



60°
CONGRESSO
BRASILEIRO
DO CONCRETO
FEZ DO IGUAÇU | 17 A 21 DE SETEMBRO - 2018

60CBC1966

INFLUÊNCIA DA NATUREZA PETROGRÁFICA DO AGREGADO GRAÚDO NO MÓDULO DE ELASTICIDADE DO CONCRETO

Autores:

- Prof^a Dr^a Alessandra Lorenzetti de Castro;
- Prof. Dr. Cláudio Sbrighi Neto;
- Prof. Dr. Paulo Helene;
- MSc. Pedro Bilesky.



IBRACON

1



60°
CONGRESSO
BRASILEIRO
DO CONCRETO
FEZ DO IGUAÇU | 17 A 21 DE SETEMBRO - 2018

60CBC1966

OBJETIVO

- Comparar resultados de módulo obtidos em concretos produzidos com agregados graúdos de diferentes naturezas petrográficas.



IBRACON

2



60°
CONGRESSO
BRASILEIRO
DO CONCRETO
FOZ DO IGUAÇU | 17 A 21 DE SETEMBRO - 2018

PROGRAMA EXPERIMENTAL 60CBC1966

Além da realização da caracterização dos materiais constitutivos, foram fixadas as seguintes variáveis :

- Variáveis independentes:
 1. Consistência do concreto fresco: bombeável Classe S100;
 2. Porcentagem de argamassa seca: 51%;
 3. Idade de ensaio: 28 dias;
 4. Areia natural de quartzo;
 5. Areia artificial de calcário;
 6. Agregados graúdos: diabásio, granito ou calcário, com $D_{max} = 25\text{mm}$;
 7. Cimento Portland CP II E 40;
 8. Dimensão dos corpos de prova: 100 x 200mm;
 9. Tipo de cura: úmida até 7 dias de idade, equilíbrio no laboratório ate 28 dias.



3



60°
CONGRESSO
BRASILEIRO
DO CONCRETO
FOZ DO IGUAÇU | 17 A 21 DE SETEMBRO - 2018

PROGRAMA EXPERIMENTAL 60CBC1966

- Variáveis intervenientes:
 1. Cinco traços de concreto, "m" em kg: 3,31; 5,0; 6,28; 6,84; 10,54;
 2. Cinco relações a/c, em kg/kg: 0,30; 0,45; 0,55; 0,60; 0,90;
 3. Cinco massas específicas, em kg/m^3 : 2.453; 2.398; 2.383; 2.378; 2.359;
 4. Cinco consumos de cimento , kg/m^3 : 545; 382; 312; 290; 190.



4

60°
CONGRESSO
BRASILEIRO
DO CONCRETO
FGZ DO IGUAÇU | 17 A 21 DE SETEMBRO - 2018

PROGRAMA EXPERIMENTAL

60CBC1966

- Variáveis dependentes:
 1. Resistência à compressão (f_c);
 2. Módulo de elasticidade estático tangente inicial (E_{ci} $0,3 * f_c$);
 3. Módulo de elasticidade dinâmico obtido através de ondas ultrassônicas, (E_d ultrassom);
 4. Módulos de elasticidade dinâmico obtido através de estímulo por impulso, (E_{dil} e E_{dit}).

Para embasamento das conclusões desta pesquisa foram realizados no total 180 ensaios estáticos e 540 ensaios dinâmicos.



5

60°
CONGRESSO
BRASILEIRO
DO CONCRETO
FGZ DO IGUAÇU | 17 A 21 DE SETEMBRO - 2018

PROGRAMA EXPERIMENTAL

60CBC1966

- Resultados:
 1. Todos os materiais constitutivos do concreto foram analisados de acordo com as normas brasileiras de ensaio apropriadas, com base nas suas especificações e que foram considerados conformes para produção de concreto, conforme apresentado detalhadamente nos Relatórios de Ensaio anexos à Dissertação de Mestrado de BILESKY (2016);
Chama-se a atenção para o resultado da análise petrográfica realizada:

Identificação comercial	Classificação declarada no ensaio
Diabásio	Diabásio
Granito	Mozogranito protomilonítico
Calcário	Diopsídio-hornblenda-epídoto-calcita m. arm. ore



6

60°
CONGRESSO
BRASILEIRO
DO CONCRETO
FGZ DO ITAQUAÇU | 17 A 21 DE SETEMBRO - 2019

PROGRAMA EXPERIMENTAL

60CBC1966

- Resultados:
 - Todos os concretos tiveram as suas propriedades físicas no estado fresco e endurecido avaliadas de acordo com as normas brasileiras de ensaio apropriadas, e analisadas com base nas suas normas, conforme apresentado detalhadamente nos Relatórios de Ensaio anexos à Dissertação de Mestrado de BILESKY (2016);

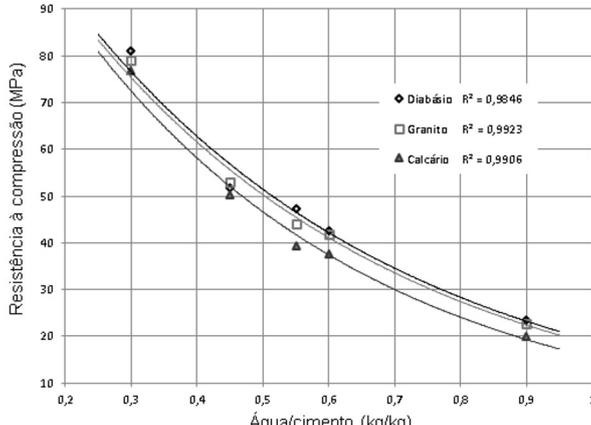
IBRACON

7

60°
CONGRESSO
BRASILEIRO
DO CONCRETO
FGZ DO ITAQUAÇU | 17 A 21 DE SETEMBRO - 2019

PROGRAMA EXPERIMENTAL

60CBC1966

- Resultados de resistência à compressão:
 

Água/cimento (kg/kg)	Diabásio (MPa)	Granito (MPa)	Calcário (MPa)
0,3	82	78	75
0,45	52	50	48
0,55	48	45	42
0,6	42	40	38
0,9	22	20	18

IBRACON

8

60° CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO
 FÓRUM DO IGUAÇU | 17 A 21 DE SETEMBRO - 2018

PROGRAMA EXPERIMENTAL

60CBC1966

- Resultados de módulo de elasticidade estático $E_{ci} 0,3 \cdot f_c$:

IBRACON

9

60° CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO
 FÓRUM DO IGUAÇU | 17 A 21 DE SETEMBRO - 2018

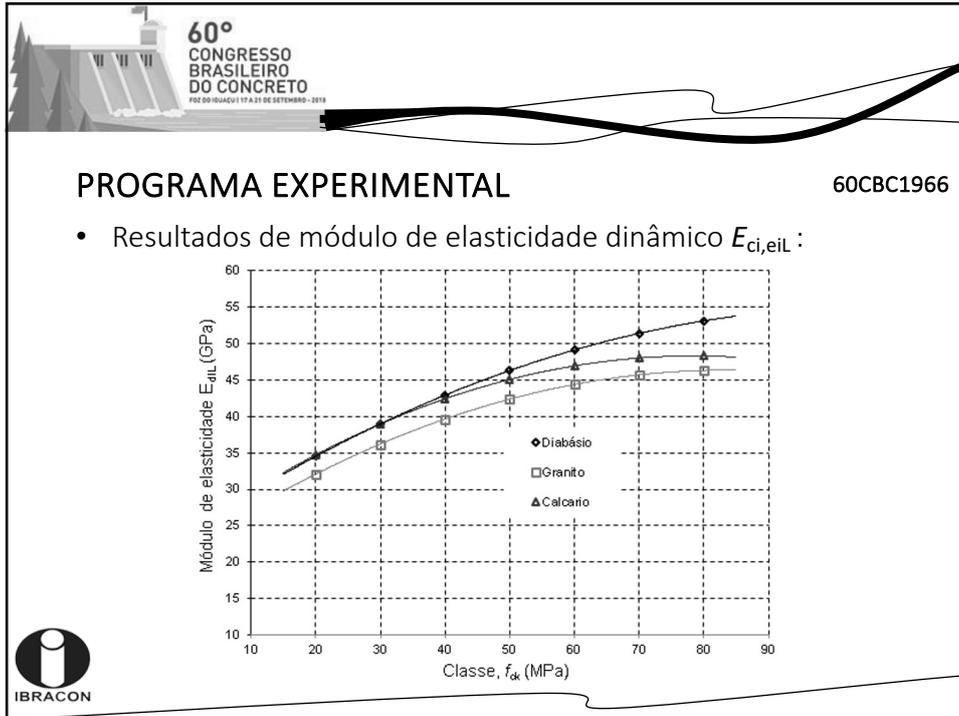
PROGRAMA EXPERIMENTAL

60CBC1966

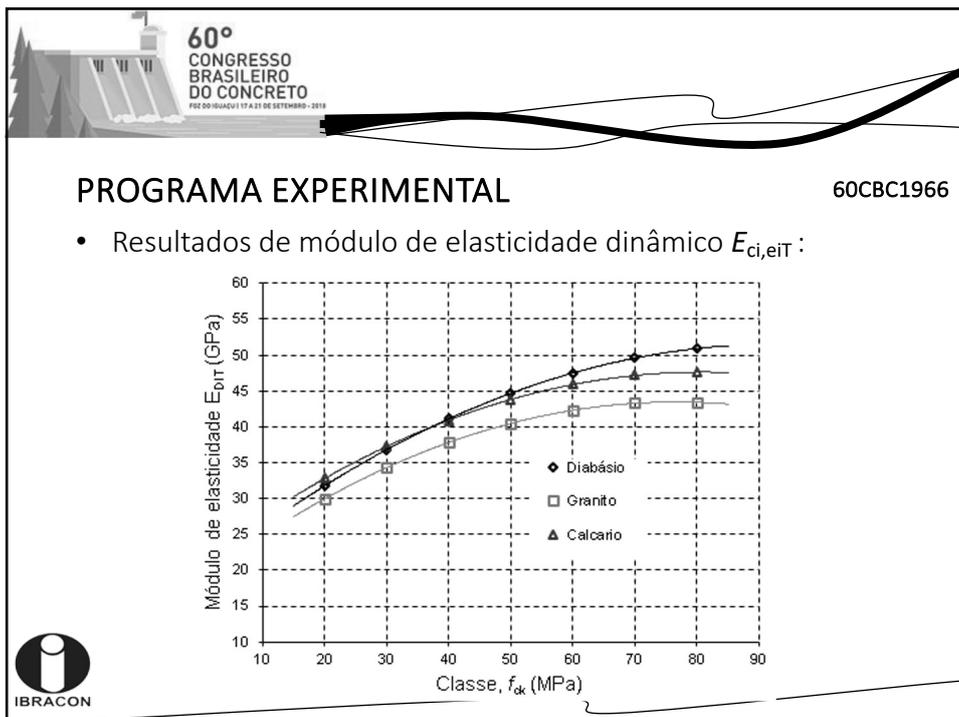
- Resultados de módulo de elasticidade dinâmico $E_{d \text{ ultrassom}}$:

IBRACON

10



11



12



CONCLUSÕES 60CBC1966

- A influência da natureza petrográfica dos agregados graúdos no módulo de elasticidade dos concretos é notada em todos os ensaios realizados seja pelo método estático ou pelos métodos dinâmicos;
- Os resultados obtidos nos concretos dosados com agregado graúdo de calcário, não foram nunca inferiores aos resultados de todos os ensaios realizados com concretos dosados com agregado graúdo de granito, ao contrário das previsões dos modelos adotados pela ABNT NBR 6118 (2014) e outras especificações internacionais;



13



CONCLUSÕES 60CBC1966

- Na maioria das vezes, os maiores resultados foram obtidos nos concretos dosados com agregado graúdo de diabásio evidenciando assim que, para uma mesma relação água/cimento do concreto há uma clara influência da natureza mineralógica do agregado graúdo no módulo de elasticidade obtido no concreto;
- Os resultados obtidos para $E_{ci} 0,3 \cdot f_c$, foram muito diferentes daqueles esperados e sugeridos pelos estimadores simplificados da norma de brasileira de projeto de estruturas de concreto, ABNT NBR 6118 (2014).



14



CONSIDERAÇÕES FINAIS 60CBC1966

- Como foi demonstrado neste e em outros estudos já realizados, os estimadores simplificados do módulo de elasticidade oferecidos pelas especificações, não atendem a realidade dos concretos atuais e precisam ser revistos;
- É notória a necessidade de que as empresas de serviço de concretagem ofereçam aos projetistas uma segunda carta de traços definida em função do módulo de elasticidade de seus concretos para que adequem os seus projetos;
- Cabe aos construtores observar as limitações da diversidade naturezas petrográficas dos materiais constitutivos dos concretos oferecidos, que nem sempre atendem às expectativas das especificações e, discutir com seus fornecedores as melhores soluções.



15



AGRADECIMENTOS 60CBC1966

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S. A.;
 PhD Engenharia;
 Engemix Concreto;
 Instituto Brasileiro do Concreto.

MUITO OBRIGADO A TODOS!



16