

UNIEVANGÉLICA – CAMPUS CERES

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ANIELLY IASMIN NUNES LIMA

**AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DO CONCRETO COM
SERRAGEM**

PUBLICAÇÃO N°: XXXXXX

CERES / GO

2020

ANIELLY IASMIN NUNES LIMA

**AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DO CONCRETO COM
SERRAGEM**

PUBLICAÇÃO Nº: XXXXX

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA.**

ORIENTADOR: JANAINÉ MONICA OLIVEIRA

CERES / GO: 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

LIMA, ANIELLY IASMIN NUNES.

Avaliação do Comportamento Mecânico do Concreto com Serragem
(UniEVANGÉLICA, Bacharel, Engenharia Civil, 2020).

TCC - Unievangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Serragem

2. Recursos Naturais

3. Agregado

4. Reaproveitamento

I. ENC/UNI

II. Título (Série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LIMA, A. I. N. Avaliação do Comportamento Mecânico do Concreto com Serragem. TCC, Publicação ENC. PF-001A/07, Curso de Engenharia Civil, Unievangélica, Ceres, GO, 18p. 2020.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: AnIELly Iasmin Nunes Lima

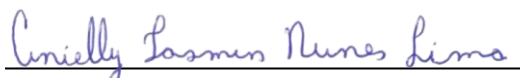
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

Avaliação do comportamento mecânico do concreto com serragem.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2020

É concedida à Unievangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



AnIELly Iasmin Nunes Lima

Rua Limeira, N° 50

76350-000 - Rubiataba/GO - Brasil

ANIELLY IASMIN NUNES LIMA

**AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DO CONCRETO COM
SERRAGEM**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.**

APROVADO POR:

**JANAINE MONICA OLIVEIRA, Mestre (Centro Universitário de Anápolis –
UniEVANGÉLICA, Campus Ceres)
(ORIENTADOR)**

**LUIZ TOMAZ DE AQUINO NETO, Especialista (Centro Universitário de Anápolis
– UniEVANGÉLICA, Campus Ceres)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**VILSON DALLA LIBERA JUNIOR, Mestre (Centro Universitário de Anápolis –
UniEVANGÉLICA, Campus Ceres)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: CERES/GO, 08 de dezembro de 2020.

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DO CONCRETO COM SERRAGEM

Anielly Iasmin Nunes Lima¹
Prof.Ma.Janaine Monica Oliveira ²

RESUMO

O dia 22/08/2020, foi o Dia de Sobrecarga da Terra, data em que os recursos naturais disponíveis para este ano se esgotaram, a partir desta data consumimos além do que a Terra é capaz de repor. Diante deste fato torna-se imprescindível a conscientização, para uso consciente dos recursos e acerca do reaproveitamento dos mesmos. A construção civil é hoje uma das maiores contribuintes em geração de resíduos sólidos, mas pode também se tornar uma pioneira no uso de materiais reciclados, novas tecnologias surgem cada vez mais rápido, buscando fazer com que o impacto ambiental seja o menor possível. Neste trabalho foi estudado a viabilidade do uso da serragem em substituição parcial do agregado miúdo, analisando a resistência do concreto e comparando os resultados do traço padrão com aqueles que possuem as substituições de 0,5%, 1% e 1,5%. Os resultados obtidos mostram que com pequenas porcentagens de substituições existe a possibilidade de fazer uso deste novo material na construção civil.

Palavras-chave: Serragem. Recursos naturais. Agregado. Reaproveitamento.

¹ Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: anielly_iasmin@hotmail.com

² Mestre, professora do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: monica.janaine@gmail.com

SUMÁRIO

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 7 |
| 2 | MATERIAL E MÉTODOS | 8 |
| 21 | SERRAGEM | 8 |
| 22 | TRAÇO PADRÃO E TRAÇOS COM SUBSTITUIÇÕES..... | 9 |
| 23 | GRANULOMETRIA DA AREIA | 10 |
| 24 | ENSAIO DE COMPRESSÃO | 11 |
| 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 11 |
| 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 16 |
| | REFERÊNCIAS | 17 |

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade é um tema cada vez mais discutido em diversas áreas. O propósito é diminuir o consumo dos recursos naturais trazendo novas soluções, geralmente obtidas do reaproveitamento. Deste modo, além de evitar sobrecarregar o meio ambiente extraindo recursos, se evita que outro material seja descartado nele gerando novos problemas, além do fato de que materiais alternativos podem promover uma redução de custo do orçamento final de uma obra.

O consumo de matéria prima está diretamente relacionado ao aumento da população, dessa forma é natural que a construção civil um dos maiores setores industriais e responsável por desenvolver a sociedade através de infraestruturas e edificações, seja também aquele que mais usufrua e descarte os recursos naturais. De acordo com o ministério do meio ambiente em 2005 a quantidade de resíduos urbanos gerados pela construção constitui de 50 a 70% de todo o montante.

É possível perceber que, com o aumento populacional, a construção civil que já se consolida como uma grande indústria no Brasil, só tende a aumentar. Com isso este setor se torna um grande alvo para o desenvolvimento de novas tecnologias que possam melhorar ainda mais tanto os métodos quanto os materiais que o compõem, seja em uma técnica que permita um trabalho mais rápido ou um aditivo que agregue mais resistência ao cimento por exemplo.

Maciel, et al (2018) afirmam que as primeiras pesquisas analisando a viabilidade do uso de agregados reciclados no concreto foram realizadas por Zordan (1997), ele trabalhou utilizando entulhos da própria construção civil após passarem por uma usina específica para reciclagem dos mesmos e chegou a conclusão que eles são um ótimo acréscimo para concreto não estrutural.

Segundo Corrêa (2009) algumas das medidas necessárias para que se tenha um desenvolvimento sustentável adequado são: Uso de novos materiais na construção; reestruturação da distribuição de zonas residenciais e industriais; aproveitamento e consumo de fontes alternativas de consumo; reciclagem de materiais reaproveitáveis e outros.

Corrêa (2009) descreve que é necessário que a construção cumpra alguns requisitos para que seja considerada sustentável, são eles : a adequação ambiental, viabilidade econômica, justiça social e aceitação cultural, além de se adequar com a ecoeficiência do processo, que envolve a escolha de matérias-primas para ser empregada no ambiente construtivo, visando à diminuição de danos ambientais sejam eles diretos ou indiretos.

No fim de uma obra é comum ter-se restos de tijolos, telhas, pedaços de concreto, que, do canteiro de obras terão como destino o depósito de lixo da cidade onde em grande parte do Brasil não recebem o devido tratamento e geram cada vez mais danos ao meio ambiente. Este fato torna a busca por métodos sustentáveis cada vez mais necessária.

O concreto é o resíduo que mais causa problemas ao meio ambiente, isso porque seu principal componente é o cimento, material com produção muito poluente já que como afirma Pereira et al. (2013), é obtido através da pulverização de clínquer, que gera uma alta emissão de poluentes gasosos.

A iminente necessidade de uma consciência acerca da limitação dos recursos naturais faz com que a construção sustentável cresça a cada dia. Com técnicas mais ecológicas onde os impactos ambientais são significativamente menores, essa área da engenharia civil vem ganhando espaço no mercado consumidor e em pesquisas laboratoriais que vem sendo realizadas para encontrar e desenvolver novos materiais de construção sustentáveis.

As fibras vegetais se tornaram o novo alvo de pesquisas para incorporação do concreto tradicional, nos últimos anos o número de pesquisas verificando sua viabilidade vem crescendo, um exemplo são os experimentos de Ferreira, Globo e Cunha (2008) que

realizaram estudos sobre a influência da substituição de cimento por casca de arroz e encontraram resultados satisfatórios para substituições menores que 20%.

Além da casca de arroz há diversos outros materiais fibrosos que podem ser incorporados ao concreto a fim de aprimorar sua resistência e/ou outra característica, tais como o bambu, casca de café e o pó de serra, popularmente conhecido como serragem, resíduo do manuseio da madeira dos mais diversos setores: construção civil, construção naval, movelaria, etc. Hilliget al. (2006) classificam o resíduo industrial da madeira em três tipos: serragem, cepilho e a lenha. Os autores afirmam ainda que dentre esses, a serragem é o que é gerado em maior quantidade.

Apesar de se tratar de matéria orgânica, a serragem não pode ser descartada sem pudor na natureza, pois pode causar por exemplo problemas na flora local. Isso se deve entre outros fatores ao manejo industrial já sofrido pela madeira que pode resultar em partículas e impurezas na mesma. Por isso Levy (2001) alerta para a cautela na substituição do agregado por material reciclado não ultrapassar 20%, para que a durabilidade não seja comprometida, outro fator para esse cuidado é o fato de que o agregado em si representa grande importância para o concreto quanto a parte estrutural.

Apesar de possuir opções para reaproveitamento o pó de serra, quando simplesmente descartado na natureza, se torna um problema ambiental principalmente em locais com forte presença de indústria moveleira, como é o caso da cidade de Rubiataba, cidade no interior de Goiás. A cidade é um importante polo moveleiro do Vale do São Patrício, com diversas marcenarias espalhadas por ela. Mas ainda não se tem uma solução para o descarte adequado. Adicionalmente, considerando que as indústrias madeireiras apresentam baixo rendimento e geram grande quantidade de resíduos, que dispersos ao meio ambiente podem trazer sérios problemas de poluição (Dutra; Nascimento, 2005).

O presente trabalho pretende então examinar as propriedades presentes no concreto com adição de serragem, analisando o desempenho mecânico com o do concreto tradicional sem adição, avaliando a influencia que diferentes porcentagens de substituição podem gerar, e por fim constatar se há a viabilidade de utilizar este material na construção civil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Effting (2014) afirma que entre 60% e 80% do volume do concreto é ocupado pelos agregados como areia e brita, que mesmo sendo considerados materiais inertes são responsáveis por boa parte da resistência do concreto. Decidiu-se assim que a substituição da fibra ocorreria em um dos agregados, no caso escolheu-se a areia.

A análise experimental foi realizada no laboratório de materiais do Centro Universitário de Anápolis- UniEVANGÉLICA, Campus Ceres, tendo como principal foco a redução parcial do agregado miúdo incorporando o pó de serra no concreto nas proporções de 0,5%; 1% e 1,5% em relação a massa da areia. A porcentagem foi escolhida baseando-se nos experimentos realizados por Santos e Carvalho (2019) em que substituindo parte do cimento pela serragem encontrou valores satisfatórios na proporção de 1% e acreditam que valores percentuais inferiores podem gerar melhores valores de resistência à compressão.

2.1 SERRAGEM

A serragem utilizada foi fornecida por uma empresa local que atualmente não possui planos para o descarte adequado. O material foi utilizado nas misturas em seu estado *in natura* como mostra a Figura 1, assim sendo, não foi feita a moagem e ensaio de

granulometria da amostra. Em seu estado natural as dimensões são mais semelhantes às dos agregados utilizados, que foram os substituídos para a pesquisa.

Figura 1- Serragem utilizada



Fonte: Próprio Autor (2020)

Determinou-se o teor de umidade da serragem em estufa a 105° até constância da massa. Conhecer o teor de umidade é parte fundamental de uma construção, a quantidade de água presente em um determinado material diz muito a respeito das propriedades do mesmo, por exemplo, quando feito com solos essa quantidade pode determinar a plasticidade da argila ou ainda a facilidade para compactar aquele solo. Com os outros materiais não é diferente, principalmente em materiais reutilizados, é importante conhecer a umidade do material e saber assim se ele absorverá muita água da mistura e provocar alterações nos resultados para além do esperado.

2.2 TRAÇO PADRÃO E TRAÇOS COM SUBSTITUIÇÕES

O traço utilizado foi determinado de GARCEZ et al (2013), do qual foi utilizado o traço padrão de 1:2:1,2 (cimento: areia: brita em massa), as substituições foram realizadas no agregado miúdo, nas proporções de 0,5%, 1% e 1,5%.

As quatro famílias foram denominados da seguinte forma: T1 (padrão), T2 (0,5%), T3 (1%), T4 (1,5%). Para cada um deles foram moldados 3 corpos de prova, que foram utilizados para o ensaio de comportamento mecânico para análise da resistência à compressão axial as medidas apresentadas no quadro 1 foram as utilizadas na betoneira na preparação da mistura acrescidos de 1% de plastificante em cada família.

A relação água/cimento (A/C) utilizada foi baseada nos experimentos de Santos e Carvalho (2019), ao realizarem os ensaios com o pó de serra como substituto parcial para o concreto utilizaram um A/C de 0,44, como neste ensaio a substituição ocorreu no agregado miúdo e com a amostra em seu estado natural a relação utilizada foi de 0,50, o que possibilitou maior coesão da massa de concreto.

O quadro 1 apresenta a mistura realizada em cada tratamento.

Quadro 1 – Tratamentos do concreto

| Tratamento | Corpo de Prova | Aglomerante | | Agregado Miúdo | | | | Agregado Graúdo | |
|------------|---------------------|-------------|-------------|----------------|-------------|----------|-------------|-----------------|-------------|
| | | Cimento | | Areia | | Serragem | | Brita | |
| | | Traço | Medida (kg) | Traço | Medida (kg) | Traço | Medida (kg) | Traço | Medida (kg) |
| T1 | CP 01 À CP 03 | 1 | 3 | 2 | 6 | 0 | 0 | 1,2 | 3,6 |
| T2 | CP 04 À CP 06 | 1 | 3 | 2 | 5,7 | 0,5 | 0,3 | 1,2 | 3,6 |
| T3 | CP 07 À CP 09 | 1 | 3 | 2 | 5,4 | 1 | 0,6 | 1,2 | 3,6 |
| T4 | CP 10 À CP 12 | 1 | 3 | 2 | 5,1 | 1,5 | 0,9 | 1,2 | 3,6 |

Fonte: Próprio Autor (2020)

As misturas foram realizadas com auxílio de uma betoneira para melhor homogeneização. A mistura padrão foi realizada primeiro e logo em seguida as misturas com substituições, todas de acordo com a NBR 12655/2006 (Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento).

Os corpos de prova foram confeccionados em moldes cilíndricos nas dimensões de 10 x 20 cm (diâmetro x altura), seguindo as orientações da ABNT NBR 5738:2003, foi realizado em cada um o adensamento manual com 25 golpes, a fim de que a mistura se adequasse melhor ao molde, ocupando todos os espaços para a obtenção de melhores resultados. Os corpos de prova permaneceram em cura úmida até o momento do ensaio.

2.3 GRANULOMETRIA DA AREIA

Para determinar o diâmetro predominante da areia utilizada nos traços foi realizada sua análise granulométrica, seguindo as orientações das normas NBR NM 248/2003 (Agregados - Determinação da composição granulométrica) e NBR 7211/2019 (Agregados para concreto – Especificação). Na figura 2 tem-se uma imagem da areia utilizada para as misturas e consequentemente a utilizada na análise granulométrica

Figura 2- Areia



Fonte: Próprio Autor (2020)

2.4 ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

A resistência à compressão do concreto é considerada a propriedade mais importante do concreto, pois através dela as normas técnicas nacionais e internacionais associam as demais resistências e propriedades mecânicas, como o módulo de elasticidade, fluência e etc. (ALMEIDA, 2012).

O teste de compressão foi realizado aos 28 dias com a utilização de uma prensa hidráulica manual, os 3 corpos de prova de cada tratamento foram preparados e rompidos seguindo as orientações da NBR 5739/2018 (Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos) para garantir a máxima qualidade e precisão do ensaio.

A figura 3 mostra um corpo de prova, de traço padrão (T1), na prensa, pronto para realizar o ensaio.

Figura 3- Ensaio sendo realizado



Fonte: Próprio Autor (2020)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de umidade encontrado para a serragem foi de 0,1%, conforme mostrado na tabela 1. Considerando uma umidade relativa do ar entre 60% e 90%, pode-se dizer que a umidade de equilíbrio da madeira deve ficar entre 10% e 18% (Yamaji; Bonduelle, 2004). Assim com o resultado encontrado percebe-se que o material é muito seco, por isso não passou por processo de secagem antes de ser utilizado nas misturas.

Tabela 1 – Teor de umidade

| | Valor | Temperatura |
|------------------------|--------------|--------------------|
| Massa Recipiente | 1379g | - |
| Massa amostra | 21,5g | - |
| Estufa | - | 105° |
| Massa total pós estufa | 1399,1g | - |
| Umidade | 0,1% | - |

Fonte: Próprio autor (2020)

A distribuição granulométrica dos agregados miúdos permite a classificação deste agregado e a determinação do seu módulo de finura. Os resultados obtidos no ensaio estão apresentados no quadro 2.

Quadro 2- Análise granulométrica da areia

| Abertura (mm) | Massa retida (g) | % retida simples | % retida acumulada | % passante acumulada |
|---------------|------------------|------------------|--------------------|----------------------|
| 4,75 | 27,7 | 1,85 | 1,85 | 98,15 |
| 2,36 | 413,1 | 27,54 | 29,39 | 70,61 |
| 2,00 | 23,8 | 1,59 | 30,97 | 69,03 |
| 1,18 | 453,1 | 30,21 | 61,18 | 38,82 |
| 0,6 | 353,4 | 23,56 | 84,74 | 15,26 |
| 0,3 | 153,6 | 10,24 | 94,98 | 5,02 |
| 0,15 | 44,2 | 2,95 | 97,93 | 2,07 |
| 0,75 | 23,4 | 1,56 | 99,49 | 0,51 |
| FUNDOS | 7,7 | 0,51 | 100,00 | 0,00 |
| TOTAL | 1500 | 100,00 | - | - |

Fonte: Próprio Autor (2020)

De acordo com o quadro 2, é possível verificar que a areia utilizada é uma areia grossa com módulo de finura 4. Por meio da NBR 7211 podemos classificar a areia utilizada como grossa, uma vez que a maior porcentagem retida da amostra está entre as peneiras 0,6 e 2.

Tabela 2 – Classificação da areia segundo a NBR 7211.

| Classes | Peneiras retidas |
|--------------|---------------------|
| Areia Fina | Entre 0,06 e 0,2 mm |
| Areia Média | Entre 0,2 e 0,6 mm |
| Areia Grossa | Entre 0,6 e 2 mm |

Fonte: Próprio Autor (2020)

No concreto, a consistência e a trabalhabilidade dependem da sua composição, e, em particular, da quantidade de água, da granulometria dos agregados, da presença de aditivos e etc (ANDOLFATO, 2002). Para garantir essa trabalhabilidade necessária é preciso garantir a consistência adequada para cada serviço, em outras palavras, a partir da consistência do concreto é que se determina a facilidade com que este material será colocado numa forma por exemplo.

O ensaio de abatimento, o *slump test*, foi realizado logo após cada mistura sair da betoneira, os resultados foram apresentados no quadro 3, e a foto do ensaio está presente na figura 4.

Quadro 3- Resultado do abatimento.

| TRATAMENTO | ABATIMENTO (mm) |
|------------|-----------------|
| T1 | 20 |
| T2 | 0 |
| T3 | 10 |
| T4 | 5 |

Fonte: Próprio Autor (2020)

Figura 4- Abatimento do concreto.



Fonte: Próprio Autor (2020)

Pode-se notar por meio do quadro 3 que o acréscimo de serragem no concreto fez com que houvesse diminuição do abatimento, tornando o concreto mais seco, este fato pode ser explicado devido ao seu baixo teor de umidade demonstrado após o ensaio de teor de umidade. Sendo um material mais seco, absorveu mais água durante a mistura.

De acordo com a NBR 8953:2015 - Concreto para fins estruturais-classificação pela massa específica, por grupo de resistência e consistência, podemos classificar a mistura dos tratamentos como S10 com as seguintes aplicações típicas: Concreto extrusado, vibroprensado ou centrifugado. Para que fosse utilizado como concreto estrutural com lançamento convencional seria necessário um slump entre 100 e 160.

Após realizado o ensaio de compressão para todos os traços aos 28 dias, os resultados foram listados no quadro 4.

Quadro 4- Valores da resistência à compressão

| TRATAMENTO | RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO- (MPa) | | | |
|------------|---------------------------------|------------------|------------------|-------------------|
| | Corpo de prova 1 | Corpo de prova 2 | Corpo de prova 3 | Resistência média |
| T1 | 19,9 | 10,9 | 18,8 | 16,5 |
| T2 | 2,05 | 1,6 | 1,8 | 1,8 |
| T3 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 |
| T4 | 0,69 | 0,65 | 0,36 | 0,6 |

Fonte: Próprio Autor (2020)

É possível notar rapidamente que a amostra com maior traço de substituição, T4, foi o que apresentou menor resistência, uma suposição para este fato ter ocorrido é que como esse traço apresenta maior quantidade de serragem, as substâncias presentes nesta, tais como hemicelulose, amidos, ligninas, podem ter contribuído para que o tempo de pega ocorresse de forma tardia. Para calcular o tempo de pega seria necessário outro ensaio com equipamento adequado, . Para a determinação do tempo de pega utiliza-se normalmente a agulha de Vicat [...]O ensaio da agulha de Vicat encontra-se estabelecido na norma NBR 9997. (Ferreira et al, 2005).

Outro fato observado é que mesmo as outras amostras com traços menores de substituição não se aproximaram dos valores de resistência do traço padrão, ficando muito distantes. Este acontecido pode estar relacionado ao fator A/C, pois, não foi levado em consideração para a determinação do traço o grau de absorção de água da serragem e que quanto maior ela estivesse presente maior seria a necessidade de água.

Um detalhe observado foi que no momento da ruptura das amostras no ensaio, aquelas do traço 0 tiveram rachaduras de um lado ao outro, enquanto todos os traços com substituições não tiveram, porém sofreram um leve amassado na parte superior do corpo de prova o que fez com que a prensa não aumentasse os valores a que o corpo estava resistindo. Este fato pode ser observado nas figuras 5 e 6.

Figura 5- Corpo de prova traço padrão rompido.



Fonte: Próprio Autor (2020)

Figura 6- Corpos de prova com substituições rompidos



Fonte: Próprio Autor (2020)

Na figura 6 os corpos de provas com substituições são os mais escuros, os outros são de ensaios de outros estudantes, mas é possível observar que estão praticamente intactos, exceto pelas extremidades que foram amassadas na prensa e se soltaram depois. A Figura 7

mostra o corpo de prova com serragem estava na prensa após o termino do teste para mostrar que não houve ruptura e o amassado na parte superior.

Figura 7- Corpo de prova traço 1% de substituição



Fonte: Próprio Autor (2020)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados obtidos nota-se a possibilidade da utilização da serragem no concreto, porém com mais estudos a respeito, aprofundando-se mais sobre o assunto e realizando testes mais precisos. Com o traço atual pode-se utilizar o concreto em obras menores e para fins não estruturais. Possivelmente em um ensaio que os traços possuam o fator A/C proporcional com a quantidade de serragem adicionada os valores de resistência melhorem consideravelmente, ou ainda, em um traço utilizando para o fator o valor de 0,55 como sugerido foi observado somente posteriormente também é possível que os resultados sejam mais favoráveis.

O traço utilizado também pode ser mudado se utilizada uma quantidade de areia próxima ao concreto acredita-se que os resultados melhores, uma sugestão seria o traço de 1:1,3:1,2 com o A/C já mencionado de 0,55. Quanto a fibra há a possibilidade de utilizá-la moída, porém com uso de equipamentos específicos como um Moinho Triturador para Fibras ou afins.

Seria valioso se em futuros ensaios avaliassem a taxa de resistência do concreto com a serragem a longo prazo, acredita-se que se o tempo de pega for cuidadosamente estudado pode-se analisar que por se tratar de um concreto com fibras este tenha um aumento na resistência destoante do concreto tradicional.

As amostras não foram pesadas nem antes nem após a cura, porém manualmente elas apresentam uma clara diferença de peso, a madeira torna o concreto um material mais leve.

O concreto obtido com o traço atual não atendeu às expectativas porém não significa que o mesmo seja inutilizável, em uma obra menor, que não possua grandes cargas, como uma casa residencial ele pode funcionar bem, claro que realizando testes necessários para assegurar a segurança dos moradores

Portanto, pode-se concluir que o concreto com adição de serragem pode sim ser futuramente utilizado pela construção civil. Fazendo novos ensaios com as considerações feitas é possível encontrar um material ecologicamente correto e com varias vantagens além da econômica, como a leveza do material que pode significar em redução de custo na obra, e melhoria para a mesma.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. M. **Análise do módulo de elasticidade estático e dinâmico do concreto de cimento Portland através de ensaios de compressão simples e de frequência ressonante.** 2012. 213 p. Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

ANDOLFATO, R. P. Controle tecnológico básico do concreto. **Núcleo de ensino e pesquisa da alvenaria estrutural- NEAPE.** Universidade Estadual Paulista – UNESP, Ilha Solteira - SP, 2002.

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

_____**ABNT NBR 12655** – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento. ABNT, Rio de Janeiro, 2015.

_____**ABNT NBR 5739** – Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. ABNT, Rio de Janeiro, 2018.

_____**ABNT NBR 7211** – Agregados para concreto - Especificação. ABNT, Rio de Janeiro, 2019.

_____**ABNT NBR NM 248** – Agregados - Determinação da composição granulométrica. ABNT, Rio de Janeiro, 2003.

_____**ABNT NBR NM67** – Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. ABNT, Rio de Janeiro, 1998.

BRASIL. Ministério das Cidades. Ministério do Meio Ambiente. **Área de manejo de resíduos da construção e resíduos volumosos: orientação para o seu licenciamento e aplicação da Resolução Conama 307/2002.** 2005b.

CORREIA, L. R. **Sustentabilidade na construção civil.** Monografia - UFMG - MG, Belo Horizonte, 2009. 70p.

DUTRA, R. I. J. P.; NASCIMENTO, S. M. **Resíduos de Indústria Madeireira: Caracterização, consequências sobre o meio ambiente e opções de uso.** Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal, n. 5, jan. 2005.

EFFTING, C. **Laboratório de Materiais de Construção-II-1ª parte – Agregados.** Notas de aula. Joinville, 2014.

FERREIRA, L. C., IBANHEZ, R., CABRAL, E. O., & MICHELAZZO, A. J. **Tempo de pega e trabalhabilidade de concretos refratários.** Congresso Brasileiro de Cerâmica- São Pedro, SP, 2005.

FERREIRA, R.C.; GOBO, J.C.; CUNHA, A.H.N. **Incorporação de casca de arroz e de braquiária e seus efeitos nas propriedades físicas e mecânicas de tijolos de solo-cimento.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.28, n.1, p. 1-11, 2008.

FONTES, P. J. P. **Auto-suficiência energética em serraria de Pinus e aproveitamento dos resíduos**. 1994. Dissertação (Mestrado do curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 1994.

GARCEZ, M. R.; SANTOS, T.; GATTO, D.A. Avaliação das propriedades físicas e mecânicas de concretos pré-moldados com adição de serragem em substituição ao agregado miúdo. **Ciência & Engenharia**, v. 22, n. 2, p. 95-104, 2013.

HILLIG, É.; SCHNEIDER ET al. **Resíduos de madeira da indústria madeireira – caracterização e aproveitamento**. ENEGEP - CE, Fortaleza, 2006. 07p.

LEVY, S.M. **Contribuição ao Estudo da Durabilidade de Concretos Produzidos com Resíduos de Concreto e Alvenaria**. Tese de doutorado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo – SP, 2002.

MACIEL, C. C. C.; VOUGADO, I. S.; MARQUES, C. S. A.; et al. **O pó de serra de madeira utilizado como agregado fino na utilização de concreto para pavimentação em vias de tráfego leve**. ConReSol. Gramado – Rio Grande do Sul, 2018.

PEREIRA, A. C. et al. **Cimento portland**. 19p. Universidade Do Estado De Mato Grosso, Sinop, 2001.

SANTOS, M. M. M.; CARVALHO, P. L. **Análise da resistência do concreto estrutural com substituição parcial do cimento por pó de serra**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA, Goiânia, 2019.

YAMAJI, F. M.; BONDUELLE, A. **Utilização da serragem na produção de compósitos plástico-madeira**. Revista Floresta, v.34, p.59-66, 2004.

ZORDAN, S. E. **A Utilização de Entulho como Agregado, na Confecção do Concreto**. Dissertação de Mestrado. Departamento Saneamento e Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 1997