

FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATERIAIS

DEFESA DE DISSERTAÇÃO

MARCO DE OLIVEIRA VARGAS FRANCISCO

marcoresidencial@bol.com.br

**ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS EM CONCRETOS
PARA APLICAÇÕES NÃO ESTRUTURAIS**

Orientador: Prof. Dr. Ricardo de Freitas Cabral

SUMÁRIO

1 – COMPOSIÇÃO DA BANCA

2 – INTRODUÇÃO

3 – OBJETIVO

4 – JUSTIFICATIVA

5 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

6 – MATERIAIS

7 – MÉTODOS

8 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

9 – CONCLUSÕES

10 – TRABALHOS FUTUROS

COMPOSIÇÃO DA BANCA

- ▶ Titular Presidente: Prof. Dr. Ricardo de Freitas Cabral, UniFOA;
- ▶ Titular externo: Profa. Esoly Maria Madeleine Bento dos Santos, Uff.
- ▶ Titular interno: Prof. Dr. Luiz de Araújo Bicalho, UniFOA;
- ▶ Suplente externo: Prof. Dr. Eduardo de Sousa Lima, IME;
- ▶ Suplente interno: Prof. Roberto de Oliveira Magnago, UniFOA

VOLTA REDONDA, 03 DE MARÇO DE 2017

INTRODUÇÃO

A construção civil é o maior gerador de resíduo de toda sociedade, além de ser responsável por cerca de 40% do consumo de recursos naturais extraídos do globo terrestre.

Os agregados reciclados variam de acordo com a sua origem, sendo os obtidos através de demolição e relacionados a obras civis bastante heterogênea o que cria uma dificuldade a sua triagem.

Em Países como Holanda e Japão, a sustentabilidade é amplamente aplicada na produção de materiais reciclados , sobretudo dos resíduos de construção.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção de entulho é da ordem de 0,55t por hab./ano.

A cidade de São Paulo, que gera 0,5t por hab./ano e recicla apenas 10% desse total.

Esses indicadores demonstram a necessidade de investimento para que se aumente a porcentagem efetiva reciclada, diminuindo assim os problemas causados à população e ao meio ambiente.

INTRODUÇÃO

Pesquisadores como Butler (2003) verificou o potencial do resíduo de concreto quando reciclado, por possuir uma grande quantidade de partículas de cimento não hidratada conseguindo resultados de resistência à compressão e a tração superiores aos conseguidos com agregados naturais

INTRODUÇÃO

Estimativa de Residuo da Construção Civil em alguns países

Posição	País	Milhões t/ano	Kg/hab./ano	Fonte
1	Estados Unidos	136 - 171	463 - 584	EPA (1998)
2	Alemanha	79 - 300	963 - 3.658	União Européia (1999)
3	Japão	99	785	Kasai (1998)
4	Reino Unido	50 - 70	880 - 1.120	Detr (1998) e Lauritzen (1998)
5	Brasil	31	230 760	Abrelpe (2011)
6	Holanda	12,8 - 20,2	820 - 1.300	União Européia(1999)
7	Portugal	3,2 - 4,4	325 - 447	Marques Neto (2009)
8	Suécia	1,2 - 6	136 - 680	União Européia (1999)

OBJETIVO

Neste contexto surgiu a oportunidade de estudar a elaboração de um concreto compósito com a mistura de areia industrial, onde suas propriedades de resistência sejam equilibradas para a sua aplicação não estrutural

JUSTIFICATIVA

Nos últimos anos, a construção civil vem tentando aperfeiçoar técnicas no que se refere a redução de desperdício, com a implantação de planos de gerenciamentos de gestão de qualidade com aproveitamento de quase 100% dos resíduos gerados em obras, minimizando assim o impacto ambiental e contribuindo para a redução do uso de matéria-prima.

JUSTIFICATIVA

O presente estudo deve-se ao fato de justificar as imensas mudanças por que vem passando a indústria da construção civil no Brasil.

A resolução nº 307 do CONAMA, na tentativa de ajustar-se ambientalmente e socialmente veio para agregar valores econômicos a produtos que não tinham valores e nem destino adequado para seu descarte.

REVISÃO BIBLIOGRAFICA

A Indústria da Construção Civil desenvolve uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento social e econômico, mas também se comporta como uma grande geradora de impactos ambientais ocasionando um consumo de **20 a 50%** dos recursos naturais.

REVISÃO BIBLIOGRAFICA

O crescente consumo de agregados naturais juntamente com a crescente produção de resíduo de construção e as diretrizes da resolução nº 307 do **CONAMA** e da **Política Nacional de Resíduos Sólidos**, têm levado à consolidação de técnicas de reciclagem desses materiais.

REVISÃO BIBLIOGRAFICA

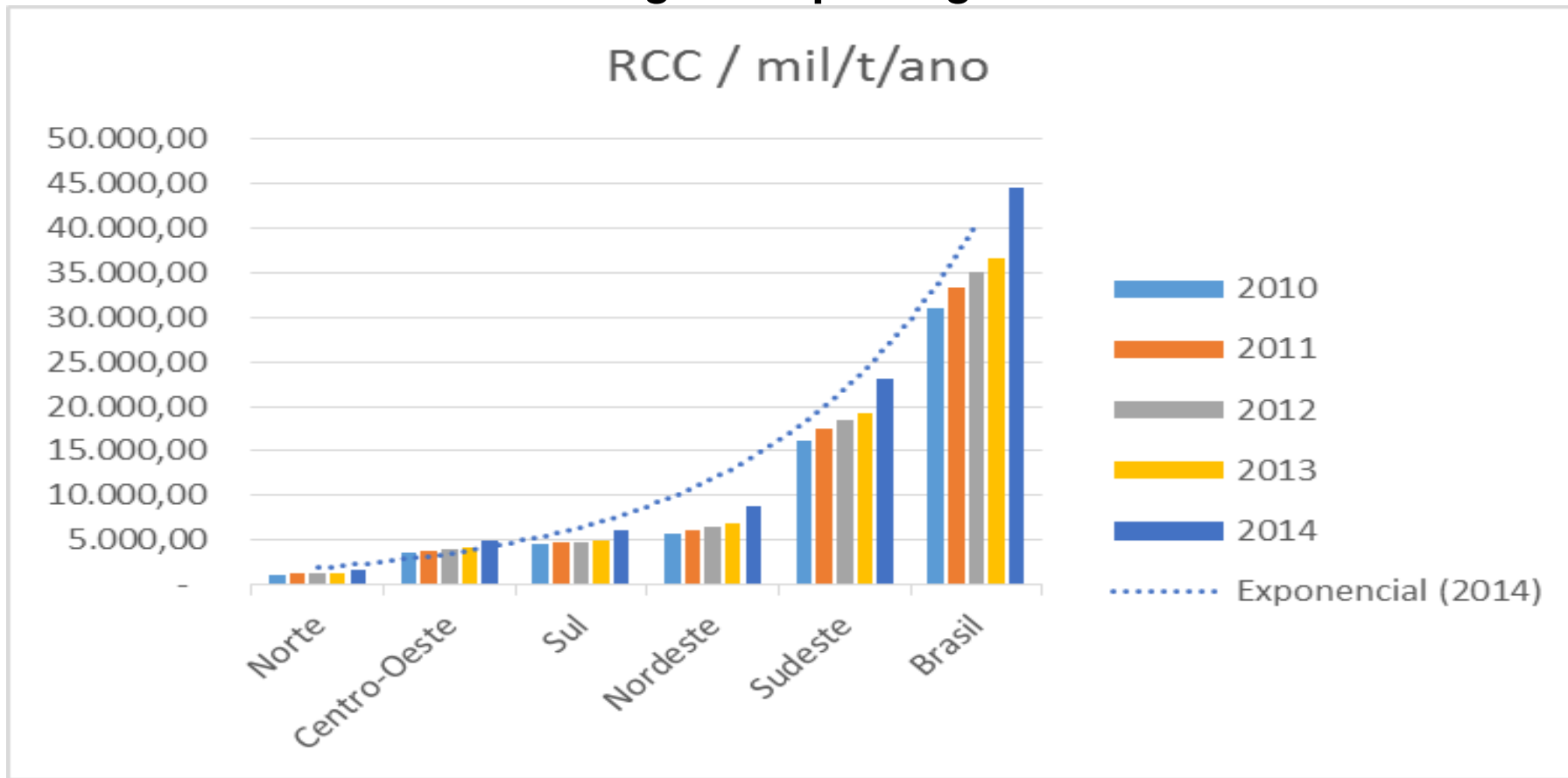
A aplicação desses resíduos na construção civil onde apresenta potencial para absorver este resíduos, podemos destacar alguns exemplos que tem sido citado por diversos autores nos quais destacamos os principais:

REVISÃO BIBLIOGRAFICA

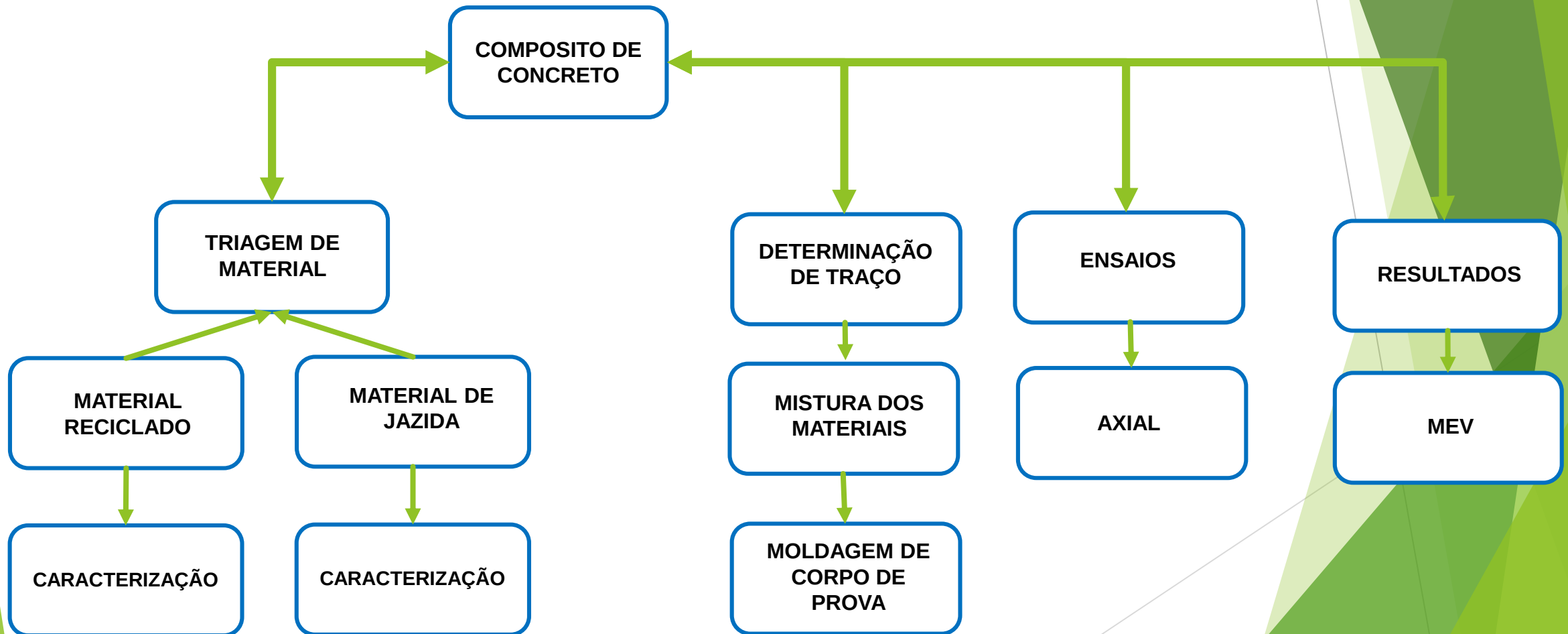
- ▶ Camada de base e sub-base para pavimentação
- ▶ Cobertura primaria de vias
- ▶ Fabricação de argamassas de assentamento e revestimento
- ▶ Fabricação de concretos
- ▶ Fabricação de pré-moldados (blocos, meio-fio, intertravados, entre outros)
- ▶ Utilização em camadas drenantes

REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Total de RCC gerado por região no Brasil



MATERIAIS E MÉTODOS



MATERIAIS

► Cimento

Material caracterizado como um pó fino, com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, que endurece sob a ação da água sendo capaz de endurecer e conservar sua estrutura, mesmo em contato novamente com a água.

O cimento utilizado foi o CP-V (ARI) – **Votorantim**, comprado no comércio local.

MATERIAIS

► Agregados Naturais

Representam cerca de 80% do peso do concreto e tem uma influencia benéfica quanto à retração e a resistência, tamanho, densidade e a forma dos seus grãos e podem definir várias das características desejadas em um concreto.

MATERIAIS

► Agregados Naturais

Outro fator que define a classificação dos agregados é a sua massa específica aparente, onde podemos dividir nas seguintes classificações:

- Agregados leves (argila expandida, pedra-pomes, vermiculita)
- Agregados normais (pedras britadas, areia, seixos)
- Agregados pesados (hematita, magnetita, barita)

MATERIAIS

► Agregados Naturais

Também podemos classificar os agregados quanto a sua origem, onde podemos definir como natural ou artificial.

- Natural: quando é encontrado na natureza pronto para ser utilizado como exemplo temos (seixos rolados, areia extraída de rios ou barrancos)
- Artificial: quando temos um processo de industrialização para sua comercialização

A brita utilizada foi adquirida da **Pedreira Santa Luzia**, localizada na Estrada Albertina Alves Gomes s/n – Fazenda Espigão – Itaguaí RJ

A areia de jazida foi comprada no **comércio local de VR**

MATERIAIS

► Agregado Reciclado (areia industrial)

A areia industrial ou areia artificial é um produto derivado da rocha que passa por um processamento de britagem até atingir a granulometria desejada.

São constituídas essencialmente de quartzo, tendo como impureza óxido de ferro, minerais pesados e argilas.

MATERIAIS

► Agregado Reciclado (areia industrial)

Areia Média grossa (0,075 – 4,80) mm: Concretos estruturais confeccionados em obras, pré-fabricados e serviços que são utilizados os concretos em geral.

MATERIAIS

► Agregado Reciclado (areia industrial)

A areia industrial é considerada um produto alternativo com melhor custo/benefício. Se diferem bastante por suas propriedades físicas e químicas enquanto as areias naturais somente por propriedades físicas.

A areia industrial foi adquirida da pedreira **PEDRA SUL** – **PETRA** situada na Rodovia Presidente Dutra KM 189 – Queimados - RJ

MATERIAIS

► Água

A água é um componente fundamental do concreto, responsável pelas reações de endurecimento e usada na cura.

A água representa em torno de 20% do volume de um concreto.

A água utilizada foi da rede de abastecimento do **SAAE de VR**

MÉTODOS

► Traço

Caracteriza pelo proporcionamento dos materiais que compõe o concreto.

Podemos determinar o traço em **peso** e em **volume** com referencia ao **Kg de cimento**, ao **consumo em m³** e ao **saco de cimento**.

MÉTODOS

► Traço

O estudo experimental partiu da avaliação preliminar da mistura em betoneira do traço 1:2:3 em volume, referido ao litro de cimento.

A proporção de substituição do agregado miúdo areia de jazida por areia industrial nas proporções da tabela abaixo:

% de areia industrial substituição da areia de jazida	Traço
0	1:2:3
25	1:2:3
50	1:2:3
75	1:2:3
100	1:2:3

MÉTODOS

► Moldagem

De acordo com a **NBR 5738 (ABNT,2015)** foram adotadas para este experimento o molde cilíndrico com dimensões básicas de 100X200 mm com duas camadas e aplicação de 12 golpes por camada.



MÉTODOS

► Cura

Os corpos-de-prova devem ser conservados **imersos em água saturada de cal** ou permanecer em **câmara úmida que apresente na mínimo, 95% de umidade relativa do ar**, atingindo toda a superfície livre, ou ficar **enterrados em areia completamente saturada de água**. A temperatura ambiente deve ser **$(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$** isso determinado pela norma **NBR 9479**.

Em nosso experimento iremos adotar os corpos-de-prova imerso em água saturada de cal.



MÉTODOS

► Ensaio de Compressão

Conforme a norma técnica **NBR 5739 (ABNT,2007)** onde se refere à resistência à compressão de corpos-de-prova de concreto, foi moldado cilindros de 100x200 mm na proporção de três para cada dosagem e idade.

MÉTODOS

► Ensaio de Compressão

Antes de iniciar o ensaio é necessário fazer uma preparação dos equipamentos conforme descrita abaixo:

- Determinar o diâmetro utilizado para o cálculo da área da seção transversal com exatidão de $\pm 0,1$ mm, pela média de dois diâmetros, medidos ortogonalmente na metade da altura do corpo-de-prova;
- Determinar a altura do corpo-de-prova que deve ser medidas sobre seu eixo longitudinal, com precisão de 0,1 mm, incluindo o capeamento;
- Verificar a limpeza da face dos pratos antes do início do ensaio;

MÉTODOS

► Ensaio de Compressão

- A escala de força escolhida para o ensaio deve ser tal que a força de ruptura do corpo-de-prova ocorra no intervalo em que a máquina foi calibrada;
- O carregamento de ensaio deve ser aplicado continuamente e sem choque, com a velocidade de carregamento de $(0,45 \pm 0,15)$ Mpa/s e deve ser mantida constantemente durante o ensaio;
- O carregamento só deve ser finalizado quando houver uma queda de força que indique a ruptura.

MÉTODOS

► Ensaio de Compressão

O corpo-de-prova será submetido a uma prensa hidráulica de carga contínua, até a sua ruptura, obedecendo as idades específicas, com as tolerâncias de tempo descritas abaixo:

Idade do ensaio	Tolerância permitida (h)
24 h	0,5
3 d	2
7 d	6
28 d	24
63 d	36
91 d	48

Fonte: ABNT NBR 5739

MÉTODOS

► Ensaio de Compressão

Os resultados de resistência a compressão deve ser calculado através da seguinte equação abaixo e expresso em Mega Pascal, com três algarismos significativos.

- F_c é a resistência à compressão, em Mega Pascal;
- F é a força máxima alcançada, em newtons;
- D é o diâmetro do corpo-de-prova, em milímetros

$$f_c = \frac{4F}{\pi x D^2}$$

MÉTODOS

► Ensaio de Compressão

Os relatórios de ensaio de corpos-de-prova moldados deve conter no mínimo as seguintes informações conforme NBR 5738.

- Número de identificação do corpo-de-prova;
- Data da moldagem;
- Idade do corpo-de-prova;
- Data do ensaio;
- Dimensões dos corpos-de-prova;
- Tipo de capeamento empregado;
- Classe da máquina de ensaio;
- Resultado de resistência à compressão individual dos corpos-de-prova e do exemplar;
- Tipo de ruptura do corpo-de-prova.

MÉTODOS

► Ensaio de Compressão

Para o ensaio iremos utilizar o seguinte equipamento disponível do laboratório do campus da UniFoa.

Prensa hidráulica de acionamento elétrico Mod. EMIC PCE 100C capacidade 100 tf (100.000 kgf)



MÉTODOS

► Microscopia

A microscopia eletrônica de varredura determina as características dos corpo-de-prova quanto a sua microestrutura retirada de seus fragmentos.

Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV)



RESULTADOS E DISCUSSÕES

Resultados e Discussões 7 dias

- ▶ Nos resultados apresentados observa-se a redução da resistência a compressão do concreto nas proporções de 25% com uma diminuição de 2,14 MPa de média em comparação com o concreto sem adição de material reciclado.
- ▶ Na adição de 50% de agregado reciclado a diferença diminuiu significativamente sendo o seu resultado mais satisfatório com uma diferença de 0,314 MPa em relação com o concreto sem adição de material reciclado.
- ▶ A mistura de 75% de agregado reciclado tem uma grande proximidade com a mistura feita com a proporção de 25%, sendo a diferença de 2,347 MPa para a proporção do concreto sem adição de material reciclado.
- ▶ A mistura com 100% de agregado reciclado teve uma diminuição de resistência na média de 4,474 MPa em comparação com o concreto sem adição de material reciclado, sendo insatisfatória a sua utilização em comparação ao agregado sem adição de material reciclado.

Corpo de Prova	Idade (dias)	% de Mat. Reciclado	Relação de Areia/Cimento	Resistência a Compressão (MPa)	Media da resistência (MPa)	Desvio padrão
1	7	0	1/3	12,40	12,867	0,6429
2		0		13,60		
3		0		12,60		
4		25		10,56	10,763	0,1795
5		25		10,90		
6		25		10,83		
7		50		12,56	12,553	0,2301
8		50		12,78		
9		50		12,32		
10		75		10,83	10,520	0,3005
11		75		10,50		
12		75		10,23		
13		100		7,92	8,393	0,5021
14		100		8,92		
15		100		8,34		

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Resultados e Discussões 7 dias

Corpo de Prova	Idade (dias)	% de Mat. Reciclado	Relação de Areia/Cimento	Resistência a Compressão (MPa)	Media da resistência (MPa)	Desvio padrão
1	7	0	1/3	12,40	12,867	0,6429
2		0		13,60		
3		0		12,60		
4		25		10,56	10,763	0,1795
5		25		10,90		
6		25		10,83		
7		50		12,56	12,553	0,2301
8		50		12,78		
9		50		12,32		
10		75		10,83	10,520	0,3005
11		75		10,50		
12		75		10,23		
13		100		7,92	8,393	0,5021
14		100		8,92		
15		100		8,34		

- Na análise feita do desvio padrão os resultados de melhor desempenho foram em concretos com adição de 25% de material reciclado onde o desvio padrão foi de 0,179 sendo que, o concreto que apresentou melhor resultado em comparação a amostra sem adição de agregado reciclado foi o concreto com adição de 50% onde seu desvio padrão foi de 0,230.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Resultados e Discussões 14 dias

Os resultados apresentados, observa-se a redução da resistência a compressão do concreto nas proporções de 25 % com uma queda de 3,54 MPa de média em comparação com o concreto sem adição do agregado reciclado.

Na adição de 50% de agregado reciclado não houve diferença e sim um ganho de resistência, sendo o seu resultado 0,957 MPa a mais em relação com o concreto sem adição de agregado reciclado.

O resultado da mistura com 75% de agregado reciclado tem uma grande proximidade com a mistura feita com a proporção de 25%, sendo a diferença de 0,907 MPa para a proporção do concreto sem adição de agregado reciclado.

A mistura com 100% de agregado reciclado teve uma queda em média de 3,323 MPa em comparação ao agregado sem adição de material reciclado, sendo insatisfatória a sua utilização em comparação ao agregado sem adição de material reciclado.

Corpo de Prova	Idade (dias)	% de Mat. Reciclado	Relação de Areia/Cimento	Resistência a Compressão (MPa)	Media da resistência (MPa)	Desvio padrão
1	14	0	1/3	15,70	15,570	0,4784
2		0		15,97		
3		0		15,04		
4		25		12,60	12,030	0,5700
5		25		11,46		
6		25		12,03		
7		50		16,89	16,527	0,3166
8		50		16,38		
9		50		16,31		
10		75		9,27	11,123	1,6066
11		75		12,12		
12		75		11,98		
13		100		13,20	12,247	1,4484
14		100		10,58		
15		100		12,96		

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Corpo de Prova	Idade (dias)	% de Mat. Reciclado	Relação de Areia/Cimento	Resistência a Compressão (MPa)	Media da resistência (MPa)	Desvio padrão
1	14	0	1/3	15,70	15,570	0,4784
2		0		15,97		
3		0		15,04		
4		25		12,60	12,030	0,5700
5		25		11,46		
6		25		12,03		
7		50		16,89	16,527	0,3166
8		50		16,38		
9		50		16,31		
10		75		9,27	11,123	1,6066
11		75		12,12		
12		75		11,98		
13		100		13,20	12,247	1,4484
14		100		10,58		
15		100		12,96		

Resultados e Discussões 14 dias

- Na análise feita do desvio padrão os resultados de melhor desempenho foram em concretos com adição de 50% de material agregado onde o desvio foi de 0,316 e sua resistência de 16,527 MPa

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Resultados e Discussões 21 dias

Os resultados apresentados, observa-se a redução da resistência a compressão do concreto nas proporções de 25 % com uma queda de 3,577 MPa de média em comparação com o concreto sem adição do agregado reciclado.

Na adição de 50% de agregado reciclado temos um aumento de resistência sendo o seu resultado mais satisfatório com uma diferença de 1,176 MPa em relação com o concreto sem adição de agregado reciclado.

O resultado da mistura com 75% de agregado reciclado tem uma perda de resistência com a mistura feita, sendo a diferença de 3,897 MPa para a proporção do concreto se adição de agregado reciclado.

A mistura com 100% de agregado reciclado teve uma queda em média de 2,234 MPa em comparação ao agregado sem adição de material reciclado, sendo insatisfatória a sua utilização.

Corpo de Prova	Idade (dias)	% de Mat. Reciclado	Relação de Areia/Cimento	Resistência a Compressão (MPa)	Media da resistência (MPa)	Desvio padrão
1	21	0	1/3	20,19	20,737	0,4744
2		0		20,98		
3		0		21,04		
4		25		16,93	17,160	0,3081
5		25		17,51		
6		25		17,04		
7		50		21,56	21,913	0,3086
8		50		22,13		
9		50		22,05		
10		75		16,97	16,840	0,2427
11		75		16,99		
12		75		16,56		
13		100		18,87	18,503	0,3182
14		100		18,30		
15		100		18,34		

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Corpo de Prova	Idade (dias)	% de Mat. Reciclado	Relação de Areia/Cimento	Resistência a Compressão (MPa)	Media da resistência (MPa)	Desvio padrão
1	21	0	1/3	20,19	20,737	0,4744
2		0		20,98		
3		0		21,04		
4		25		16,93	17,160	0,3081
5		25		17,51		
6		25		17,04		
7		50		21,56	21,913	0,3086
8		50		22,13		
9		50		22,05		
10		75		16,97	16,840	0,2427
11		75		16,99		
12		75		16,56		
13		100		18,87	18,503	0,3182
14		100		18,30		
15		100		18,34		

Resultados e Discussões 21 dias

- Na análise feita do desvio padrão os resultados de melhor desempenho foram em concretos com adição de 75% de material agregado onde o desvio foi de 0,24 sendo que, o concreto que apresentou melhor resultado em comparação a amostra sem adição de agregado reciclado foi o concreto com adição de 50% onde o seu desvio padrão foi em 0,31.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Resultados e Discussões 28 dias

► Nos resultados apresentados, observa-se a redução da resistência a compressão do concreto nas proporções de 25 % com uma queda de 5,61 MPa de média em comparação com o concreto sem adição do agregado reciclado.

► Na adição de 50% de agregado reciclado a diferença diminuiu significativamente sendo o seu resultado mais satisfatório com uma diferença de 1,46 MPa em relação com o concreto sem adição de agregado reciclado.

► O resultado da mistura com 75% de agregado reciclado tem uma perda de resistência com a mistura feita, sendo a diferença de 6.063 MPa para a proporção do concreto se adição de agregado reciclado.

► A mistura com 100% de agregado reciclado teve uma queda em média de 4,50 MPa em comparação ao agregado sem adição de material reciclado, sendo insatisfatória a sua utilização em comparação ao agregado sem adição de material reciclado.

Corpo de Prova	Idade (dias)	% de Mat. Reciclado	Relação de Areia/Cimento	Resistência a Compressão (MPa)	Media da resistência (MPa)	Desvio padrão
1	28	0	1/3	23,40	23,290	0,5730
2		0		23,80		
3		0		22,67		
4		25		17,70	17,680	0,6002
5		25		18,27		
6		25		17,07		
7		50		20,89	21,830	0,8642
8		50		22,59		
9		50		22,01		
10		75		17,32	17,227	0,2250
11		75		17,39		
12		75		16,97		
13		100		19,00	18,790	0,3637
14		100		19,00		
15		100		18,37		

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Corpo de Prova	Idade (dias)	% de Mat. Reciclado	Relação de Areia/Cimento	Resistência a Compressão (MPa)	Media da resistência (MPa)	Desvio padrão
1	28	0	1/3	23,40	23,290	0,5730
2		0		23,80		
3		0		22,67		
4		25		17,70	17,680	0,6002
5		25		18,27		
6		25		17,07		
7		50		20,89	21,830	0,8642
8		50		22,59		
9		50		22,01		
10		75		17,32	17,227	0,2250
11		75		17,39		
12		75		16,97		
13		100		19,00	18,790	0,3637
14		100		19,00		
15		100		18,37		

Resultados e Discussões 28 dias

- Na análise feita do desvio padrão os resultados de melhor desempenho foram em concretos com adição de 75% de material agregado onde o desvio foi de 0,23 sendo que, o concreto que apresentou melhor resultado em comparação a amostra sem adição de agregado reciclado foi o concreto com adição de 50% onde o seu desvio padrão foi em 0,86.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

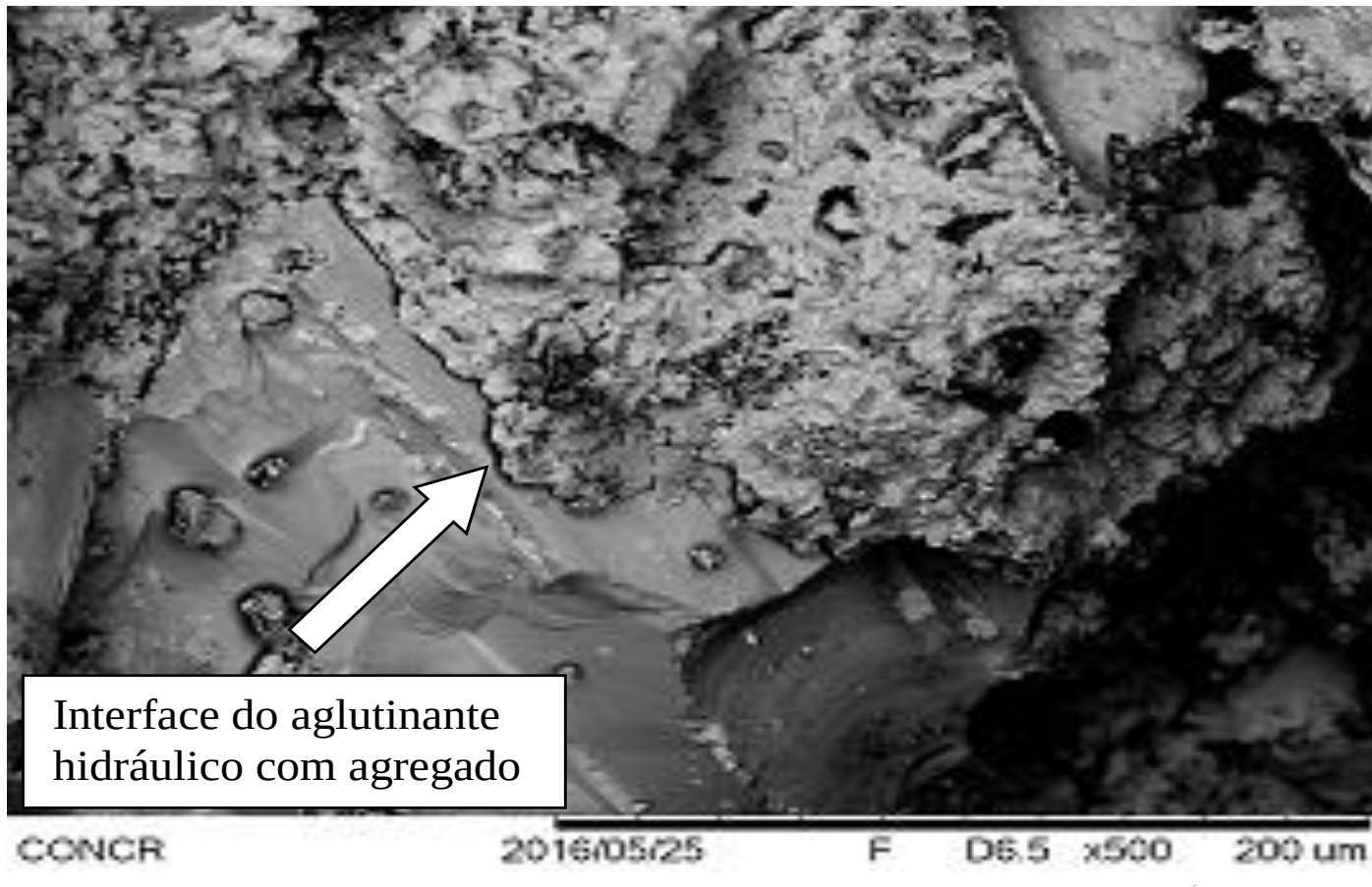
A análise feita na figura abaixo, onde a substituição do material reciclado foi de 75 % observou uma queda de 6,10 MPa que representa 26 % de perda em sua resistência a compressão.

A proporção que melhor se aproximou e possibilitou um melhor aproveitamento do material reciclado foi a de 50 % de substituição onde temos uma perda de 1,50 MPa que representa 6% de sua resistência a compressão.



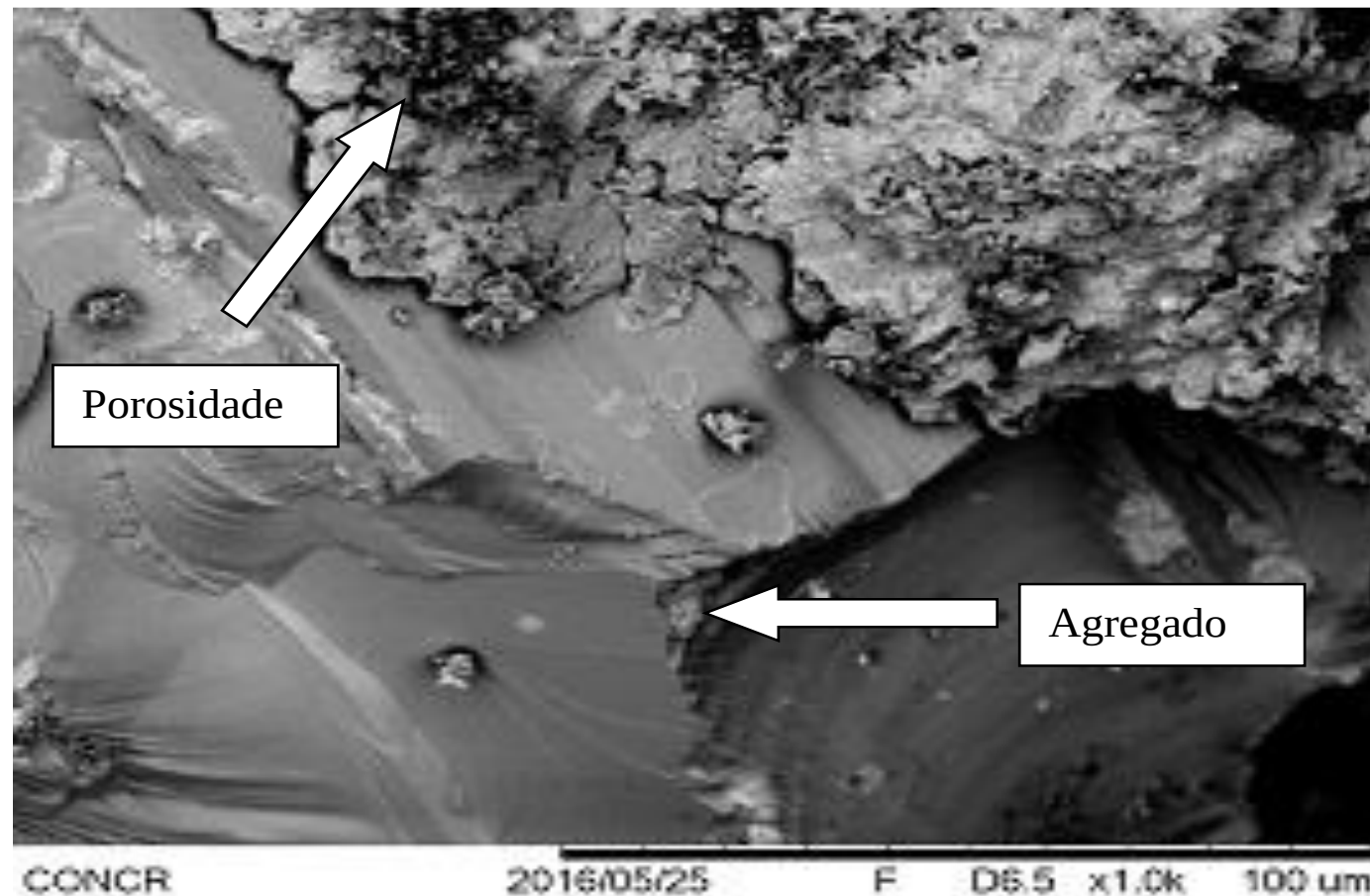
MICROSCOPIA

Ampliação de **500X** do fragmento de corpo-de-prova de 28 dias com a utilização de **50%** de material reciclado



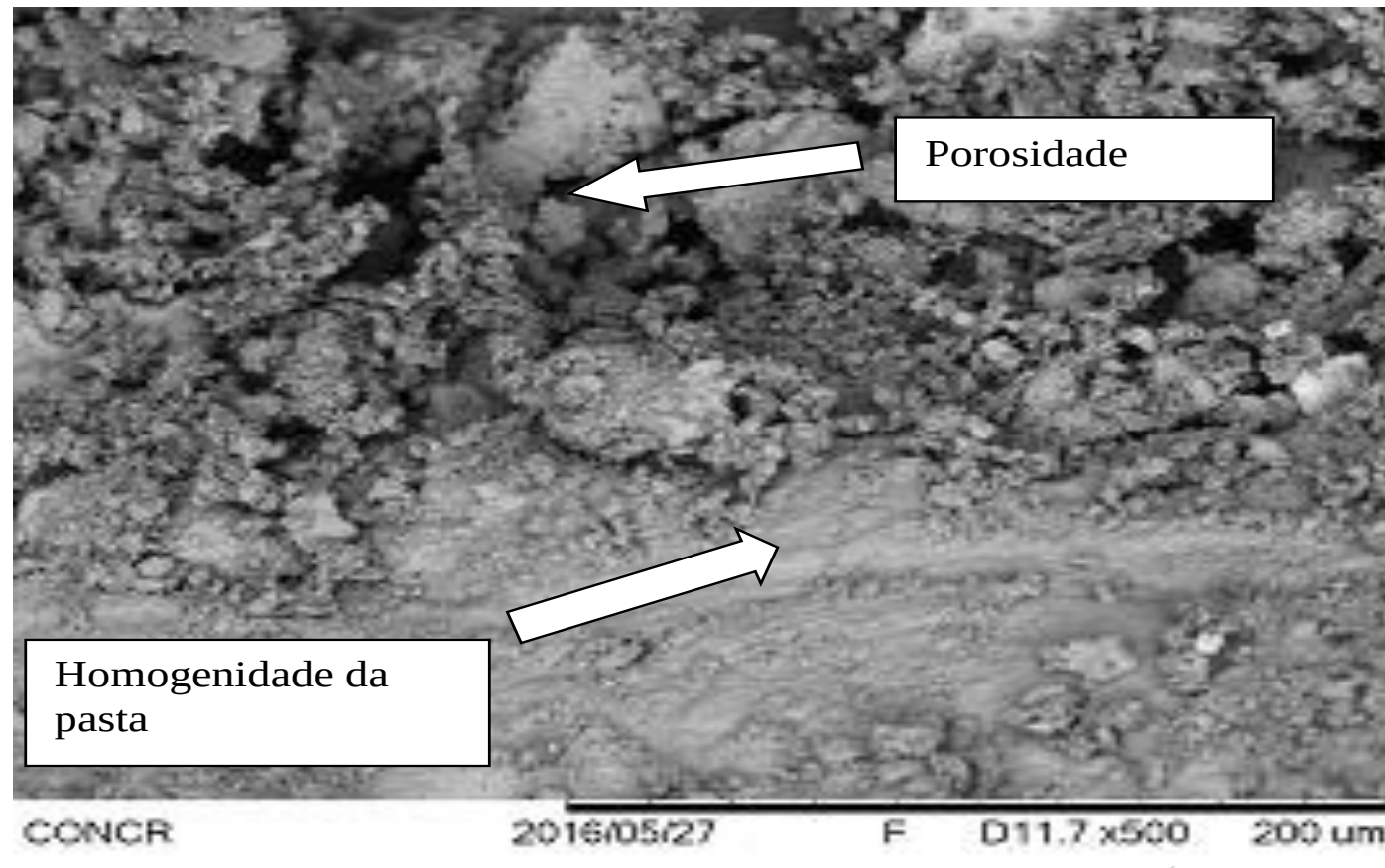
MICROSCOPIA

Ampliação de **1000X** do fragmento de corpo-de-prova de 28 dias com a utilização de **50%** de material reciclado



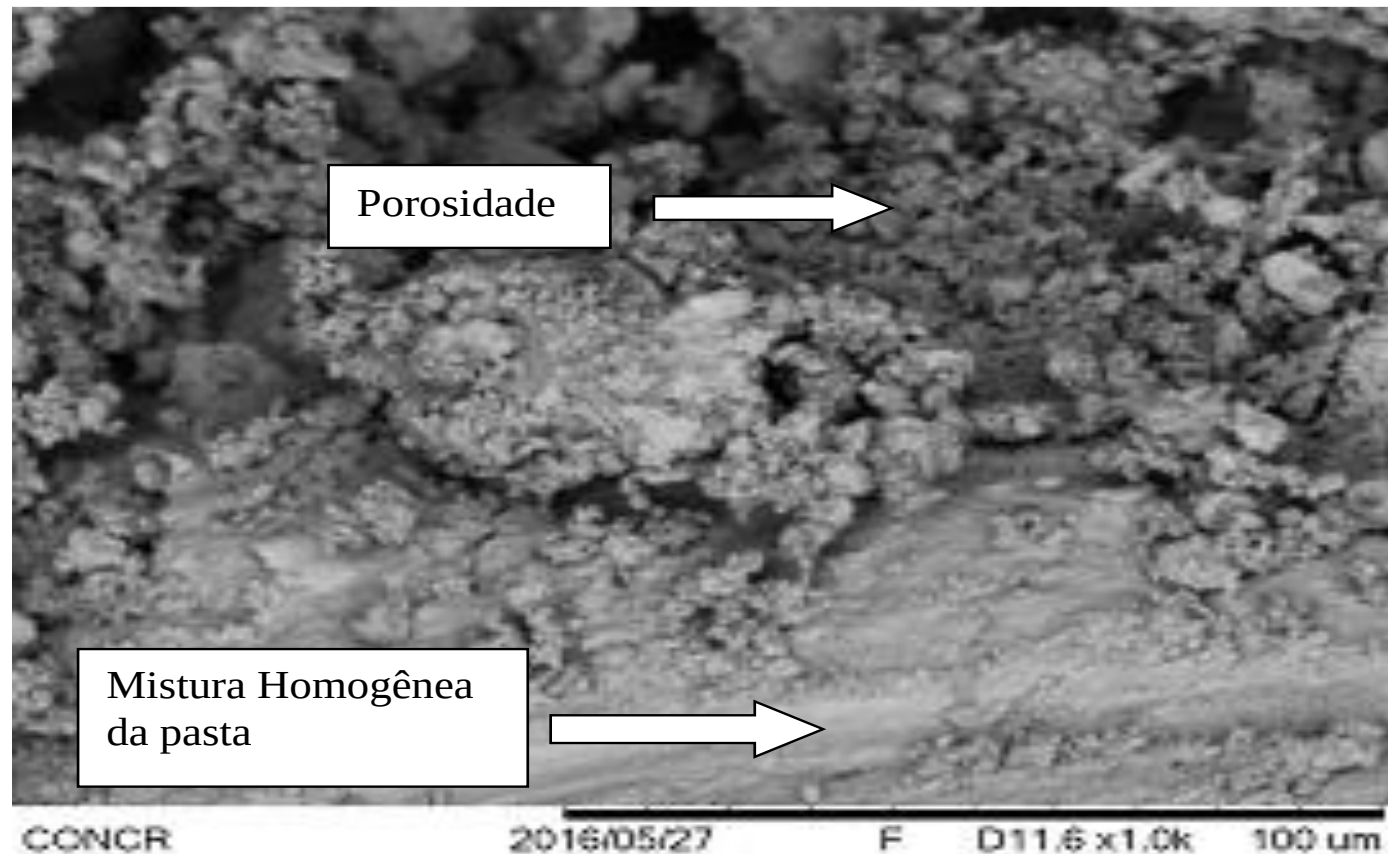
MICROSCOPIA

Ampliação de **500X** do fragmento de corpo-de-prova de 28 dias com a utilização de **0%** de material reciclado



MICROSCOPIA

Ampliação de **1000X** do fragmento de corpo-de-prova de 28 dias com a utilização de **0%** de material reciclado

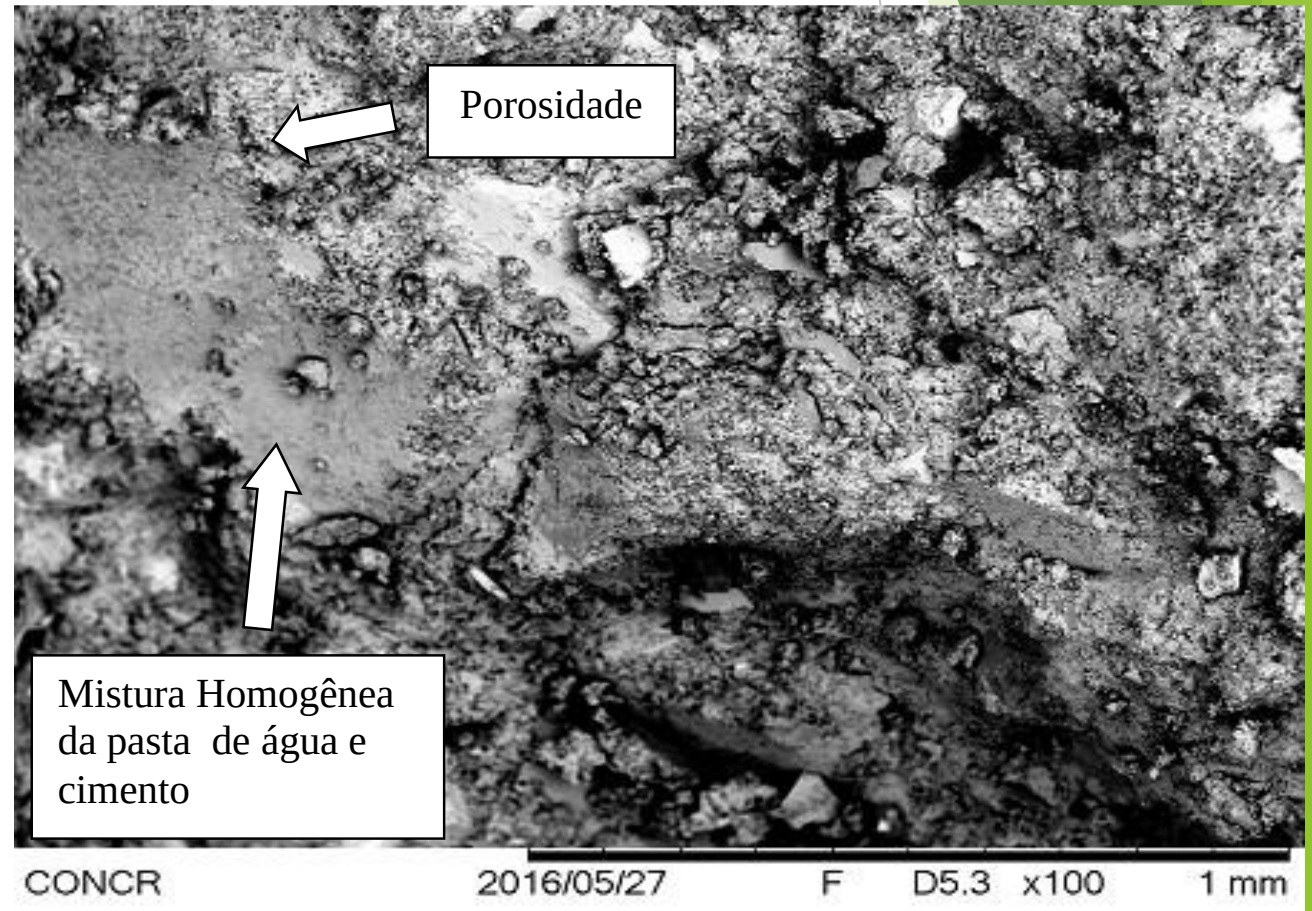


MICROSCOPIA

Ampliação de **100X** do fragmento de corpo-de-prova de 28 dias com a utilização de **25%** de material reciclado

A figura ao lado mostra alguns pontos de mistura homogeneia da pasta do aglutinante hidráulico com o agregado e apresenta uma grande quantidade de porosidade.

Esse traço apresenta uma perda de resistência desfavorável a sua utilização devido a menor proporção do material reciclado.

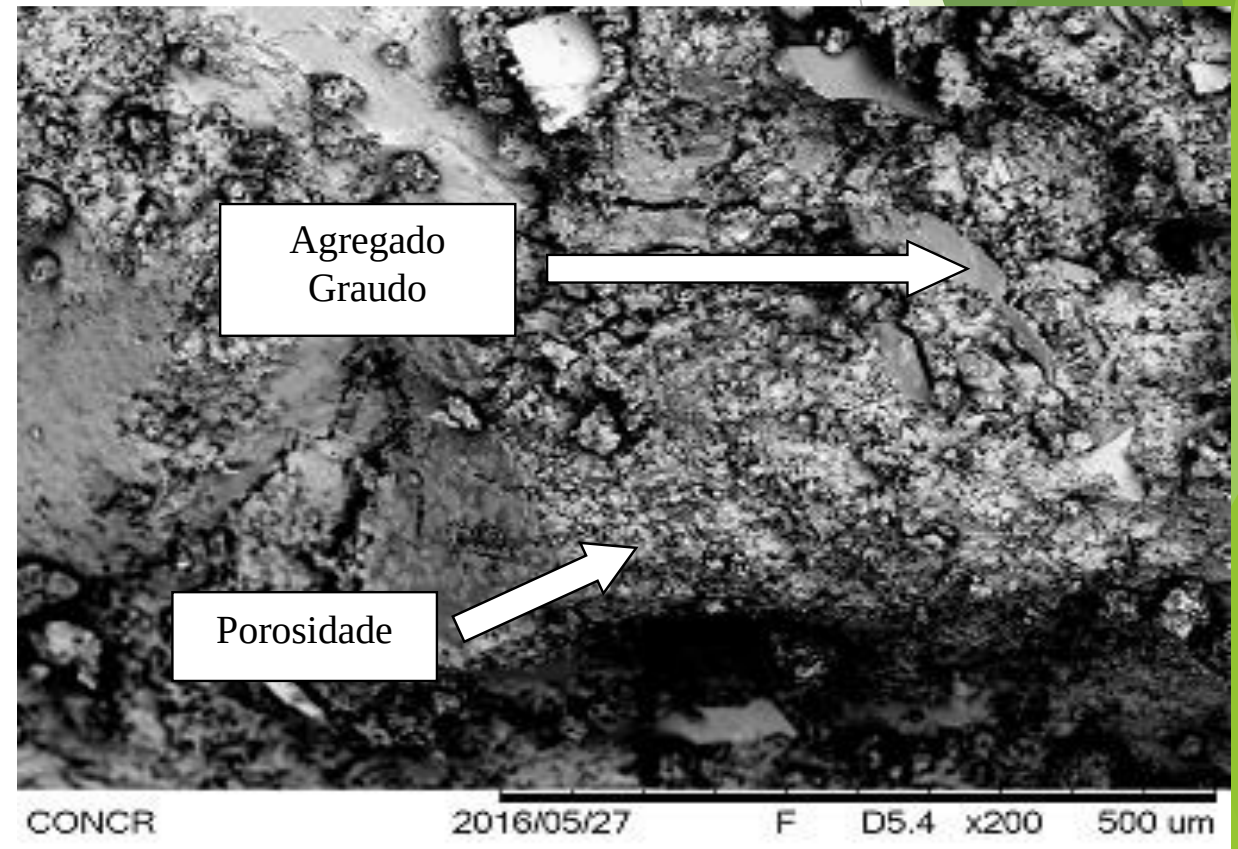


MICROSCOPIA

Ampliação de **200X** do fragmento de corpo-de-prova de 28 dias com a utilização de **25%** de material reciclado

A figura ao lado apresenta uma grande quantidade de porosidade junto ao agregado e o descolamento da pasta do aglutinante com o agregado gráúdo.

Essas características proporcionou uma perda de resistência mecânica nos ensaios de compressão.

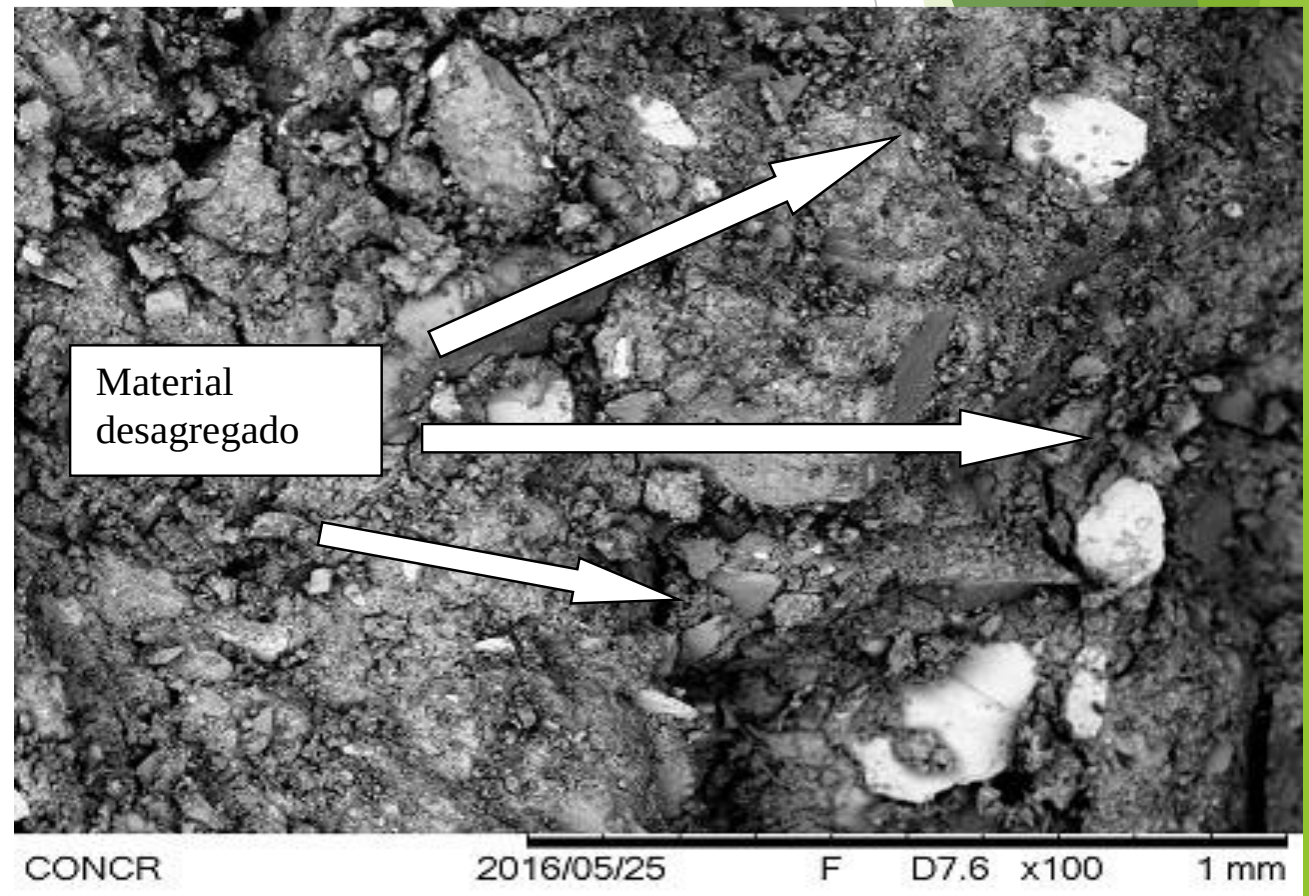


MICROSCOPIA

Ampliação de **100X** do fragmento de corpo-de-prova de 28 dias com a utilização de **75%** de material reciclado

A diminuição do percentual do agregado miúdo pela areia industrial teve uma diminuição da homogeneidade da pasta do aglutinante hidráulico.

Essas condições afetou diretamente as características de resistência mecânica do compósito de concreto visto na figura ao lado ocasionando a inutilização do traço com a substituição de 75 % de material reciclado.

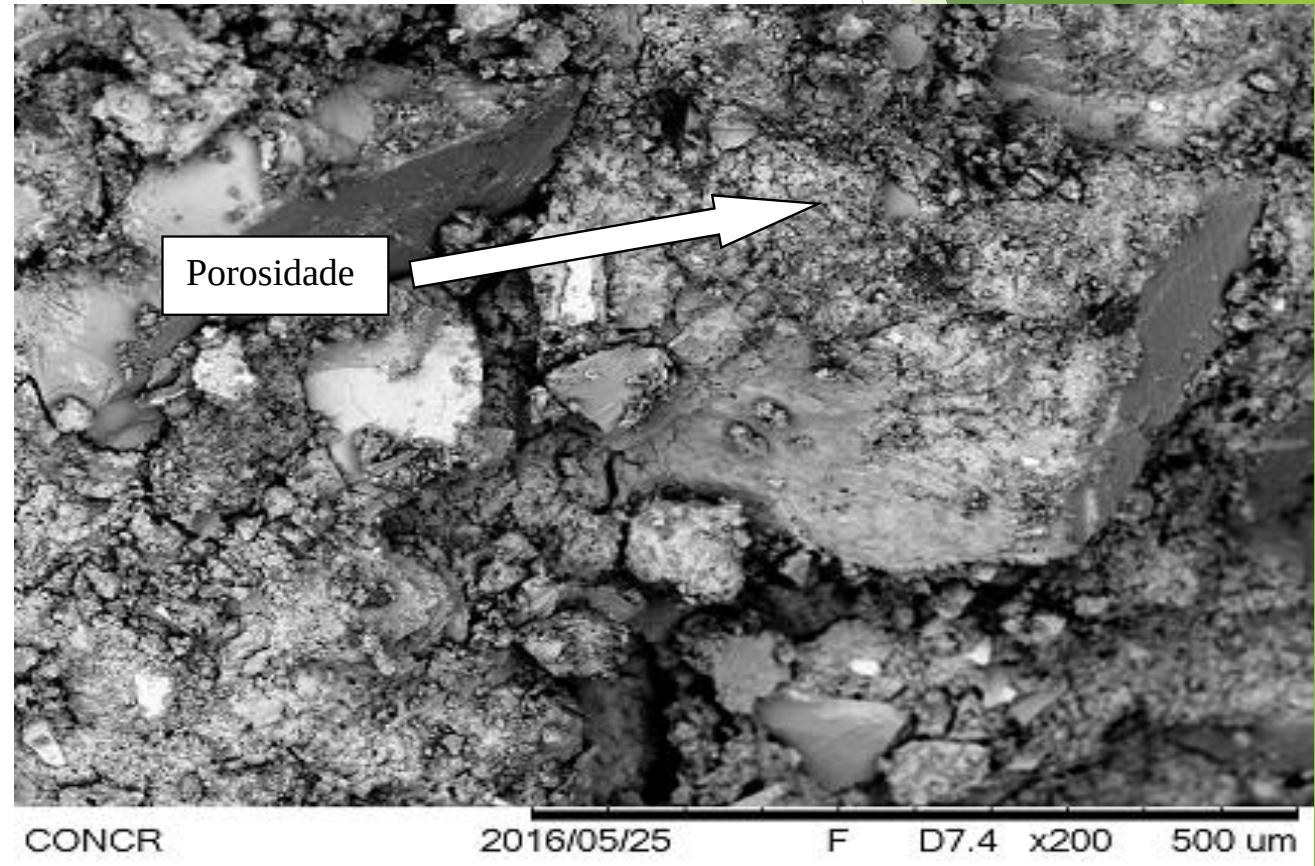


MICROSCOPIA

Ampliação de **200X** do fragmento de corpo-de-prova de 28 dias com a utilização de **75%** de material reciclado

A desagregação da mistura da pasta do aglutinante com a areia industrial na proporção de 75% de material reciclado visto na figura ao lado teve um aumento de porosidade deixando uma quantidade de vazios grandes, diminuindo a sua resistência mecânica nos ensaios de compressão.

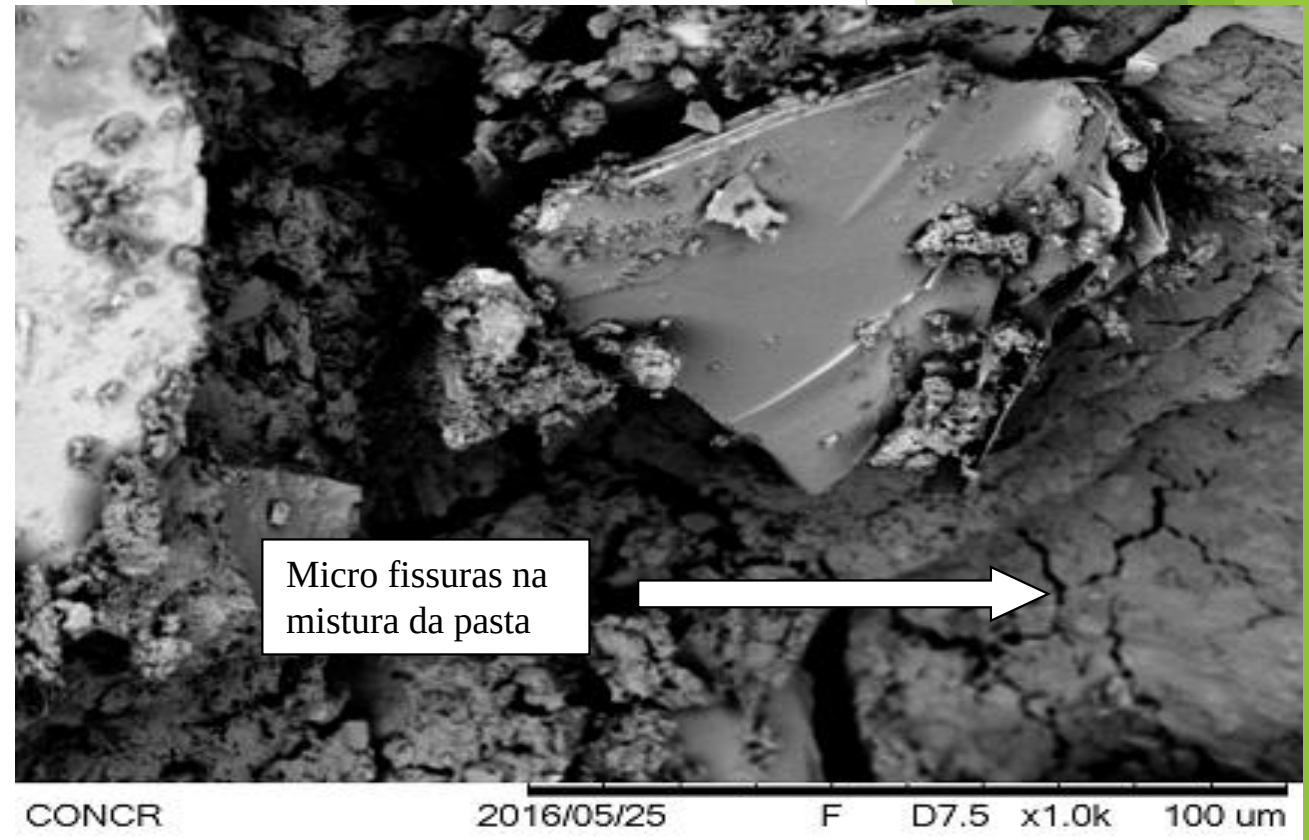
Esse compósito foi descartado por apresentar uma baixa resistência mecânica nos resultados.



MICROSCOPIA

Ampliação de **1000X** do fragmento de corpo-de-prova de 28 dias com a utilização de **75%** de material reciclado

A figura ao lado mostra a falta do aumento do fator A/C “água cimento” na mistura, proporcionando o aparecimento de micro fissuras. Comprometendo a sua resistência mecânica.



CONCLUSÕES

- ▶ O compósito ensaiado **sem adição** de material reciclado teve um resultado de **23,29 MPa** onde caracteriza um compósito com limitações para sua utilização em estruturas de concreto armado.
- ▶ O traço realizado com a proporção de **25%**, apresentou uma perda de resistência a compressão do compósito de **5,61 MPa na comparação com o traço matriz;**
- ▶ O traço com adição de **50%** de material reciclado a diferença diminuiu significativamente que obteve uma perda de **1,46 MPa em comparação ao traço do compósito matriz;**
- ▶ A adição de **75%** de material reciclado ao traço fez aumenta a sua perda de resistência a compressão e a diferença de **6,06 MPa comparando com o traço matriz.**
- ▶ O traço com a utilização de **100%** de material reciclado o resultado teve uma queda de resistência de **4,50 MPa em comparação ao traço matriz.**

CONCLUSÕES

A utilização de agregado reciclado (areia industrial) para a confecção de um concreto tem viabilidade de aplicação em peças não estruturais, além da contribuição ambiental proporcionada pela utilização de um subproduto.

TRABALHOS FUTUROS

O estudo apresentado objetivou a criação de um concreto com a utilização de um subproduto originado de pedreira para confecção de peças não estruturais.

Essas aplicações podem ser melhoradas em ensaios com outras proporções e materiais que possam estabilizar a sua característica de resistência à compressão e viabilizando algumas peças estruturais, que possam ser ensaiados quanto a sua resistência a abrasão.

O compósito aqui estudado almeja uma evolução na linha de pesquisa para novos estudos com os mais variados subprodutos encontrados sem utilização nos canteiros de obras, pedreiras, bota-foras entre outros, aumentando assim a viabilidade econômica de políticas ambientais públicas e despertando interesse em empresas que buscam a excelência ambiental em seus propósitos institucionais.

Obrigado.