

Concreto autoadensável com utilização de resíduos de construção

Evandro Marcos Kolling

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Brasil
kolling@utfpr.edu.br

Daiane Thais Rocha

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Brasil
daiianethaisdarocho@gmail.com

Priscila Ferri Coldebella

Centro Universitário Dinâmicas das Cataratas
– Brasil
pricoldebella@gmail.com

ABSTRACT

The present work aims to evaluate the inclusion of construction residues in the preparation of self-supporting concrete. In this sense, was evaluated a self-supporting concrete partially constituted of civil construction residues. For this, four treatments were analyzed, being used as reference the concrete without addition of residues. The treatments traces received replacement of the natural sand by 35, 40 and 45% of the concrete residue. In order to verify if traces with addition of residue maintained the characteristics of the self-supporting concrete, the analyzes of the traces were carried out both in the fresh state and in the hardened state. The tests of resistance to segregation, passing ability, workability and compressive strength were performed. However, for the tests in hardened condition, the traces with the addition of 35% and 45% of concrete residue obtained resistances below the reference trace in 17% and 24%, respectively, only the trace with 40% added exceeded the reference trace, after 56 days. It is suggested that more studies be carried out, indicating the use of controlled temperature to improve the resistance gain of recycled concrete.

Keywords: Concrete recycling; Self-compacting; Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das grandes responsáveis pelo excesso de resíduos que levam ao esgotamento dos locais de despejo, aumentando o descarregamento em locais impróprios, o que gera graves danos ao meio ambiente e leva a problemas de saneamento decorrentes de uma contaminação ambiental. Para amenizar tais efeitos, é possível que se faça a incorporação destes materiais dentro da própria construção civil, como uma alternativa para tentar reduzir seus danos, visto que, além de valorizar estes materiais, contribui na preservação dos recursos naturais (SOUZA et al., 2006) .

2.OBJETIVOS

Esta pesquisa teve por objetivo avaliar a inclusão de resíduos de construção na preparação de concreto autoportante. Para isso os objetivos específicos foram: testar o traço referência desenvolvido por Branco (2012), para comprovar sua trabalhabilidade utilizando os materiais da região; testar os traços com substituição de 35, 40 e 45% da areia por Resíduos de Concreto (RC) com vistas a Trabalhabilidade; comparar as resistências dos traços estudados em relação ao traço referência e avaliar as propriedades no estado fresco e endurecido do concreto autoadensável com RC.

3. REVISÃO

Segundo Gomes e Barros (2009), o Concreto Auto-Adensável (CAA) surgiu da necessidade de se obter estruturas mais duráveis, com economia e menor tempo de execução, utilizando a proporção otimizada dos componentes e sem a necessidade de adensamento mecânico do concreto. Ainda segundo autores, o seu grande diferencial está em suas características no estado fresco. As principais vantagens são o menor tempo de concretagem, maior produtividade, menor tempo de execução da obra e ambiente de trabalho mais saudável. O CAA tornou-se um importante instrumento para a construção civil devido a sua capacidade de preenchimento, habilidade de passar por obstáculos e resistência à segregação.

Com base no exposto, e considerando a elevada quantidade de resíduos gerados pela atividade da construção civil, que além de significativo desperdício de material, representa também um passível ambiental e social, surgiu o interesse em produzir CAA substituindo a areia natural por um agregado reciclado proveniente de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)¹. Esta possibilidade poderá ajudar na redução dos problemas ambientais vinculados à extração de areia natural e ainda contribuir para a auto sustentabilidade do setor.

De acordo com Silva et al. (2005), a obtenção de areia natural para utilização em concreto vem se tornando cada vez mais difícil devido ao esgotamento de jazidas e às restrições impostas pelos órgãos de fiscalização ambiental. Estes problemas são resultado de um longo período de exploração, o que tem tornado necessária a busca do material em locais cada vez mais distantes. Como a Lei 4.771/65 do Código Florestal Brasileiro de 1965 considera áreas de preservação permanentes as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios ou cursos d'água, as licenças para exploração de areia, a qual é obtida principalmente através da extração em leito de rios, têm sido suspensas, tornando a areia natural um material mais caro e escasso (ALMEIDA E SILVA, 2005).

Existem diversos trabalhos que comprovam a possibilidade de substituição de areia natural por outro agregado reciclado. Dentre estes, destacam-se os estudos realizados por Branco (2012), o qual utilizou Resíduo de concreto na composição; Klein (2008), utilizando areia de britagem; Silva (2012) com agregado de telha cerâmica; ou ainda com resíduo do beneficiamento do mármore e granito, como estudado por Lisboa (2004). Estes, assim como esta pesquisa, buscam minimizar os impactos negativos da construção civil no meio ambiente.

4. METODOLOGIA

As unidades experimentais geradas no estudo, assim como os tratamentos realizados se deram no laboratório de Materiais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná/Toledo, seguindo normalização recomendada. Todos os materiais empregados foram adquiridos na região e caracterizados fisicamente, conforme segue.

4.1 Cimento

O cimento utilizado nesta pesquisa foi o Cimento Portland V de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI), o qual atende a NBR 5737:1991, podendo conter até 5% de filler calcário.

4.2 Agregados

¹Os RCDs são todos os resíduos provenientes de construções, reformas, demolições, sendo compostos por concretos, argamassas, materiais cerâmicos, solos e gesso (ULSEN et al., 2010).

Para desenvolvimento dos traços estudados foram utilizadas duas areias, uma com granulometria fina e outra média, e o agregado graúdo brita zero; sendo estes caracterizados conforme normas (NBR NM 248; ABNT, 2003a); (NBR NM 45; ABNT, 2006); (NBR NM 46; ABNT, 2003c) para ambos, diferenciando-se na caracterização apenas as normas (NBR NM 52; ABNT, 2003b) para agregado miúdo e (NBR NM 5; ABNT, 2009) para agregado graúdo. Seguindo a recomendação de Branco (2012), a brita zero foi utilizada para o traço referência (TR), de modo a reduzir a segregação provocada pela falta de coesão da argamassa.

4.3 Resíduos de Concreto

Para o estudo foi utilizado o resíduo composto apenas por concreto, tendo como diâmetro máximo 4,75mm. As características do resíduo utilizado são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização do RC.

Massa Específica (g/cm ³) - NBR NM 52:2003b	1,22
Massa Unitária Seca (g/cm ³) - NBR NM 45:2006	1,62
Teor de Materiais Pulverulentos (%) - NBR NM 46:2003c	13,27
Modulo de Finura - NBR NM 248:2003	2,75

Fonte: Próprio autor, 2017.

Os resíduos empregados na formulação dos traços foram cedidos por uma empresa de coleta e reciclagem de materiais de construção, sendo caracterizado da mesma forma que o agregado miúdo.

4.4 Aditivos e água

O aditivo utilizado foi o Tec Flow 7030, à base de policarboxilatos. Tipo SP II / N/A/R. A água utilizada foi do próprio laboratório de materiais, água potável fornecida pela rede pública.

4.5 Dosagem do concreto

O traço referência foi baseado no trabalho de Branco (2012), adequado as diferença dos materiais, de acordo com os testes de trabalhabilidade. O Traço referência desenvolvido pelo método Tutikian (2004), consistiu na dosagem de Concreto Convencional Vibrado (CCV) (IPT/EPUSP), ajustado até se tornar um concreto autoadensável. Os outros três traços estudados utilizam RC em substituição à areia natural, nas proporções de 35, 40 e 45%. Para todos os traços foram feitos testes no estado fresco e no estado endurecido. Depois de realizados os ajustes necessários que permitiram ao CAA dosado passar pelos testes do estado fresco, foram moldados seis corpos de prova para cada idade, sendo de 7, 14, 28 e 56 dias, somando 96 corpos de prova e mais seis corpos para o módulo de elasticidade aos 28 dias, totalizando 120 corpos de prova.

4.6 Traços Experimentais

Nos traços experimentais foram analisadas as porcentagens de 35, 40 e 45% para o traço de 1:4,5 com substituição do agregado miúdo por RC com granulometria média. Todos os traços tiveram o teor de argamassa seca de 60%, seguindo a recomendação Tutikian (2004), a fim de que assumissem a

condição de mesma família e, em consequência, pudessem ser comparados. A quantidade de água acrescentada em cada traço seguiu a mesma proporção dos traços desenvolvidos por Branco (2012), contudo, a quantidade de aditivo necessária foi inferior sendo dosado de forma experimental, começando com 0,5% da massa de cimento e sendo acrescido de 0,05% a cada teste, até se obter os valores necessários nos teste para o estado fresco conforme NBR 15823:2010

4.7 Testes para o estado endurecido

Após a produção do teste referência e dos traços com substituição de areia por resíduo de concreto, foram realizados os testes de resistência à compressão, seguindo a NBR 5739:2007. Para realização do teste de compressão foi necessário que os corpos de prova fossem moldados, capeados e ensaiados de acordo com as normas vigentes. Foram moldados seis corpos de prova, cilíndricos de 10x20cm, para cada idade e após a cura em água, os corpos de prova foram retificados conforme NBR 5738:2007 e submetidos a ensaio mecânico em Máquina Universal de Ensaios.

4.8 Testes para o estado fresco

Foram escolhidos os testes Slump flow, Funnel-V e L-Box, pois estes se apresentam como altamente recomendáveis quanto à fluidez, coesão e habilidade passante, de acordo com Tutikian e Dal Molin (2008).

4.9 Slump flow test

Foi utilizado para determinar a consistência do concreto comum, é descrito pela NBR NM 67:1988 – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone; e o método da NBR NM 68:1998 – Determinação da consistência pelo espalhamento na mesa de Graff. O valor do slump flow foi determinado a partir da medição do diâmetro do espalhamento atingido pelo concreto sobre a placa de ferro após a retirada do cone. O aditivo foi dosado de modo a atingir um slump de no mínimo 550mm como é estipulado pela NBR 15823-2.

4.10 V-Funnel

De acordo com Gomes e Barros (2009), o ensaio foi empregado para medir a segregação e a capacidade do material fluir através do estreitamento de uma seção apenas sob a ação de seu peso, simulando assim situações em que haja mudança de seção em pilares ou vigas. Para este teste buscou-se atingir valores inferiores a 25s para que assim fosse possível uma classificação dentro da NBR 15823-5.

4.11 L-Box

Foi realizado para medir a fluidez do concreto, bem como sua capacidade de transpor obstáculos que estejam em seu percurso. O cálculo da relação de bloqueio (RB) se deu por meio da equação (1):

$$RB = \frac{H2}{H1} \quad (1)$$

De acordo com Gomes e Barros (2009) a relação RB para o CAA deve ser $RB \geq 0,8$.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Traços

Devido à grande quantidade de finos dos materiais optou-se pela variação da quantidade de aditivo ao invés da água, de modo a garantir sua aprovação nos testes de estado fresco. O fato se justifica pela tendência de perda de resistência com o acréscimo de água.

A Tabela 2 apresenta a dosagem dos materiais utilizados na composição dos traços produzidos no laboratório.

Tabela 2. Composição dos traços desenvolvidos em laboratório.

Traço	Cimento (Kg)	Ar. Fina (Kg)	Ar. Média (Kg)	Rc (Kg)	Brita (Kg)	Água (L)	Aditivo (g)	Massa Esp (g)	A/C	Traço em Volume
TR	7,22	5,78	8,66	0,00	14,44	3,15	46,93	2,33	0,44	1:0,68:1,05:0:1,84
T35	7,22	0,72	8,66	5,06	14,44	3,24	50,54	2,23	0,45	1:0,08:1,04:0,60:1,84
T40	7,22	0,00	8,66	5,78	14,44	3,25	61,37	2,35	0,45	1:0:1,03:0,69:1,84
T45	7,22	0,00	7,94	6,50	14,44	3,26	64,98	2,22	0,45	1:0:0,95:0,78:1,84

Fonte: Próprio autor, 2017.

5.2 Testes Para o Estado Fresco

A classificação dos tratamentos se deu através da comparação entre os valores obtidos nos testes realizados, apresentados na Tabela 3, com os referenciados por Tutikian e Dal Molin (2008).

Tabela 3. Resultados dos testes no estado fresco para cada tratamento.

Traço	Funil-V (s)	Caixa L			Slump flow (mm)
		RB H2/H1	T20 (s)	T40 (s)	
TR	6,37	0,833	0,48	0,78	630
T35	8,10	0,875	0,41	1,61	590
T40	6,68	0,857	0,80	0,90	720
T45	8,60	0,875	0,48	1,13	600

Fonte: Próprio autor, 2017.

Estes resultados classificam todos os traços produzidos nas categorias SF1, VF1 e PL2 de acordo com a NBR15823:2010. A classificação da NBR15823:2010, com relação à classe de espalhamento (super flow), permitiria, aos traços produzidos, sua utilização em estruturas não armadas ou com baixa taxa de armaduras e embutidos, cuja concretagem é realizada a partir do ponto mais alto com deslocamento livre, concreto autoadensável bombeado; estruturas que exigem uma curta distância de deslocamento horizontal do concreto autoadensável. Com relação à habilidade passante (Caixa L), a classificação obtida indica que a norma considera para todos os traços a aplicação adequada para a maioria das aplicações correntes. Elementos estruturais com espaçamento entre 60mm e 80mm.

5.3 Teste para o estado endurecido

As médias dos seis corpos de prova obtidas no ensaio de resistência são apresentadas na Tabela 4, juntamente com o coeficiente de variação dos resultados.

As médias apresentadas na Tabela 4 demonstram que os resultados de resistência obtidos para os seis corpos de prova produzidos para cada idade são de fato homogêneos entre si, pois conforme considerado por Reis e Reis (2002), coeficientes de variação inferior a 25% definem amostras homogêneas.

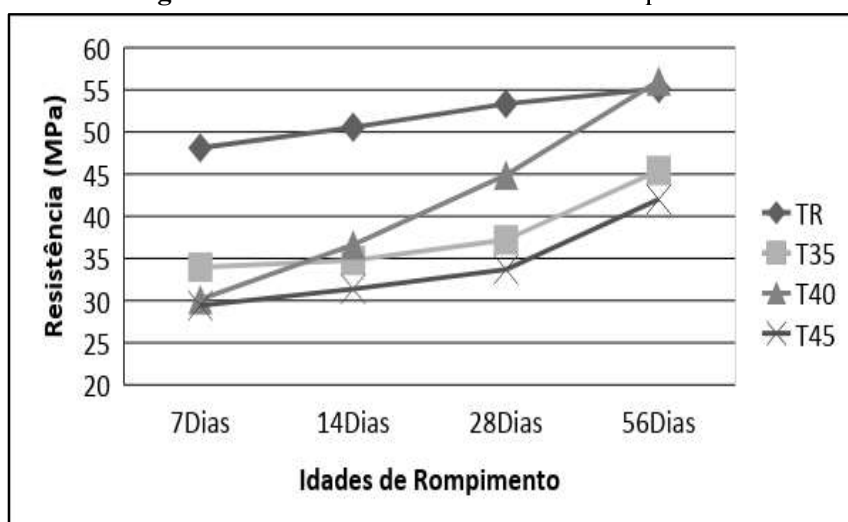
Tabela 4. Média das resistências à compressão nos diferentes períodos de cura.

Traço	Sete dias (MPa)	Coefficiente de Variação	14 dias (MPa)	Coefficiente de Variação	28 dias (MPa)	Coefficiente de Variação	56 dias (MPa)	Coefficiente de Variação
TR	48,12	2,7	50,56	5,6	53,33	6,4	55,14	4,3
T35	33,97	2,0	34,756	2,9	37,2	8,4	45,42	4,0
T40	30,11	8,9	36,61	9,5	44,90	11,1	56,06	4,2
T45	29,41	9,4	31,37	7,6	33,68	5,0	42	7,5

Fonte: Próprio autor, 2017.

A Figura 1 demonstra o comportamento da resistência à compressão nos diferentes períodos de cura. É possível observar que o traço referência manteve-se acima de todos os traços até os 56 dias, quando foi superado pelo traço com adição de 40% de RC.

Figura 1. Crescimento da resistência à compressão.



Fonte: Próprio autor, 2017.

Esse resultado sugere que a inserção de RC, na proporção de 40%, proporcionou um melhor empacotamento dos componentes obtendo assim uma massa com menos vazios. McGEARY, 1961 *apud* BARBOSA (2008) define o fenômeno do empacotamento de partículas em função da proporção e do

tamanho adequado dos materiais utilizados na composição do traço, de forma que os vazios maiores sejam preenchidos com partículas menores. Sendo assim, um material com densidade de empacotamento teórica máxima possuiria ausência de vazios.

Ainda em relação à Figura 1, as curvas de crescimento apresentam uma variação de 13% na resistência do traço referência, 25% para o T35, 46% para T40 e 30% para T45. Essa variação foi superior à obtida por Branco (2012), onde o traço médio de granulometria fina e com 40% de substituição obteve a maior variação, a qual foi de 14%. Essa variação dos traços estudados pode ser explicada devido à temperatura nos dias de confecção dos traços, a qual variou de 30 a 1°C, sendo o traço T40 o mais afetado, pois foi confeccionado no dia de menor temperatura.

Silva *et al.* (2009) afirmam que a temperatura é um dos fatores de influência no ganho de resistência do concreto. Romero (2012) acrescenta que durante o inverno, é relativamente frequente o retardamento de pega do concreto e as consequentes quedas das resistências nas idades iniciais. Para Laguna e Ikematsu (2010), ao se trabalhar com temperaturas abaixo de 15°C gera-se o efeito chamado “baixo nível de calor de hidratação” o que gera um retardamento das resistências iniciais.

Os resultados aqui encontrados são inferiores aos obtidos por Branco (2012), mesmo tendo as mesmas proporções. Esse fato deve-se a um efeito mencionado por Cavalcanti (2006), o qual é causado pelo acréscimo do aditivo. O autor afirma que a incorporação de superplastificante em pastas, argamassas ou concretos provoca alterações nas propriedades e características da mistura, como o aumento da porosidade, evolução da resistência, fluidez, tempo de pega, retração, dentre outras.

Martin (2005), afirma que aditivos à base de policarboxilatos, como é o caso do TecFlow 7030 utilizado nesta pesquisa, possuem uma estrutura muito complexa e acabam por ter compatibilidade com um número restrito de matéria-primas, e caso não bem formulados tendem a incorporar ar.

Outro fator que pode contribuir para o aumento da porosidade é a ausência de adensamento, característica do CAA. Os valores de massa específica apresentados na Tabela 2 indicam que para o T40 houve uma menor porosidade na mistura. A Tabela 5 apresenta a ANOVA para o fatorial 24 com seis repetições, com resultado significativo.

Tabela 5. ANOVA- 5% nível de significância.

Effect	Univariate Test of Significance for Ensaio de Compressão (Concretos.sta); Sigma-restricted parameterization; Effective hypothesis decomposition.				
	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	p
Intercept	164875,7	1	164875,7	23386,25	0,000000
Tratamento	4237,5	3	1412,5	200,35	0,000000
Dias de cura	2745,5	3	915,2	129,81	0,000000
Trat.*Dias de Cura	734,4	9	81,6	11,57	0,000000
Error	564,0	80	7,1		

Fonte: Próprio autor, 2017.

Planejamento Fatorial foi significativo. Indicando que o tempo de cura depende também do teor de resíduo incorporado no concreto. Os dados experimentais são explicados pelo modelo com $R^2 = 0,932$.

O que é muito bom, quando colocamos em termos de uma função matemática prevista pelo modelo o $R^2 = 0,919$. Aceitamos acima de 0,85.

Leite (2001) também obteve bons resultados com a inserção de resíduos de agregado miúdo e gráudo reciclados na produção de concreto, tendo concluído que esta aplicação é viável. Levy (2001) analisou concretos com utilização de RCD quanto a sua durabilidade e concluiu que a utilização de até 20% de resíduo de concreto e alvenaria em substituição ao agregado natural não afetam o concreto produzido.

Para Vieira (2003) e Vieira e Dal Molin (2004), os quais estudaram a resistência e durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados provenientes de resíduos de construção e demolição para três relações água/cimento, e variou a porcentagem de substituição de resíduo de 0 a 100% do agregado natural, estes verificaram que quanto maior o percentual de substituição do agregado miúdo reciclado, maior a resistência à compressão. Segundo estes autores as características desses agregados, como textura e granulometria, influenciam positivamente o aumento da resistência, pois os agregados reciclados que foram utilizados apresentam um grande percentual de finos que ajudam a mistura a ter um efeito de empacotamento, de compactação e proporcionam um maior fechamento dos vazios.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o estado fresco, os resultados obtidos permitiram classificar os tratamentos em SF1, VF1 e PL2 de acordo com a NBR 15823. Quanto a resistência à compressão, entre todos os resultados, o traço com melhor resistência à compressão em todas as idades foi o traço referência com exceção aos 56 dias onde obteve 55,14 MPa e foi superado pelo traço com 40% de adição o qual obteve 56,06 MPa. Em trabalhos futuros uma consideração importante a fazer é a produção de concreto em ambiente com temperatura controlada, visto que, este fator prejudicou o ganho de resistência do concreto com 40% de resíduo, o qual acabou por superar o traço referência aos 56 dias, sendo o resultado mais significativo obtido neste estudo. Além de testar variações de porcentagens próximas aos 40%, também é pertinente testar resíduos com granulometrias diferentes para obter uma graduação densa, proporcionando um esqueleto mineral com poucos vazios, o que pode contribuir para o ganho de resistência.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. L. M. SILVA, V. S. Areia artificial: uma alternativa econômica e ambiental para o mercado nacional de agregados. In: Anais do II SUFFIB –2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR NM 52: Agregado miúdo: Determinação da massa específica e específica aparente.2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15823, 6 partes – Concreto auto-adensável. Rio de Janeiro, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738:2007 Procedimento para moldagem e cura de corpo de prova.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739, Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 67 – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.1988.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 68– Determinação da consistência pelo espalhamento na mesa de Graff.1988

- BARBOSA, M. P. **Concreto fresco: influência do empacotamento de partículas e outros fatores. Introdução à ciência dos materiais aplicados à engenharia civil**, UNESP Ilha Solteira, 2008.
- BRANCO, R. P. Utilização de resíduos de concreto em concreto auto-adensável. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira, 2012.
- CAVALCANTI, D. J. H. **Contribuição ao estudo de propriedades do concreto autoadensável visando sua aplicação em elementos estruturais**. Universidade Federal de Alagoas, 2006.
- EUROPEAN FEDERATION FOR SPECIALIST CONSTRUCTION CHEMICALS AND CONCRETE SYSTEMS (EFNARC). Specification and guidelines for self-compacting concrete. In: **EFNARC**. Fevereiro, 2002.
- GOMES, P. C., & BARROS, A. R. **Métodos de Dosagem do Concreto Auto Adensável**. São Paulo: Pini Ltda., 2009.
- KLEIN, N. S. Influência da substituição da areia natural pela areia de britagem no comportamento do concreto auto-adensável. Dissertação para Pós-graduação em Engenharia Civil, 2008.
- LAGUNA, L. A e IKEMATSU P. Influência térmica na desforma do concreto. **Revista Prisma**. 2010.
- LEITE, M. B. Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. 2001. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- LEVY, S. M. Contribuição ao estudo da durabilidade de concretos produzidos com resíduos de concreto e alvenaria. 2001. 199 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- LISBÔA, E.M. Obtenção do concreto auto-adensável utilizando o resíduo de serragem de mármore e granito e estudo de propriedades mecânicas. 2004. 115p. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2004.
- MARTIN, J.F.M. **Aditivos para concreto** In: SAIA, G.C. (Ed.) **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. São Paulo: IBRACON, 2005.
- REIS, E. A. e REIS, I. A. **Análise Descritiva de Dados Síntese Numérica**. Universidade Federal de Minas Gerais Instituto de Ciências Exatas. Departamento de Estatística. Primeira Edição – Julho/2002
- ROMERO, J. R. H. **Concretagem em tempo frio**. NEOMIX concreto, 2012.
- SILVA, N. G. BUEST, G. CAMPITELI, V. C. Argamassas com areia britada: influência dos finos e da forma das partículas. In: **VI Simpósio Brasileiro de Argamassas, I International Symposium on Mortars Technology**. Florianópolis, 2005.
- SILVA, W. G. Avaliação de concreto auto-adensável com agregado reciclado de telha cerâmica. Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. Uberlândia, 2012.
- SLVA, A. J. C. Influência da temperatura na evolução da resistência à compressão do cimento Portland. **Anais do 51º Congresso Brasileiro de Concreto IBRACON 2009**.
- SOUZA, M. I. B.; SEGANTINI, A. A. S.; PEREIRA, J. A.; SILVA, J. P. N. Avaliação de tijolos de solo-cimento produzidos com resíduos de construção. In: **2o Workshop “Concreto: Durabilidade, Qualidade e Novas Tecnologias”**. Ilha Solteira – SP, 2006.
- TUTIKIAN, B. e. Métodos de dosagem para concretos auto-adensáveis. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.
- TUTIKIAN, B. F., & DAL MOLIN, D. C. **Concreto Auto-Adensável**. São Paulo: Pini, 2008.
- ULSEN, C., KAHN, H., ANGULO, S. C., & JOHN, V. M. Composição química de agregados mistos de resíduos de construção e demolição do Estado de São Paulo. **Rem: Revista Escola de Minas**, 339-346, 2010.
- VIEIRA, G. L. Estudo do processo de corrosão sob a ação de íons cloreto em concretos obtidos a partir de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. 2003. Dissertação (Mestrado) - Escola de



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



Engenharia, Curso de PósGraduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

VIEIRA, G. L.; DAL MOLIN, D. C. C. Viabilidade técnica da utilização de concretos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 4, p. 47-63, 2004.