substituir parcialmente o cimento e os agregados pelos resíduos resulta em vantagem econômica para os usuários.

O concreto analisado além de atender aos 3 pilares da sustentabilidade, demonstrou melhor desempenho do que o concreto convencional nas características analisadas. Para a utilização em concreto armado, são necessários estudos complementares que avaliem o comportamento dos resíduos no concreto junto ao aço. No entanto, pode-se confirmar a eficácia deste concreto sustentável em peças não armadas, tais como: blocos de concreto, *pavers* para pavimentação, contra pisos, calçadas, subleito para pavimentação, entre outras aplicações.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738:2015**. Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2015.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6508:1984**. Grãos de solo que passam na peneira de 4,8 mm – Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 1984.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9778:2009**. Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por imersão – Índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9781:2013**. Peças de concreto para pavimentação – Especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9976:1987**. Agregados – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 23:2001**. Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 52:2009**. Agregado miúdo - Determinação de massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 53:2009**. Agregado graúdo – determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2009.

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

BACCI, D. L. C; LANDIM, P. M. B; ESTON, S. M. Aspectos e impactos ambientais de pedreira em área urbana. **REM – Revista Escola de Minas**, n.59, p. 47-54, 2006.

Cenário da Construção Civil e Conceito de Construção Sustentável. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=23&Cod=1722>. Acesso em: 14 de setembro de 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar, v.1, Brasília: Conab, 2013.

CORDEIRO, G.C.; TOLEDO FILHO, R.D.; FAIRBAIRN, E.M.R. Ultrafine sugarcane bagasse ash: high potential pozzolanic material for tropical countries. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 3, nº 1, p. 50-67, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/riem/v3n1/04.pdf>. Acesso em: 09 ago 2016.

CORDEIRO, G.C.; TOLEDO FILHO, R.D.; TAVARES, L.M.; FAIRBAIRN, E.M.R. Ultrafine grinding of sugarcane bagasse ash for application as pozzolanic as mixture in concrete. **Cement and Concrete Composites**, v. 39, p. 110-115, 2009. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008884608002159>. Acesso em: 13 mar 2017.

- CORDEIRO, G.C.; TOLEDO FILHO, R.D.; TAVARES, L.M.; FAIRBAIRN, E.M.R. Ultrafine sugarcane bagasse ash: high potential pozzolanic material for tropical countries. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 3, n° 1, p. 50-67, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/riem/v3n1/04.pdf>. Acesso em: 13 mar 2017.
- HOJO, L. Y. C. P; MARTINS, C. H. Utilização da substituição parcial do cimento por cinza leve do bagaço de cana-de-açúcar em concretos. **Revista Mix Sustentável**, Edição 01, 2015.
- JIMENEZ, A. M. G. **Estudo experimental de um resíduo de construção e demolição (RCD) para utilização em pavimentação**. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2011.
- MANCIN, R. C. Estagnação das pesquisas na área gera expectativas negativas, 2012. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/mercado/53864-estagnacao-das-pesquisas-na-area-gera-expectativas-negativas.shtml>. Acesso em: 12 de setembro de 2016.
- METHA, P.K. Greening of the concrete industry for sustainable development. **Concrete international**, 2002. Disponível em: <http://maquinamole.net/EcoSmartconcrete.com/docs/trmehta02.pdf>. Acesso em: 15 mar 2017.
- METHA, P.K; MONTEIRO, P.J.M. Concreto microestrutura, propriedades e materiais. IBRACON, São Paulo, 2008.
- NUNES, I. H. S. **Estudo das características físicas e químicas da cinza do bagaço de cana-de-açúcar para uso na construção**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.
- RAKSHVIR, M.; BARAI, S.V. Studies on recycled aggregates-based concrete. **Waste Management and Reserch**, v. 24, p. 225-233, 2006. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0734242X06064820>. Acesso em: 15 mar 2017.
- SANTOS, A. Pesquisa ressalta presente e futuro do concreto, 2013. Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/pesquisa-ressalta-presente-e-futuro-do-concreto/>. Acesso em: 15 de setembro de 2016.
- SILVA, J. P. S. Impactos ambientais causados por mineração. **Revista espaço da Sophia**, n.8, novembro 2007.
- SNIC – Sindicato Nacional da Indústria do Cimento. Relatório Anual, 2013. Disponível em: <http://www.snic.org.br/pdf/RelatorioAnual2013final.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2017.
- VIEIRA, E. G; REZENDE, E. N. Mineração de areia e meio ambiente: é possível harmonizar? **Revista do Direito Público**, Londrina, v.10, n.3, p. 181-212, set/dez 2015.