

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIAS Uni-ANHANGUERA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

USO DE RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA FABRICAÇÃO DE
CALÇADAS EM GOIÂNIA - GO

LEONARDO OLIVEIRA DA SILVA

GOIÂNIA
Novembro/2019

LEONARDO OLIVEIRA DA SILVA

**USO DE RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA FABRICAÇÃO DE
CALÇADAS EM GOIÂNIA – GO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA, sob a orientação da Professora *Ma. Cristiane Roldan de Carvalho Nascimento*, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharelado em Engenharia Civil.

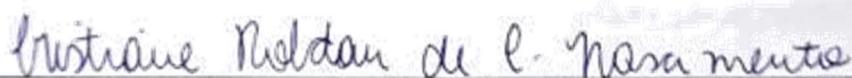
GOIÂNIA
Novembro/2019

FOLHA DE APROVAÇÃO

LEONARDO OLIVEIRA DA SILVA

USO DE RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA FABRICAÇÃO DE CALÇADAS EM
GOIÂNIA - GO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial para obtenção do Bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás - UNIHANGUERA, defendido e aprovado em 08 de 11 de 2019 pela banca examinadora constituída por:



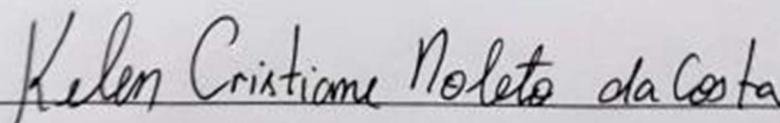
Prof(a). Ms. Cristiane Roldan de Carvalho Nascimento

Orientadora



Prof(a). Esp. Heloisa Procópio Moraes

Membro



Prof(a). Ms. Kelen Cristiane Noleto da Costa

Membro

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus; por ter me dado força nas horas mais difíceis e nunca me deixou enfraquecer diante das dificuldades.

Agradeço a todos que me ajudaram de forma direta ou indireta a chegar até aqui. Professora Heloísa Procópio Morais, e em especial meus pais, que são meu refúgio e porto seguro.

E finalmente agradeço a minha querida Professora *Ma. Cristiane Roldan de Carvalho Nascimento* não só pela orientação e por compartilhar seu conhecimento, mas pelo apoio irrestrito e a todo momento ao qual sem esse não seria possível realizar este trabalho.

RESUMO

Atualmente uma grande parte do resíduo da construção civil não é reaproveitado, e ainda existe o direcionamento para local incorreto. Diante disso, o trabalho busca possibilitar o impulsionamento do uso do resíduo da construção civil, perante as diversas aplicações que o mesmo pode ser empregado, voltado mais especificamente na confecção de calçadas. Buscando uma base para um melhor entendimento do emprego desse resíduo, pesquisas científicas e normas que embasam e delimitam esse pensamento foram feitas, assim como visitas em locais cabíveis a fim de assegurar uma conclusão mais precisa dos resultados, além dessa metodologia, o concreto ainda foi submetido a ensaio de resistência. Considerando que esse material tem o fim não estrutural, o produto constituído desse resíduo ainda foi exposto a ações do cotidiano e acompanhado durante 55 dias observando seu comportamento. Após esse ser caracterizado, os resultados encontrados, foram os esperados, admitindo que esse resíduo ainda não é utilizado em seu potencial máximo, apesar de sua resistência ser aceitável para o fim que o trabalho se propôs, e seu preço tanto de descarte como de compra ser economicamente atrativo. A economia da troca do agregado de RCC no lugar do convencional pode alcançar cerca de 87 reais para a brita e 57 para areia em cada tonelada substituída. Por conseguinte, o emprego desse resíduo considerando todos os aspectos levantados é algo relevante e necessita da ampliação. Mais estudos como esse podem servir como base para que se confirme ainda mais os benefícios desse reaproveitamento.

PALAVRAS CHAVES: Não Estrutural. Reaproveitamento. Resíduo. Resistência.

1 INTRODUÇÃO

A construção desde o início da civilização sempre esteve presente na vida do homem, exemplos como as pirâmides no Egito e a cidade de Machu Picchu dos Incas reforça essa tese. Na atualidade essa tem grande importância no aspecto social, econômico e ambiental, e em se tratando desse último, a construção civil de forma geral causa um impacto significativo no meio ambiente, pois é uma das grandes geradoras de resíduo. A preocupação com lado ambiental se justifica pois, o volume de resíduo hoje produzido pela construção civil no Brasil é enorme, é o que afirma Corrêa (2009), que a quantidade de Resíduo da construção Civil (RCC) hoje produzido é significativa e só uma porcentagem baixíssima é reaproveitada como matéria prima, enquanto em outros países do mundo como nos Estados Unidos o reaproveitamento já faz parte do processo construtivo. Trazendo esse fato para o local de estudo Goiânia-GO, percebe-se que a situação é praticamente a mesma, Segundo Santos et al. (2015), na cidade de Goiânia a quantidade de resíduo da construção civil (RCC) que chega até o aterro sanitário municipal da cidade representa 45% da massa total lançada, e esse percentual só não é maior porque ainda existem lançamentos clandestinos em locais inadequados.

Pensando nisso o Conselho Nacional do Meio Ambiente, através da resolução (CONAMA 307) cria diretrizes para o gerenciamento do resíduo da construção civil (RCC), essa resolução além de estabelecer novas condições de gerenciamento, ainda define o que é RCC, que são rejeitos procedentes da construção civil, e vai da demolição até a implantação de um empreendimento, podendo ser blocos, solos, metais, resinas, tijolos, plásticos entre outros. No geral normalmente são conhecidos como entulhos (CONAMA 307, 2002).

Diante disso o trabalho tem como objetivo buscar uma forma que demonstre que o emprego do resíduo da construção civil pode diminuir o custo final da construção, procurando ainda proporcionar um ganho ambiental e social. Para isso o trabalho segue na busca por elaborar experimentos em laboratório com esse tipo de resíduo da construção civil, RCC, visando a sua aplicação em concreto com fim não estrutural. Também levantar os polos e tipos de recebedores desse resíduo na Região de Goiânia-GO. E por fim, com intuito de uma maior confiança nos dados, realizar a inserção de blocos que simulam parte de uma calçada. Conseqüentemente, a pesquisa comprova se há parâmetros mínimos que corroborem para a aplicação de tal agregado oriundo de RCC nas calçadas de Goiânia-GO como matéria prima.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A construção desse trabalho se dividiu basicamente em quatro partes, visitas, revisão de normas cabíveis para o direcionamento dos métodos a serem utilizados, realização de ensaio em laboratório e por fim teste empírico. A primeira parte se constituiu em realização de visita “*in loco*” nos dois pontos de recebimento de resíduo da construção civil (RCC). Em um primeiro momento foi feita uma visita na usina de RCC, RNV Resíduos, localizada no município de Aparecida de Goiânia, (Apêndice A, Figura A1) no dia 07/04/2019. Já no dia 22/07/2019 o local visitado foi o aterro sanitário de Goiânia-GO (Apêndice B, Figura B1). Ambas visitas tiveram a finalidade de adquirir registros fotográficos, levantamentos de dados representativos que serviram como base para as análises posteriores como: estimativa da quantidade de material que cada um dos dois recebe; o custo para cada processo seja ele de reciclagem, seja descarte, e no final da visita na usina de RCC foi recolhido amostras de agregados reciclados (brita e areia) para realização de experimento.

Ainda na parte inicial foi feita uma visita na Companhia de Urbanização de Goiânia (CORMURG) no dia 17/07/2019 com a finalidade de consultar o Agente Público acerca da existência de incentivos através de Leis e afins ao processo de reuso dos resíduos na cidade de Goiânia.

Posterior aos levantamentos dos dados deu-se início a segunda etapa. Já de posse do agregado reciclado, cedido pela RNV Resíduos, prosseguiu-se então para a realização do experimento em laboratório, localizado no Centro Universitário de Goiás – UNIHANGUERA, com a confecção de corpos de provas de concreto, utilizando 0, 50 e 100% do agregado oriundo de RCC.

Essa etapa se caracterizou pela fabricação do concreto. Porém, antes de iniciar a fabricação do concreto foi definido a massa específica de cada componente que constituiu o traço, sendo eles, brita reciclada, brita normal e areia. As massas específicas de cada item estão demonstradas no tópico resultados e discussões. Para aferição da massa específica da brita foi usado o método citado na Norma Mercosur 53:2002 (Agregado Graúdo: Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água), e para obtenção da massa específica da areia foi utilizado o método do frasco de Chapan. O procedimento foi realizado em 13/08/2019. Os registros fotográficos do processo de determinação das massas específica encontram-se no (Apêndice C, Figura C1).

Posterior a realização de todo processo de determinação das massas específicas foi possível realizar a confecção dos traços. Traços esse separados em dois, já que para um deles

foi necessário um teor de água/cimento maior, pois no traço constituído de 100% de RCC fez-se necessário realizar um acréscimo no teor água/cimento, devido esse material apresentar características físicas peculiares. Em decorrência disto, absorve uma maior quantidade de água. Os traços ficaram caracterizados em 1:2,07:3,05:0,75 para 0%, 50% de RCC e 1:2,07:3,05:0,77 para 100% de RCC.

A partir desses três tipos de concreto foi fabricado 18 corpos de provas. Cada corpo de prova foi identificado e colocado em uma superfície sem vibração e livre de iluminação, assim como especifica a NBR 5738:2015 (Concreto: Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova). Para cada porcentagem de 0, 50 e 100% de RCC foi fabricado 6 corpos de provas. O processo de fabricação do concreto seguiu as especificações da NBR 12655:2015 (Concreto de cimento Portland: Preparo, controle, recebimento e aceitação — Procedimento). Ainda com esse concreto foi medido seu abatimento através do *Slump Test*¹ (Apêndice D, Figura D1).

Após 24h da modelagem, os corpos de provas foram submersos em água para cura correta do concreto (Apêndice D, Figura D1). Os corpos de provas foram rompidos em 7, 21 e 28 dias, caracterizando com isso sua resistência. Para cada porcentagem de RCC foi fabricado 1(um) bloco sextavado com dimensões iguais a 25x25 centímetros que simularam parte de uma calçada, o rompimento dos corpos de provas assim como os blocos sextavados estão dispostos no (Apêndice E, Figura E1).

A última etapa vem com o intuito de verificar a resistência, durabilidade como também outros fatores inerentes ao uso no dia-a-dia. Para isso os blocos sextavados foram inseridos após o vigésimo oitavo dia de idade, na Rua C-87, bairro Sudoeste em Goiânia-GO. Após isso ele foi acompanhado periodicamente através de registros fotográficos, (Apêndice H, Figuras H1 e H2).

Os materiais usados para a confecção de todo processo citado acima foi, colher de pedreiro, betoneira, moldes cilíndrico para corpos de prova 10x20 cm, molde metálico troncocônico 30x20x10 cm, placa metálica de base, régua metálica graduada, concha metálica, haste de adensamento, baldes, balança de precisão, câmara úmida, prensa hidráulica elétrica digital, cimento, brita, areia média e brita reciclada. Apesar de ter sido recolhido na usina os dois tipos de agregado (areia e brita) o ensaio contou apenas com a adição do agregado graúdo, para um entendimento mais apurado da influência da adição do RCC no concreto.

¹ O Slump Test, ou teste de abatimento do concreto, é um meio rápido de definir as características do concreto fresco momentos antes de sua aplicação, fazendo parte do controle tecnológico, ele mede a consistência do concreto para conferir a trabalhabilidade e verificar se aquele concreto poderá ser utilizado para concretar determinada peça na obra. Fonte: PEREIRA, Caio. O que é Slump do concreto e como fazer o teste? Escola Engenharia, 2019. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/slump-test/>

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização do RCC na fabricação de calçadas traz consigo várias questões a serem debatidas e junto com essas, também várias decisões a serem tomadas na hora de levantar os prós e contras em relação a inserção desse resíduo na confecção de concreto. De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) por meio da Norma Brasileira (NBR) 15116:2014 (Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil: Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos), o concreto com adição de RCC só poderá ter como finalidade o uso do tipo não estrutural, ou seja, aplicado em objetos como, sarjetas, meios fios, blocos de vedação, calçadas entres outro já que normalmente esse concreto estará classificado entre a classe C-10 e C-15. No entanto alguns Autores como Leite (2001) vão na contra mão, afirmando que a resistência do concreto com porcentagem de RCC pode variar de acordo com a quantidade de agregado reciclado e ainda conforme a relação água/cimento. Ainda segundo ele essa resistência tem uma variação que pode ir de 15 Mega Pascal (MPa) nos primeiros dias e passar para 40 MPa aos 28 dias, portanto uma resistência alta.

Diante dessas questões o trabalho buscou analisar o RCC desde a sua destinação, passando pelo processo de beneficiamento até a aplicação de acordo com suas características físicas, sempre tendo como parâmetro para isso a comparação com o agregado convencional.

Realizando uma análise entre as duas formas de direcionamento final correto do RCC, ficou evidenciado através dos dados levantados na usina de RCC e no aterro sanitário de Goiânia-GO, que na grande maioria dos casos as empresas responsáveis pela construção ou demolição terceirizam o processo de descarte do RCC. Elas contratam caçambas de empresas privadas para o recolhimento do resíduo e para o descarte final. Contudo ainda existe o direcionamento incorreto, como demonstra a Figura 1.



Figura 1. RCC em local proibido (Rua Luiz de Matos com Rua C-83, Sudoeste, Goiânia-GO)

Para melhor contextualizar os valores referente ao descarte de RCC como também a quantidade de material recebido nos dois pontos visitados, foi elaborado a Tabela 1. Os valores foram obtidos nas respectivas visitas, através do questionamento diante dos responsáveis por tal.

Tabela 1. Preço e quantidade de descarte de RCC nos dois pontos estudados

Locais	Preço do Descarte e Quantidade em Toneladas		Quantidade recebida(dia)	
	Limpo (ton.)	Sujo (ton.)	Limpo(ton.)	Sujo(ton.)
Aterro sanitário	64,80 reais	64,80 reais	86	140
Usina de reciclagem	10 reais	25 reais	4	4

Observando a Tabela 1 é nítido que a destinação final quase sempre é direcionada para o aterro sanitário, mesmo com um preço relativamente maior em relação a usina. Alguns fatores justificam a destinação para o aterro, conforme foi evidenciado na visita realizada na Usina, no dia 07/04/2019. As possíveis causas dessa preferência, relatadas pelo responsável pela produção, Engenheiro Ambiental Federico Nascimento, é a falta de conhecimento de uma forma de direcionamento mais correto e o pouco espaço para o armazenamento desse rejeito na indústria, são os principais agravantes para esse resíduo ainda ser em sua grande maioria direcionado para o aterro. Além disso, as usinas por ter esse espaço reduzido preferem realizar o recebimento do resíduo com um grau de limpeza maior, material cinza como, blocos e peças de concreto em geral.

O preço do descarte no aterro sanitário como evidenciado é relativamente maior. A Tabela 2 apresenta os valores do agregado convencional e seu similar RCC para venda.

Tabela 2. Comparação dos preços do agregado do RCC e agregado convencional

Agregados	Preço Revenda	
	RCC	Convencional
Brita	28 reais a tonelada	115 reais a tonelada
Areia	28 reais a tonelada	85 reais a tonelada

Esse valor do RCC foi obtido na única usina de reciclagem da região, que produz os dois tipos de agregados, gráudo e miúdo (brita e areia), enquanto os valores para os agregados convencionais foram obtidos a partir de pesquisas realizadas em lojas de revenda desse material, de 10/07/2019 a 21/07/2019, e de posse desses dados calculado uma média dos valores.

A Tabela 5 demonstra que o agregado constituído de 50 e 100% de RCC atingiu o patamar especificado pela (NBR) 15116:2014, que especifica que esse tipo de concreto, não estrutural, deve estar classificado entre as classes C-10 e C-15. Para a obtenção desse resultado foi necessário levar em consideração a massa específica de cada material (Tabela 3), e levar em consideração que o agregado constituído de 100% de RCC tem um potencial de absorção de água maior.

Tabela 3. Massa específica dos materiais

Massa Específica	
Materiais	Kg/dcm ²
Areia	2,63
Brita normal	2,75
Brita RCC	2,08
Cimento	3,1

Diante desses parâmetros é necessário que haja uma diferenciação na quantidade de água. Através desse concreto ainda foi realizado a medição do abatimento (Tabela 4), e de acordo com a (NBR) 8953:2015 (Concreto para fins estruturais-Classificação pela massa específica, por grupo de resistência e consistência), esse concreto está classificado entre 10 e 50 mm de abatimento, portanto classe S10, caracterizado como concreto extrusado, vibroprensado ou centrifugado. Todos os registros fotográficos dos processos realizado em laboratório para obtenção de tal resistência estão expostos no (Apêndice E, Figura E1).

Tabela 4. Traços utilizados

Porcentagem	Traço e Abatimento		
	0% de RCC	50% de RCC	100% de RCC
Traços em massa	1:2,07:3,05:0,75	1:2,07:3,05:0,75	1:2,07:3,05:0,77
Abatimento(mm)	45	45	20

Tabela 5: Resistência à compressão

Dias	Resistência		
	0%	50%	100%
Resistência aos 7 dias (MPA)	16,71	9,68	9,16
Resistência aos 21 dias (MPA)	19,01	11,46	11,48
Resistência aos 28 dias (MPA)	20,12	13,61	13,65

Com esse concreto foi moldado 18 corpos de provas conforme (Figura 2), no Laboratório do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA, no dia 15/08/2019. Os corpos de provas foram identificados e protegidos de ações externas, assim como especifica a NBR 5738:2015. Para cada porcentagem de 0, 50 e 100% de RCC foi fabricado 6 corpos de provas (Figura 2). Todo o processo de fabricação foi pautado pela NBR 12655:2015.



Figura 2. Corpos de provas moldados

Após 24h os blocos sextavados com dimensões iguais a 25x25 cm, passaram por um processo de cura (Figura 3). os corpos de provas após esse período também foram submersos em água para cura correta do concreto evidenciado na (Figura 4), e ainda foram rompidos em 7, 21 e 28 dias, caracterizando com isso sua resistência (Figura 5).



Figura 3. Blocos sextavado



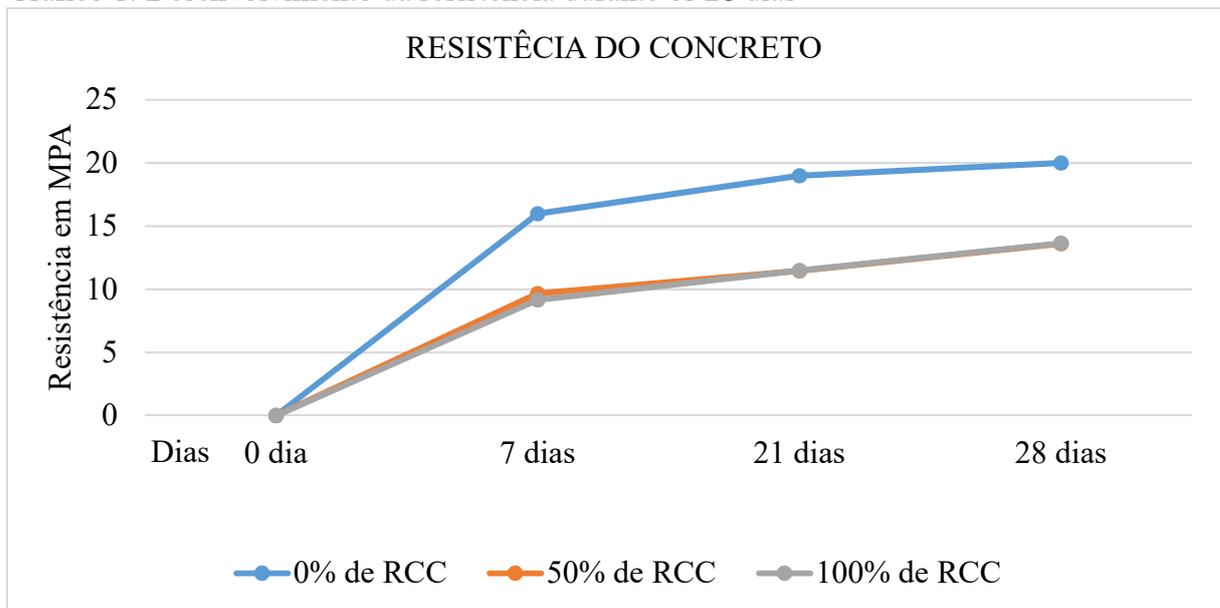
Figura 4. Cura úmida dos corpos de provas.



Figura 5. Corpos de provas rompidos nas idades 7,21 e 28 dias.

O Gráfico 1 demonstra como ocorreu o crescimento da resistência de acordo com o avanço do tempo até ele alcançar a resistência máxima aos 28 dias.

Gráfico 1: Desenvolvimento da resistência durante os 28 dias



Como último parâmetro para caracterização do concreto, os 3 blocos sextavados foram instalados na calçada da Rua C-87 bairro Sudoeste em Goiânia-GO, no dia 12/09/2019, onde a calçada encontra-se em sua grande parte deteriorada, e o fluxo de pedestre é relativamente grande. Em consequência disso o local foi o ideal para colocar em teste os blocos, pois apresenta grande fluxo de pessoas, e a calçada é passiva de manutenção (Figura 6).



Figura 6. Inserção dos blocos na calçada.

Durante o período de 12/09/2019 a 05/11/2019 foi observado como os blocos se comportavam diante os intemperes relativos ao uso diário. Para a caracterização, eles foram observados a cada 15 dias, sendo realizado registro fotográfico de modo a adquirir uma avaliação de como o concreto constituído de RCC se comportaria em relação ao concreto sem RCC, avaliando o quanto mais o concreto de RCC se desgastou em relação ao normal, os registros fotográficos dessa evolução são apresentados no (Apêndice H, Figuras H1 e H2). Para contextualizar melhor, será necessário uma demanda maior por tempo. Contudo nesses 55 dias já foi possível identificar que os blocos sextavados suportaram bem as exigências solicitadas, pois não apresentaram perdas significativas de massa ou surgimento de fraturas ou quebra, diante do trânsito sobre ele.

Como desfecho final foi averiguado se há existência de algum incentivo, partindo do poder público para o privado no que diz respeito a estímulos municipais ou estadual, foi feita uma visita na CORMURG (Companhia de Urbanização de Goiânia). Nessa ocasião em uma conversa com o diretor operacional Cristiano, onde segundo ele, não existe incentivos municipais ou estaduais, para empresas privadas que dão uma destinação final correta ao RCC, em contrapartida disso o que existem são formas de punição através de multas, se assim for identificado e comprovado que a pessoa jurídica ou física não deu o destino correto para o RCC.

4 CONCLUSÕES

Ao início da confecção do trabalho apresentado, existia a dúvida se a aplicação do RCC na confecção de calçada poderia gerar benfeitorias, tanto para a quem o aplicasse, assim como para a sociedade. Por conseguinte, foi de extrema importância o aprofundamento do estudo em torno desse tema, para só então solucionar a problemática. Diante disso a pesquisa teve como objetivo analisar o emprego do resíduo da construção civil na fabricação de calçadas em Goiânia. Em vista disso o trabalho avaliou as diversas diretrizes que balizam os ganhos da aplicação do RCC, em primeiro lugar ficou claro que o fator econômico do RCC é um grande atrativo, pois tem o menor preço de compra em relação ao convencional e seu descarte tem um preço menor se direcionado para usina de RCC, e se houver uma separação correta na obra o preço do direcionamento pode reduzir muito mais ainda, o que pode acarretar uma diminuição no custo final da construção. Outro ponto a ser ressaltado é a questão ambiental, já que a aplicação do RCC reduz a geração de resíduos lançados no meio ambiente, e por consequência diminui o gasto público com o recolhimento desse resíduo despejado em local inadequado, e ainda minora os vetores de doença acarretado pelo o acúmulo desse resíduo, cooperando assim com lado social. Contudo de nada adiantaria tantas vantagens se o concreto não atingisse a resistência esperada, e como foi demonstrado no tópico Resultados e Discussões a resistência do concreto constituído por RCC alcançou o patamar para o fim que o trabalho propôs, concreto com o fim não estrutural. No entanto, diante de tantos pontos positivos, ainda não existe ações governamentais ou do poder privada que proporcione um aumento no emprego do RCC.

Assim sendo, é notório que o trabalho é de relevante importância tanto no meio social, ambiental e econômico, e que aplicação do RCC como agregado graúdo na confecção de calçadas em Goiânia tem seu valor e pode ser de grande importância se empregado. Porém o trabalho não foi desenvolvido em todas as suas vertentes, pois não analisou todos os tipos de agregados oriundos do RCC e nem tão pouco as diversas aplicações que ele pode ser aproveitado. Então, estudos como esse devem ser cada vez mais realizados, explorando por exemplo a aplicação de mais de um tipo de agregado de RCC no concreto, como também a utilização em argamassas, e ainda o uso do RCC em outros tipos de construções, além da utilização em calçadas.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8953:2015**. Concreto Para Fins Estruturais.

_____. **NBR 5738:2015**. Concreto — Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.

_____. **NBR 12655:2015**. (Concreto de cimento Portland — Preparo, controle, recebimento e aceitação — Procedimento).

_____. **NBR 15116:2004**. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural -Requisitos.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente: **Resolução 307: Estabelece diretrizes, Critérios e Procedimentos Para a Gestão dos Resíduos da Construção Civil**. 2002. Diário Oficial da União, Governo Federal. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=98303>>. Acesso em: 22 fev. 2019.

CORRÊA, L.R. **Sustentabilidade na Construção Civil**.2009. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG. Disponível em:<<http://cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Sustentabilidade%20na%20Constru%E7%E3o%20Civil.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2019.

LEITE, M. B. **Avaliação de Propriedades Mecânicas de Concretos Produzidos com Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

NM 53:2002. Norma Mercosul: Agregado graúdo - Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Disponível em: <http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17827/material/Nbr_nm53_2003.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2019.

SANTOS, T. R. et al. **Resíduos Sólidos Gerados Pela Construção Civil em Goiânia**. Novembro de 2015. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/III-048.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2019.

APÊNDICE A. Usina de reciclagem - RNV Resíduos. Visita realizada em 07/04/2018



Figura A1. RNV Resíduo.

APÊNDICE B. Aterro Sanitário de Goiânia – GO: descarte do RCC no aterro sanitário. Visita realizada em 22/07/2019.



Figura B1. Aterro Sanitário.

APÊNDICE C. Determinação da massa específica brita e areia.



Figura C1. Determinação das massas específicas.

APÊNDICE D. Processo de cura e *slump test*.



Figura D1. Experimento em laboratório.

APÊNDICE E. Rompimento do corpo de prova e Bloco sextavado.



Figura E1. Corpo de prova e blocos.

APÊNDICE F. Relatório de visita a usina de RCC

No dia 07/04/2018 às 14 horas, foi realizado a visita a usina de RCC, RNV Resíduos, localizada nas coordenadas Latitude:16°47'58,66" Sul e Longitude:49°12'16,20" Oeste, no município de Aparecida de Goiânia (Anexo A, Figura A1), ficou evidenciado a rotina da usina, no qual serviu como base para a confecção do trabalho apresentado. Onde o autor, Leonardo Oliveira da Silva, esteve nas dependências da empresa por duas horas, visitando o local de beneficiamento e a área de despejo de RCC (Apêndice F, Figura F1) acompanhado pelo responsável de produção, Eng. Ambiental Frederico Nascimento. Durante a visita diversos questionamentos foram feitos, como a capacidade de recebimento da empresa, o preço de compra e revenda e a quantidade de funcionários que na época da visita era cerca de 14.



Figura F1. Local de beneficiamento e descarte do RCC

Ainda durante a visita foi apresentado o processo de reciclagem do resíduo, processo esse que é relativamente simples, basicamente é feito uma trituração e uma separação granulométrica do RCC, em contrapartida dessa facilidade, segundo o responsável o que torna o trabalho dificultoso é a separação do RCC (Apêndice F, Figura F2). Nas dependências da empresa existem diversas obras feitas com a utilização de RCC, como a utilização em reboco nas paredes externas da residência da companhia e a utilização como base nas estradas de acesso a empresa já que essas não são asfaltadas.



Figura F2. Material a ser separado para fabricação de agregado.

A empresa como já foi mencionada fica localizado em aparecida de Goiânia, o local onde ela encontra-se instalada foi cedido pela prefeitura. No fim da visita foi cedido 50 kg de agregado graúdo (brita 0) e 50 kg de agregado miúdo (areia), ambos materiais oriundos de Resíduo da construção civil, esse material foi cedido pela a RNV Resíduos com muita satisfação.

APÊNDICE G. Relatório de visita ao aterro sanitário

No dia 22/07/2019, foi realizada a ida até o aterro sanitário de Goiânia-GO, localizada nas coordenadas Latitude:16°39'2,50" Sul e Longitude:49°21'43,31" Oeste (Anexo B, figura B1), a visita foi as 9 horas da manhã com término as 11 horas. Nessa ocasião foi visitado as principais áreas do aterro sanitário, a área de descarte, o jardim existente no aterro e o local de separação dos materiais. O responsável que acompanhou a visita foi o Educador ambiental Sebastião dos Reis Cardoso, que já está há 28 anos trabalhando no aterro.

Diversas foram as informações cedidas nessa localidade, entre elas a que mais se destaca é, que o material de RCC que chega até o aterro serve como base para a instalação dos outros lixos comuns que o município gera (Apêndice G, Figura G1)



Figura G1. RCC sendo usado como base para lançamento de lixo comum.

Diferentemente da usina de reciclagem o aterro sanitário tem uma área para locação do RCC relativamente mais espaçosa, e conseqüentemente o recebimento do mesmo é maior (Apêndice G, figura G2), porém em contra partida disso a região utilizada para o descarte de lixo comum hoje tem uma altura de 110m (Apêndice G, Figura G3), segundo o responsável pela visita, o aterro tem cerca de mais dez anos de utilização, depois disso se tornará impossível depositar lixo no mesmo.



Figura G2. Local de descarte de RCC



Figura G3. Altura do aterro

O chorume também é um elemento marcante encontrado no aterro sanitário, esse chorume segundo o responsável tem uma vazão que pode chegar a 25 l/s. O gás gerado pelo aterro também é outra substância marcante, porém não é utilizado com seu potencial total, já

que segundo o responsável essa substância poderia ser empregada na geração de energia, no entanto o que ocorre é a queima 24 horas por dia (Apêndice G, Figura G4).



Figura G4. Queima de gás

APÊNDICE H. Acompanhamento fotográfico da utilização dos blocos sextavados aplicado em calçada movimentada



Figura H1. Acompanhamento dos desgastes dos blocos



Figura H2. Acompanhamento dos desgastes dos blocos

ANEXO A. Localização RNV Resíduos



Figura A1. Localização RNV Resíduos
Fonte: Google Earth

ANEXO B. Localização do Aterro Sanitário



Figura B1. Localização do aterro sanitário de Goiânia-GO
Fonte: Google Earth

**USO DE RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA FABRICAÇÃO DE CALÇADAS
EM GOIÂNIA – GO**

**SILVA, Leonardo Oliveira¹; NASCIMENTO,
Cristiane Roldan de Carvalho²**

¹Aluno do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA. ²Professora orientadora Mestra do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA.

Atualmente uma grande parte do resíduo da construção civil não é reaproveitado, e ainda existe o direcionamento para local incorreto. Diante disso, o trabalho busca possibilitar o impulsionamento do uso do resíduo da construção civil, perante as diversas aplicações que o mesmo pode ser empregado, voltado mais especificamente na confecção de calçadas. Buscando uma base para um melhor entendimento do emprego desse resíduo, pesquisas científicas e normas que embasam e delimitam esse pensamento foram feitas, assim como visitas em locais cabíveis a fim de assegurar uma conclusão mais precisa dos resultados, além dessa metodologia, o concreto ainda foi submetido a ensaio de resistência. Considerando que esse material tem o fim não estrutural, o produto constituído desse resíduo ainda foi exposto a ações do cotidiano e acompanhado durante 55 dias observando seu comportamento. Após esse ser caracterizado, os resultados encontrados, foram os esperados, admitindo que esse resíduo ainda não é utilizado em seu potencial máximo, apesar de sua resistência ser aceitável para o fim que o trabalho se propôs, e seu preço tanto de descarte como de compra ser economicamente atrativo. A economia da troca do agregado de RCC no lugar do convencional pode alcançar cerca de 87 reais para a brita e 57 para areia em cada tonelada substituída. Por conseguinte, o emprego desse resíduo considerando todos os aspectos levantados é algo relevante e necessita da ampliação. Mais estudos como esse podem servir como base para que se confirme ainda mais os benefícios desse reaproveitamento.

PALAVRAS CHAVES: Não Estrutural. Reaproveitamento. Resíduo. Resistência.