

FABRICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE COMPÓSITOS DE CONCRETO COM ADIÇÃO DE FIBRA DE COCO PARA CONFECCÃO DE PISOS PERMEÁVEIS

MESTRANDO: Jáder Cristian Fernandes

ORIENTADOR: Prof. Dr. Ricardo de Freitas Cabral



MESTRADO PROFISSIONAL
EM **MATERIAIS**





BANCA EXAMINADORA

> PRESIDENTE DA BANCA:

Prof. Dr. Ricardo de Freitas Cabral

> 2º MEMBRO DA BANCA:

Prof. Dr. Bruno Chaboli Gambarato

> 3º MEMBRO DA BANCA:

Prof. Dr. Rodrigo Félix de Araújo Cardoso



- 1. INTRODUÇÃO**
- 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**
- 3. MATERIAIS E MÉTODOS**
- 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**
- 5. CONCLUSÕES**
- 6. TRABALHOS FUTUROS**



1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO

Estudo de confecção e análise de pisos permeáveis. Tais pisos podem ser definidos como os que possuem espaços livres em sua estrutura por onde a água vai percolar perante a precipitação.



1. INTRODUÇÃO

1.3. OBJETIVOS

Foram desenvolvidas e analisadas placas de piso permeável a base de concreto com adição do mesocarpo do coco (fibra), com percentuais selecionados afim de encontrar a dosagem que melhor atendesse às exigências das normas em vigência e com baixo custo de criação e manutenção. Esperavam-se resultados que atendessem a utilização em calçadas e pátios de circulação leve.



1. INTRODUÇÃO

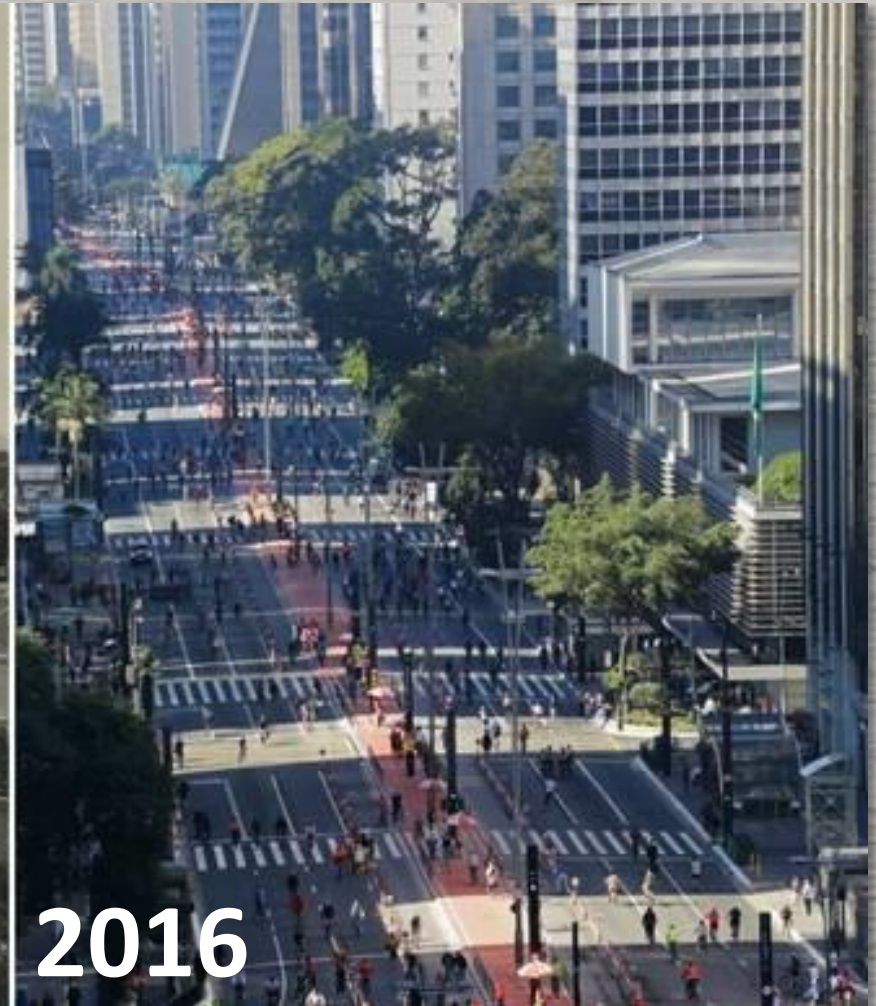
1.4. JUSTIFICATIVA

O progresso avassalador da humanidade trouxe consigo alguns problemas e um deles foi abordado por este estudo, que é a impermeabilização excessiva dos solos.

A contribuição do estudo foi confeccionar e caracterizar placa de piso drenante afim de criar um produto que permitia a percolação da água mais facilmente para os lençóis freáticos utilizando como reforço a fibra de coco.



1891



2016

Avenida Paulista completa 125 anos

Fonte: <https://noticias.r7.com/sao-paulo/fotos/avenida-paulista-completa-125-anos-conheca-a-historia-desse-simbolo-de-sao-paulo-08122016#!/foto/1>

Acesso em: Outubro de 2018



Túnel de acesso a avenida paulista

<https://noticias.r7.com/sao-paulo/sao-paulo-amanhece-com-ponto-de-alagamento-arvores-caidas-e-mais-de-50-semaforos-com-problemas-15012014>

Acesso em: Outubro de 2018



2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONCRETO

Nos dias atuais o concreto é considerado um material compósito amplamente utilizado na construção civil para diversas funcionalidades nos projetos como: telhas, vigas, paredes e também pavimentos no qual consiste este estudo.



2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONCRETO

Seus principais componentes são:

- **Agregado miúdo***;
- **Agregado graúdo**;
- **Material ligante (cimento)****;
- **Água de amassamento.**

*** Não utilizado neste estudo.**

**** CP III**



2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.2 PAVIMENTO DE CONCRETO

Os pavimentos flexíveis são essencialmente a construção de blocos intertravados conforme Figura 1.

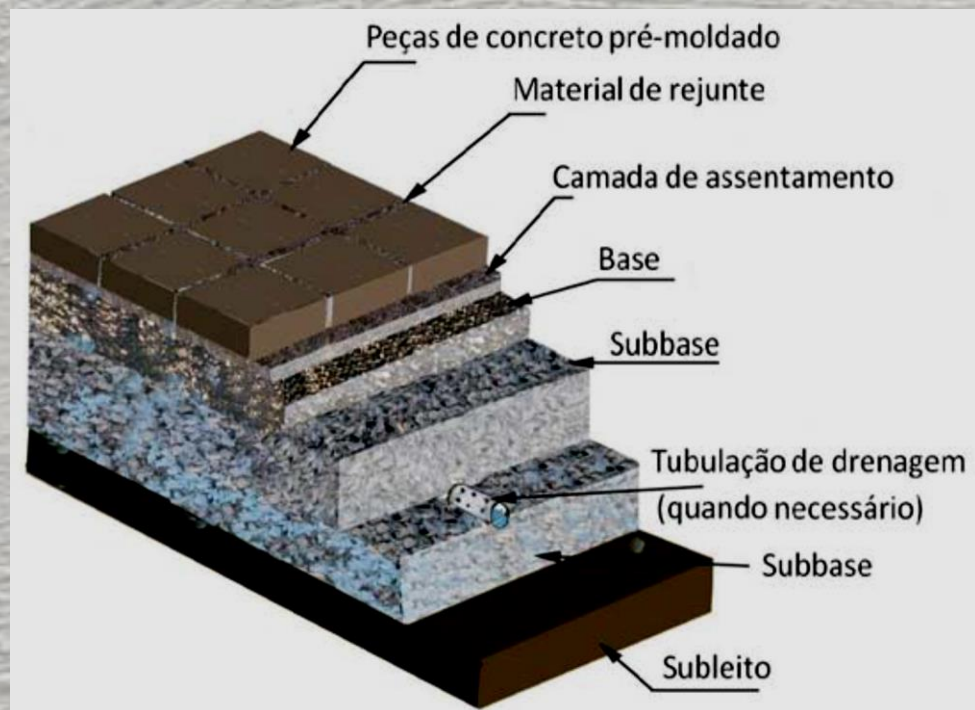


Figura 1: Pavimento intertravado

Fonte: PR-2 Associação Brasileira de cimento Portland [53]



2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.2 PAVIMENTO DE CONCRETO

Os pavimentos de concreto do tipo rígido podem ser divididos em pavimentos de concreto simples e de concreto armado.

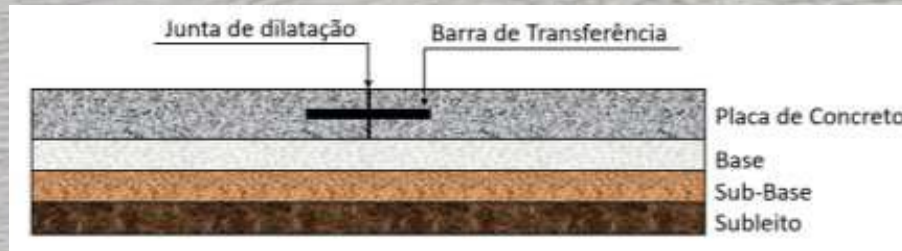


Figura 2: Pavimento de concreto simples
Fonte: BALBO,2009 [23]

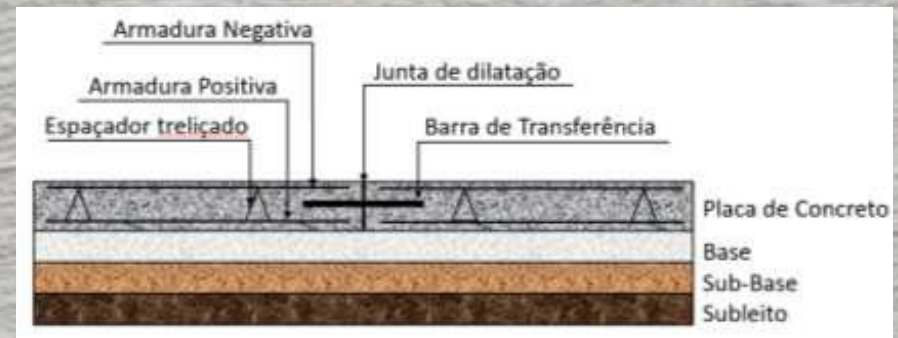


Figura 3: Pavimento de concreto armado
Fonte: BALBO, 2009. [23]



2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.6 RESÍDUO DE COCO

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é um membro da família *Arecaceae*. No Brasil, o coqueiro chamado de anão é o mais comum e cultivado, sendo o fruto a parte da planta mais utilizada (Figura 5).



Figura 5: Estrutura do fruto de *Cocos nucifera* L.
Fonte: EMBRAPA, 2016



2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.7 PAVIMENTO PERMEÁVEL

É o pavimento que atende concomitantemente às exigências de esforços mecânicos e também condições de rolamento e cuja estrutura permite condutividade hidráulica também chamada de percolação e/ou o acúmulo provisório de água das precipitações, diminuindo assim o escoamento superficial, sem causar dano a sua estrutura.





3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 FLUXOGRAMA DE TRABALHO

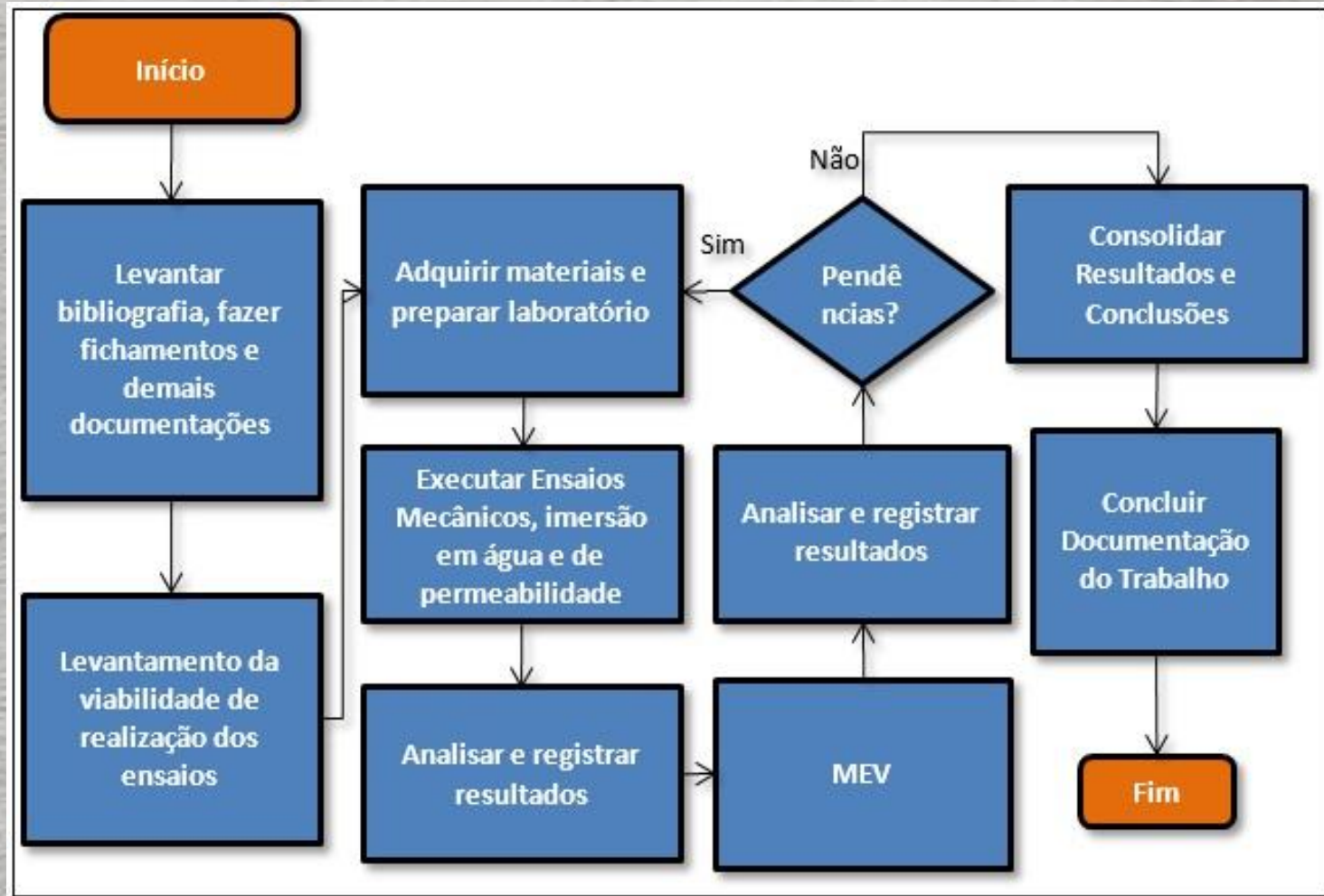


Figura 11: Fluxo de trabalho
Fonte: Autor, 2018.



3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.2 MATERIAIS

3.2.1. FIBRA DE COCO



Figura 12: Fibra de coco ainda na embalagem da VITAPLAN

Fonte: Site de empresa

3.2.2. CIMENTO CPIII



Figura 14: Cimento Portland CPIII - 40 RS

Fonte: Comercial Edifica Materiais para construção

3.2.3. BRITA Nº. 0



Figura 15: Brita nº 0

Fonte: Autor, 2018.

3.2.4. ÁGUA



3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.3. MÉTODOS

3.3.1. CONCRETO E SUA CONFORMAÇÃO

Traço em volume (adaptado)	Cimento (L)	Água (L)	Brita (L)
Cimento:Água:brita	CP III	-	Nº 0
1:0,5:2	284	142	574

Tabela 5: Traço e consumo (litros) para 1m³ de concreto
Fonte: Autor, 2018.



Figura 16: Betoneira Menegotti (a)
Fonte: Autor, 2018.



3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.3. MÉTODOS

3.3.1. CONCRETO E SUA CONFORMAÇÃO

CÓD.	CORPO DE PROVA	Cimento (L)	Água (L)	Brita (L)	Fibra de coco (L)
CP-CONT	CONTROLE	284,0	142,0	574,0	0,0
CP-10	10% de Substituição	284,0	142,0	516,6	57,4
CP-20	20% de Substituição	284,0	142,0	459,2	114,8
CP-30	30% de Substituição	284,0	142,0	401,8	172,2

Tabela 6: Formulações do traço de concreto (1m³) para moldagem dos CP's

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.3. MÉTODOS

3.3.2. MOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVA

Ensaio	Tipo de CP	Dimensões (mm)	Quantidade	Total de CP's
Resistência a compressão / MEV	Cilíndrico	100x200	4 conjuntos de 3 CP's de cada dosagem com 7d, 14d, 21d e 28d de vida.	48
Resistência a flexão	Prismático	400x100x100	4 conjuntos de 5CP's de cada dosagem com 28d de vida.	20
Imersão em água	Prismático	200x200x80	4 conjuntos de 5CP's de cada dosagem com 28d de vida.	20
Determinação do coeficiente de permeabilidade	Prismático	400x400x80	4 conjuntos de 1CP's de cada dosagem com 28d de vida.	04

Tabela 7: Confeccção dos corpos de prova

Fonte: Autor, 2018.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.3. MÉTODOS

3.3.2. MOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVA



Figura 18: Formas zincadas para CP's cilíndricos

Fonte: Autor, 2018.



Figura 19: Formas de pinus para CP's prismáticos

Fonte: Autor, 2018.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.3. MÉTODOS

3.3.3. ENSAIO DE RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO AXIAL

Foi utilizado a prensa EMIC modelo PC150C, com capacidade máxima de 100 MPa onde foi aplicada a carga até o rompimento do CP, conforme NBR 5739/2007.



Os resultados do ensaio de compressão são calculados conforme a Equação 3.

$$F_{ck} = \left(\frac{F}{A} \right) \cdot 10$$

Onde:

F_{ck} = Tensão de ruptura (MPa)

F = Força aplicada (kN)

A = Área de seção (cm²)

Figura 21: Rompimento dos CP's na EMIC PC150C

Fonte: Autor, 2018.



3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.3. MÉTODOS

3.3.4. ENSAIO DE IMERSÃO EM ÁGUA PARA DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE VAZIOS E ABSORÇÃO DE ÁGUA

Para determinação do índice de vazios e absorção de água utilizamos como referência a NBR 9778/1987.



Figura 23: Secagem dos CP's em estufa
Fonte: Autor, 2018.

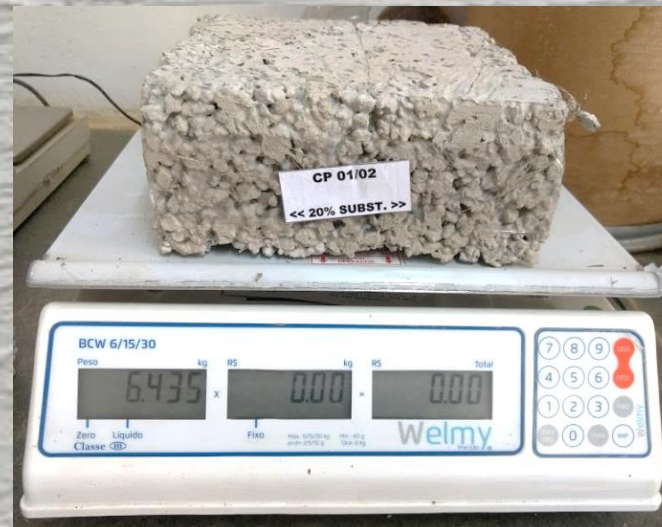


Figura 24: Pesagem dos CP's secos
Fonte: Autor, 2018.



3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.3. MÉTODOS

3.3.4. ENSAIO DE IMERSÃO EM ÁGUA PARA DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE VAZIOS E ABSORÇÃO DE ÁGUA



Figura 25: Pesagem do CP saturado por 72h
Fonte: Autor, 2018.

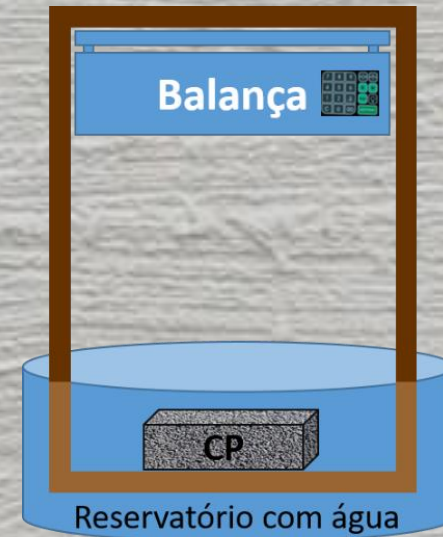


Figura 26: Esquema par pesagem dos CP's imersos em água
Fonte: Autor, 2018.



3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.3. MÉTODOS

3.3.4. ENSAIO DE IMERSÃO EM ÁGUA PARA DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE VAZIOS E ABSORÇÃO DE ÁGUA

$$Aag = \left(\frac{Msat - Ms}{Ms} \right) \cdot 100$$

$$Iv = \left(\frac{Msat - Ms}{Msat - Mi} \right) \cdot 100$$

Onde:

Iv = índice de vazios (%)

Aag = Absorção de água por imersão (%)

Ms = Massa do CP seco em estufa (g)

Mi = Massa do CP, imerso em água (g)

Msat = Massa do CP saturado em água a temperatura de 23°C (g)



3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.3. MÉTODOS

3.3.5. MEV

Neste ensaio foi utilizado o equipamento da marca Hitachi e modelo TM 3000, conforme as Figuras Figura 27 e Figura 28 a análise foi realizada por um detector de elétrons secundários, com uma tensão no tubo de 5 kV. Foram colocadas amostras rompidas pelo ensaio de compressão axial na câmara de vácuo do equipamento e assim as imagens foram digitalizadas com ampliações 25X, 100X, 200X, 500X, 1000X e 2000X, para a análise morfológica da superfície.



Figura 27: MEV Hitachi modelo TM 3000
Fonte: Autor, 2018.

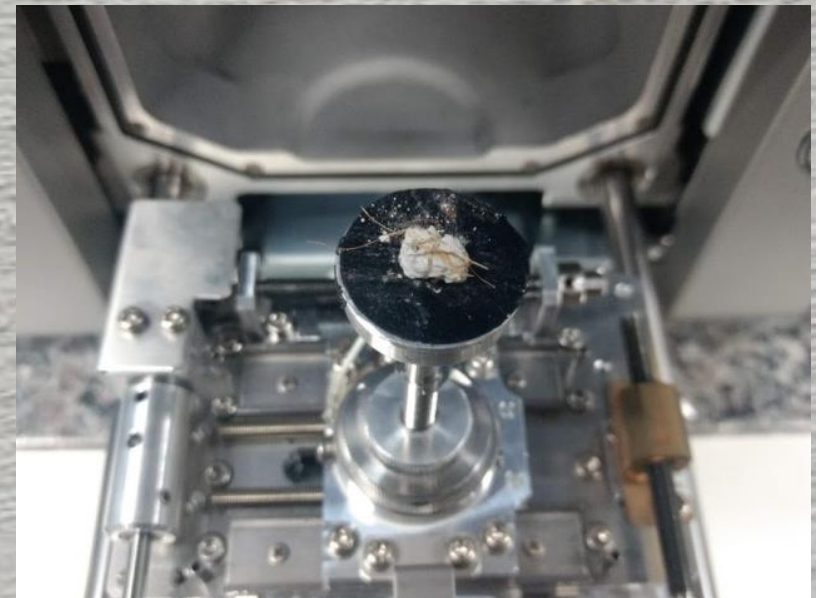


Figura 28: CP Rompido já no MEV
Fonte: Autor, 2018.



3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.3. MÉTODOS

3.3.6. ENSAIO DE RESISTÊNCIA A TRAÇÃO NA FLEXÃO

Os CP's foram confeccionados com formato prismático nas dimensões de $10 \times 35 \text{ cm}^2$ conforme consta nas normas NBR 12142/2010 e NBR 5738/2015 e rompidos na prensa da marca EMIC e modelo T1000, com capacidade máxima de 100 MPa.

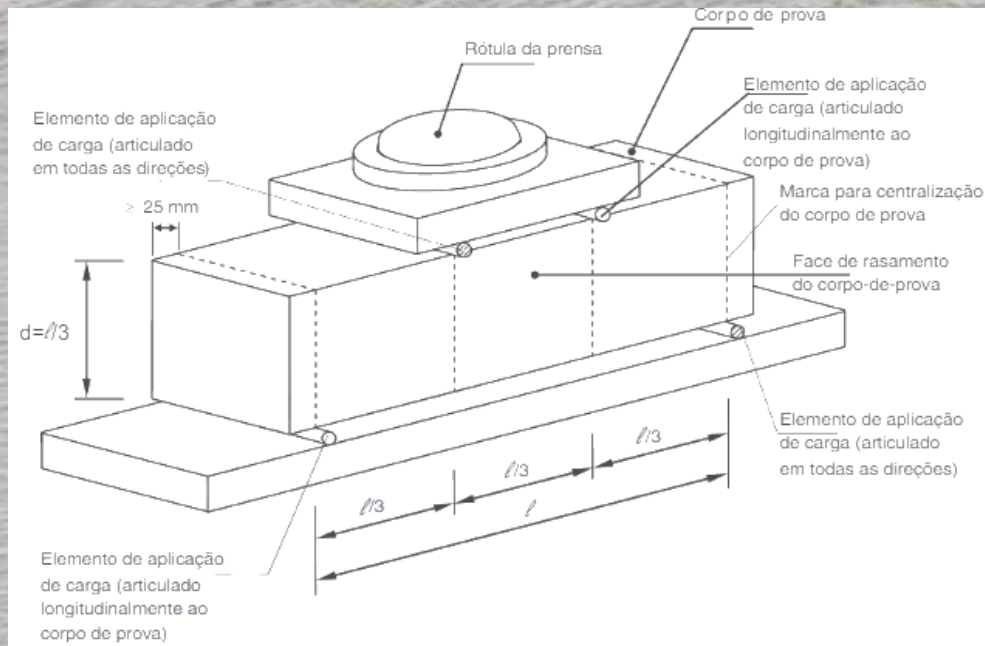


Figura 29: Esquema de marcações nos CP's e montagem na prensa

Fonte: NBR 12142/2010 [3]



Figura 30: CP rompido na prensa após realização do ensaio de tração à flexão

Fonte: Autor, 2018.



3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.3. MÉTODOS

3.3.7. ENSAIO PARA DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE

Os CP's foram limpos de modo a não ter sedimentos e outros materiais aderidos à placa de piso, logo após, o anel de infiltração foi posicionado em contato com o CP e vedado com massa de calafetar nesta área de contato, para não permitir vazamentos laterais.



Figura 32: Montagem do ensaio para determinação do coeficiente de permeabilidade (a)
Fonte: Autor, 2018.



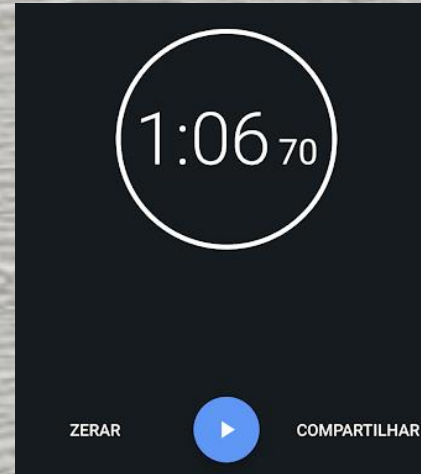
Figura 33: Montagem do ensaio para determinação do coeficiente de permeabilidade (b)
Fonte: Autor, 2018.



3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.3. MÉTODOS

3.3.7. ENSAIO PARA DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE



$$k = \frac{C.m}{(d^2.t)}$$

Figura 34: Determinação do coeficiente de permeabilidade

Fonte: Autor, 2018.

Onde:

k é o coeficiente de permeabilidade expresso em milímetros por hora (mm/h);

m é a massa de água infiltrada expressa em quilogramas (kg);

d é o diâmetro interno do cilindro de infiltração expresso em milímetros (mm);

t é o tempo necessário para a água percolar expresso em segundos (s);



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO AXIAL

4.1.1 Resultados com 7 dias de vida

Tabela 8: Resultados do ensaio de resistência a compressão axial – 7 dias

Resultados do teste de compressão axial – 07 dias										
	CP1			CP2			CP3			Média
	Área (cm ²)	Força (kN)	Tensão (MPa)	Área (cm ²)	Força (kN)	Tensão (MPa)	Área (cm ²)	Força (kN)	Tensão (MPa)	Tensão (MPa)
Controle	78,50	44,90	5,72	78,50	46,47	5,92	78,50	47,02	5,99	5,88 ± 0,11
10%	78,50	62,02	7,90	78,50	62,49	7,96	78,50	62,25	7,93	7,93 ± 0,02
20%	78,50	52,67	6,71	78,50	56,52	7,20	78,50	60,45	7,70	7,20 ± 0,40
30%	78,50	63,82	8,13	78,50	50,55	6,44	78,50	54,71	6,97	7,18 ± 0,71

Fonte: Autor, 2018.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO AXIAL

4.1.1 Resultados com 7 dias de vida

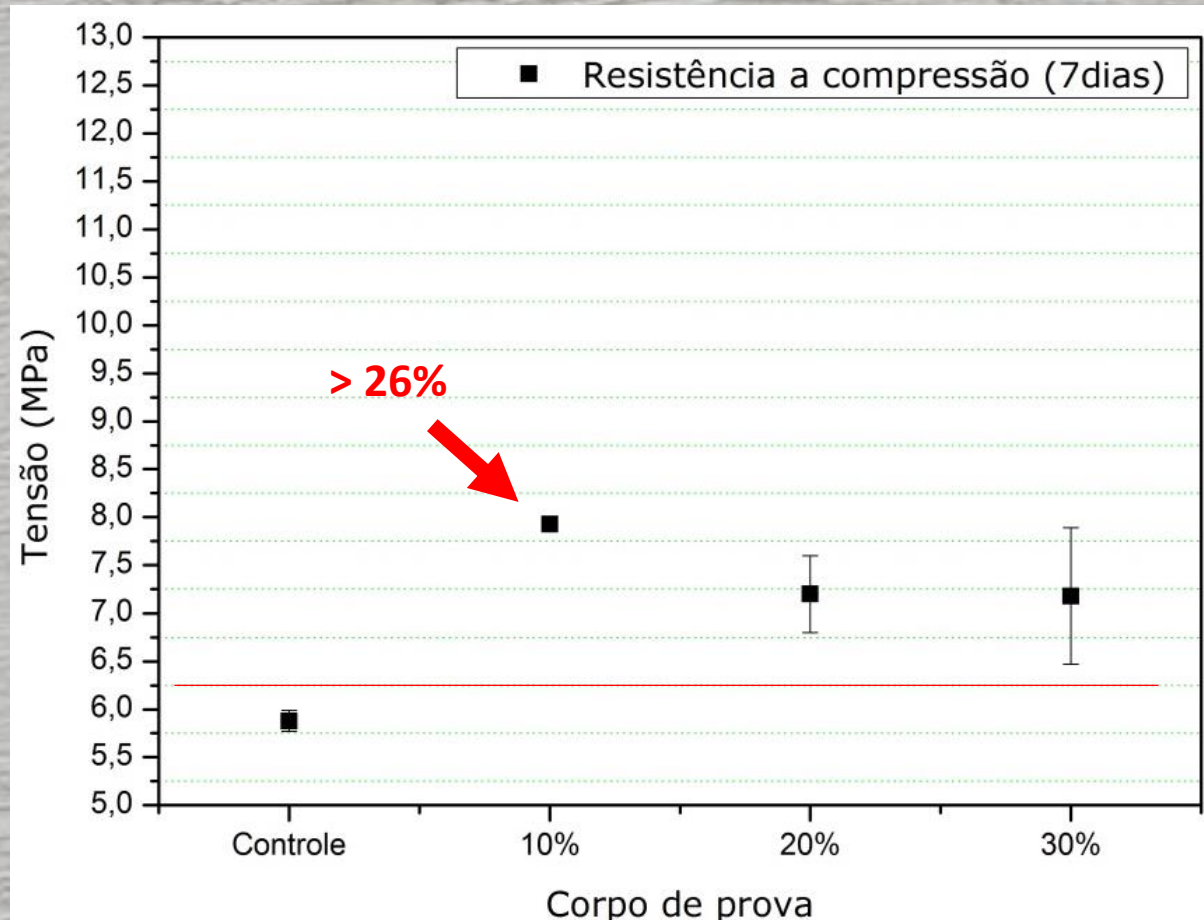


Figura 35: Resultados do teste de compressão axial – 7 dias

Fonte: Autor, 2018.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO AXIAL

4.1.2 Resultados com 14 dias de vida

Tabela 9: Resultados do ensaio de resistência a compressão axial – 14 dias

Resultados do teste de compressão axial – 14 dias

	CP1			CP2			CP3			Média
	Área (cm ²)	Força (kN)	Tensão (MPa)	Área (cm ²)	Força (kN)	Tensão (MPa)	Área (cm ²)	Força (kN)	Tensão (MPa)	Tensão (MPa)
Controle	78,50	71,44	9,10	78,50	68,06	8,67	78,50	70,65	9,00	8,92 ± 0,18
10%	78,50	66,33	8,45	78,50	74,89	9,54	78,50	76,93	9,80	9,26 ± 0,58
20%	78,50	46,63	5,94	78,50	56,21	7,16	78,50	58,80	7,49	6,86 ± 0,67
30%	78,50	60,52	7,71	78,50	40,90	5,21	78,50	46,08	5,87	6,26 ± 1,06

Fonte: Autor, 2018



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO AXIAL

4.1.2 Resultados com 14 dias de vida

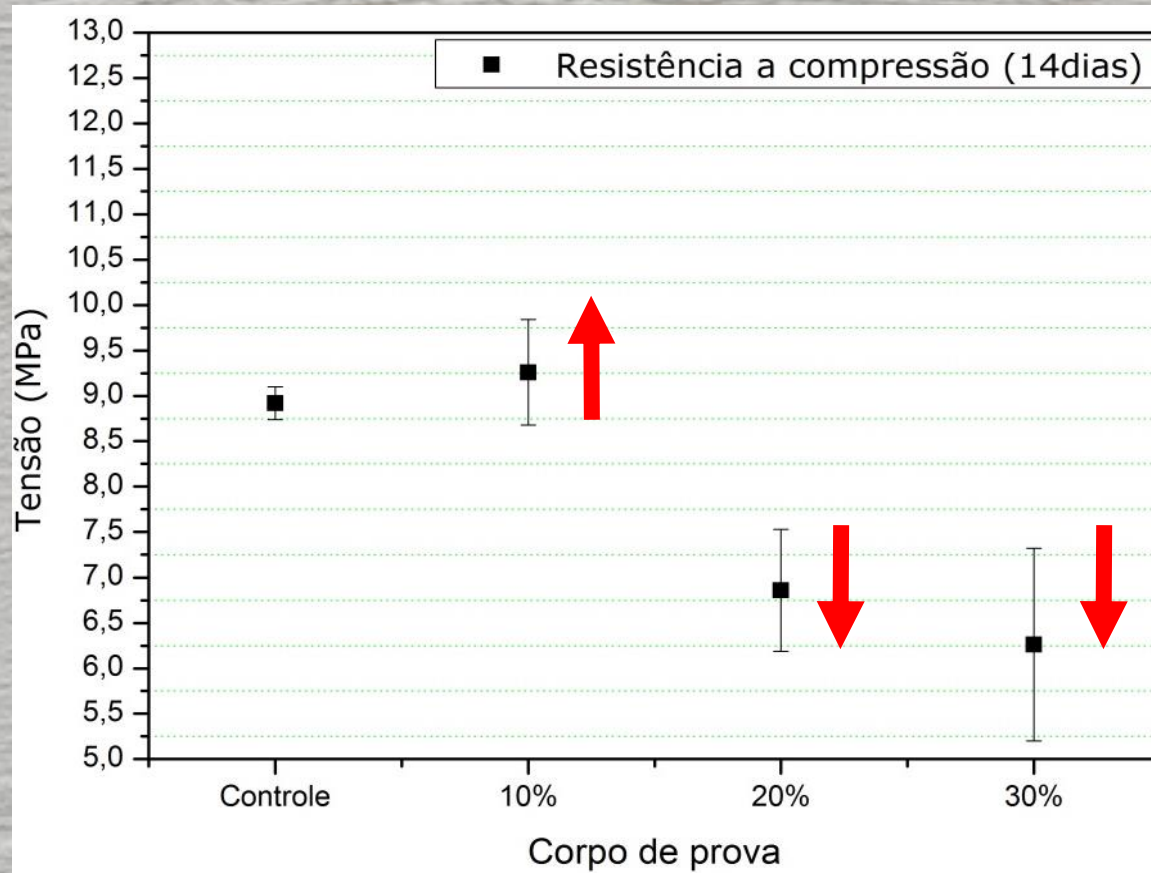


Figura 36: Resultados do teste de compressão axial – 14 dias
Fonte: Autor, 2018.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO AXIAL

4.1.3 Resultados com 21 dias de vida

Tabela 10: Resultados do ensaio de resistência a compressão axial – 21 dias

Resultados do teste de compressão axial – 21 dias

	CP1			CP2			CP3			Média
	Área (cm ²)	Força (kN)	Tensão (MPa)	Área (cm ²)	Força (kN)	Tensão (MPa)	Área (cm ²)	Força (kN)	Tensão (MPa)	Tensão (MPa)
Controle	78,50	92,87	11,83	78,50	79,29	10,10	78,50	90,28	11,50	11,14 ± 0,75
10%	78,50	100,24	12,77	78,50	93,57	11,92	78,50	79,76	10,16	11,62 ± 1,09
20%	78,50	61,62	7,85	78,50	64,37	8,20	78,50	63,59	8,10	8,05 ± 0,15
30%	78,50	60,45	7,70	78,50	40,98	5,22	78,50	47,10	6,00	6,31 ± 1,04

Fonte: Autor, 2018.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO AXIAL

4.1.3 Resultados com 21 dias de vida

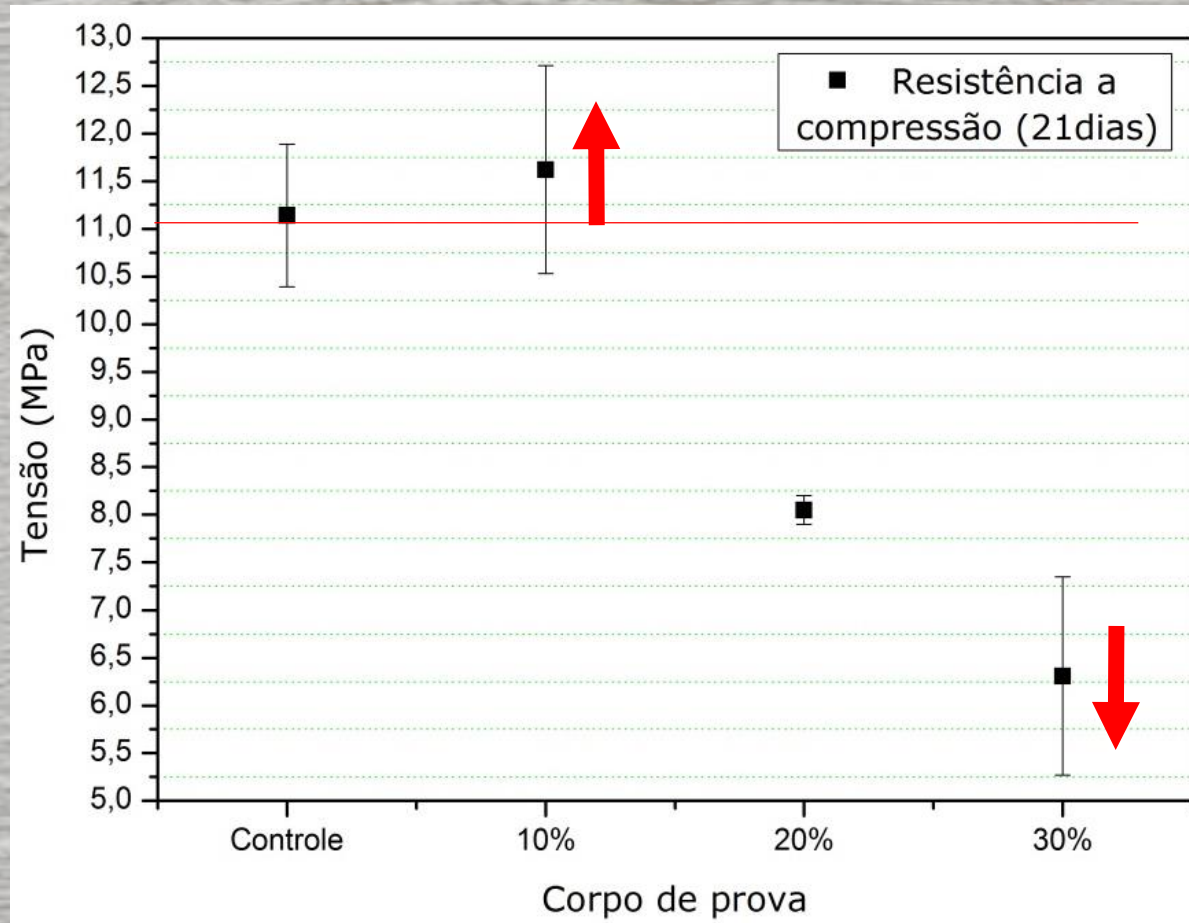


Figura 37: Resultados do teste de compressão axial – 21 dias

Fonte: Autor, 2018.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO AXIAL

4.1.4 Resultados com 28 dias de vida

Tabela 11: Resultados do ensaio de resistência a compressão axial – 28 dias

Resultados do teste de compressão axial – 28 dias										
	CP1			CP2			CP3			Média
	Área (cm ²)	Força (kN)	Tensão (MPa)	Área (cm ²)	Força (kN)	Tensão (MPa)	Área (cm ²)	Força (kN)	Tensão (MPa)	Tensão (MPa)
Controle	78,50	95,77	12,20	78,50	94,28	12,01	78,50	95,77	12,20	12,14 ± 0,09
10%	78,50	98,13	12,50	78,50	98,91	12,60	78,50	94,99	12,10	12,40 ± 0,22
20%	78,50	63,59	8,10	78,50	64,37	8,20	78,50	72,22	9,20	8,50 ± 0,50
30%	78,50	61,23	7,80	78,50	42,00	5,35	78,50	51,03	6,50	6,55 ± 1,00

Fonte: Autor, 2018.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO AXIAL

4.1.4 Resultados com 28 dias de vida

Goede (2009)

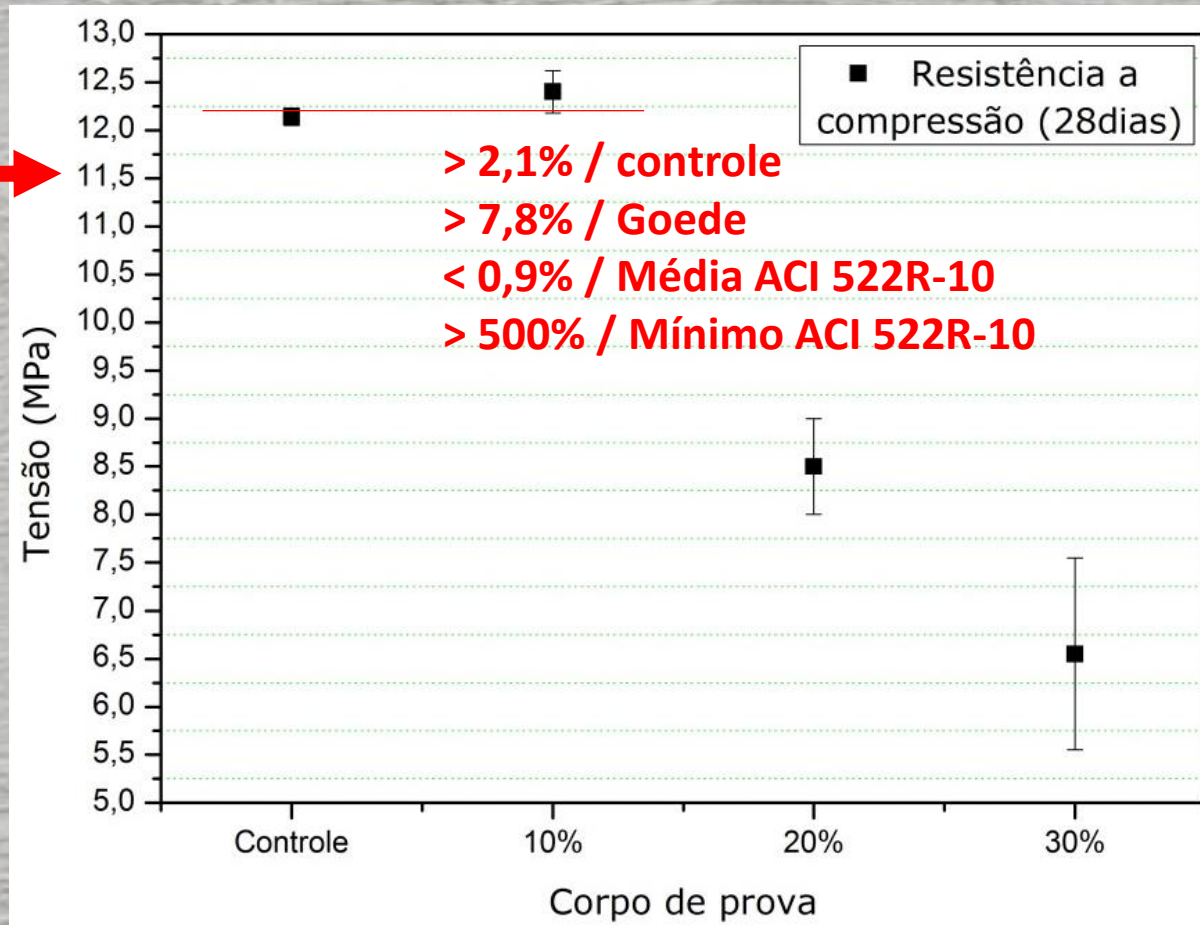


Figura 38: Resultados do teste de compressão axial – 28 dias

Fonte: Autor, 2018.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO AXIAL

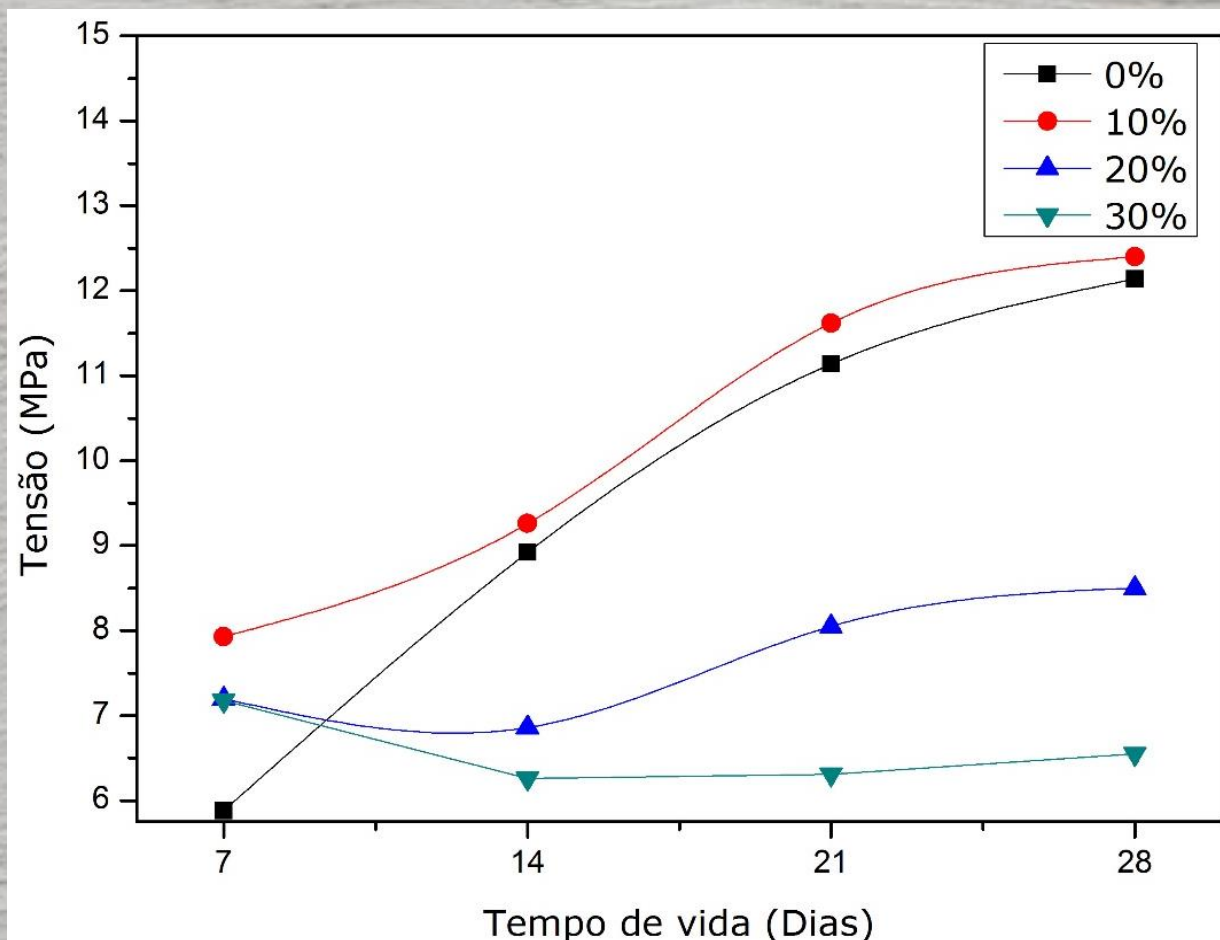


Figura 39: Comparação dos resultados da Resistência a compressão Axial em relação ao tempo de vida

Fonte: Autor, 2018.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.2 ENSAIO DE IMERSÃO

4.2.1 Absorção de água por imersão

CORPO DE PROVA PRISMÁTICO				28 DIAS	
CORPO DE PROVA		Massa seca (g)	Massa saturada (g)	Absorção de água (%)	Absorção média de água (%)
CONTROLE	1	5,892	6,215	6,29	6,17 ± 0,12
	2	5,414	5,742	6,06	
10% de Substituição	1	5,852	6,220	6,29	6,42 ± 0,13
	2	5,800	6,180	6,55	
20% de Substituição	1	6,435	6,755	4,97	5,33 ± 0,36
	2	6,320	6,680	5,70	
30% de Substituição	1	5,800	6,160	6,21	5,92 ± 0,29
	2	5,926	6,260	5,64	

Tabela 12: Resultados da absorção de água por imersão

Fonte: Autor, 2018.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.2 ENSAIO DE IMERSÃO

4.2.1 Absorção de água por imersão

Neville (1997)
<10% = concreto
de boa
qualidade

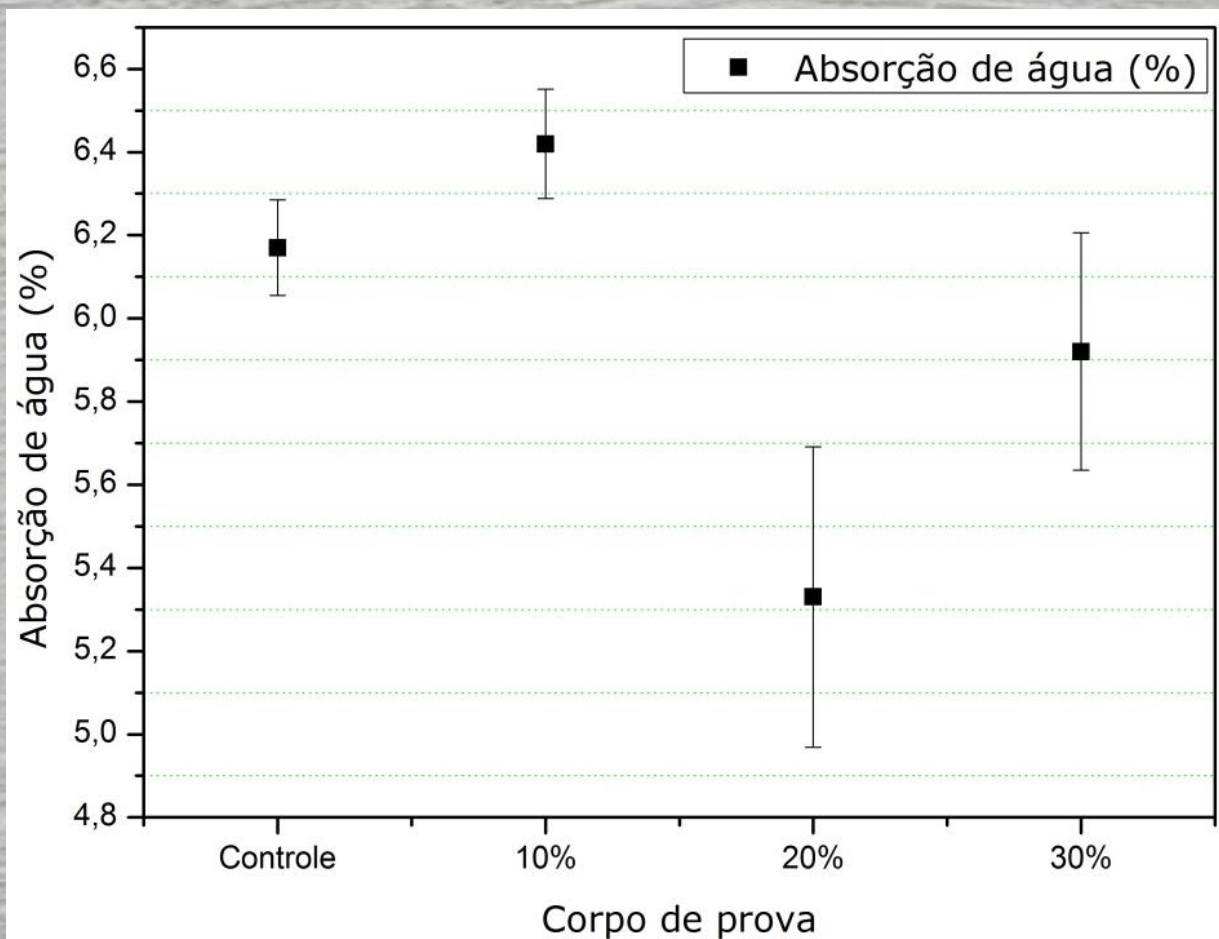


Figura 40: Resultados da absorção de água por imersão

Fonte: Autor, 2018.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.2 ENSAIO DE IMERSÃO

4.2.2 Determinação do índice de vazios

Tabela 13: Resultados da determinação do índice de vazios

CORPO DE PROVA PRISMÁTICO					28 DIAS	
CORPO DE PROVA		Massa seca (g)	Massa saturada (g)	Massa imersa (g)	Índice de vazios (%)	Índice de vazios médio (%)
CONTROLE	1	5,892	6,215	3,410	11,515	12,036 ± 0,52
	2	5,414	5,742	3,130	12,557	
10% de Substituição	1	5,852	6,220	3,388	12,994	13,235 ± 0,24
	2	5,800	6,180	3,360	13,475	
20% de Substituição	1	6,435	6,755	3,728	10,572	11,242 ± 0,67
	2	6,320	6,680	3,658	11,913	
30% de Substituição	1	5,800	6,160	3,306	12,614	12,12 ± 0,50
	2	5,926	6,260	3,386	11,621	

Fonte: Autor, 2018.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.2 ENSAIO DE IMERSÃO

4.2.2 Determinação do índice de vazios

(Tennis et al. 2004) em seu estudo aponta que índices de vazios na ordem de 20% garantem boas características quanto a resistência e também permeabilidade.

O concreto tido como permeável é considerado um compósito com baixa porosidade quando apresentarem índices de vazios abaixo de 15%, e com porosidade elevada se esses índices forem superiores a 30% (BATEZINI, 2013) . Os CP's que foram analisados são considerados com baixa porosidade, o que pode demonstrar que, apesar da presença da fibra ser um fator que prejudique a amalgamação do concreto para obter uma mistura homogênea, houve um bom adensamento.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.2 ENSAIO DE IMERSÃO

4.2.2 Determinação do índice de vazios

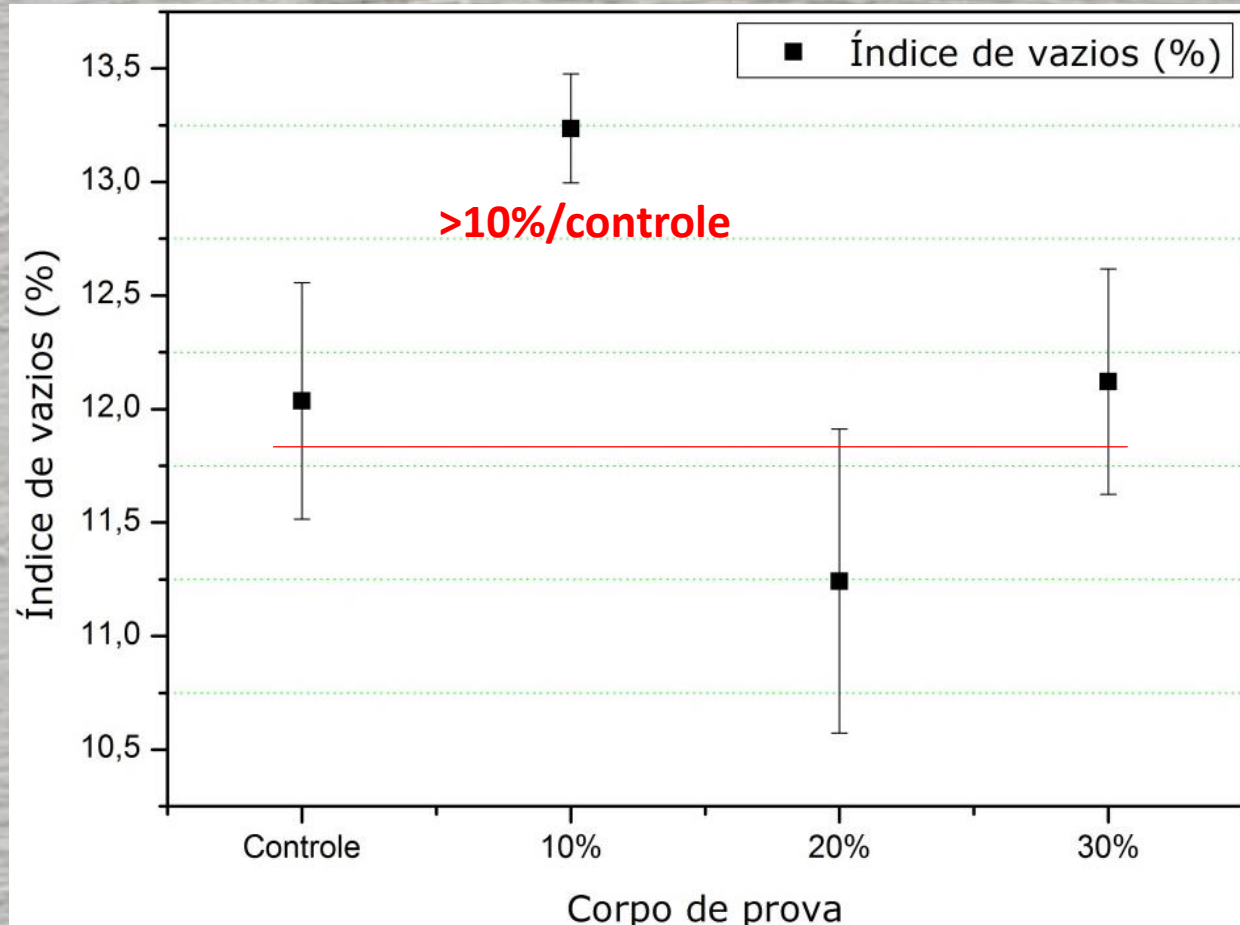


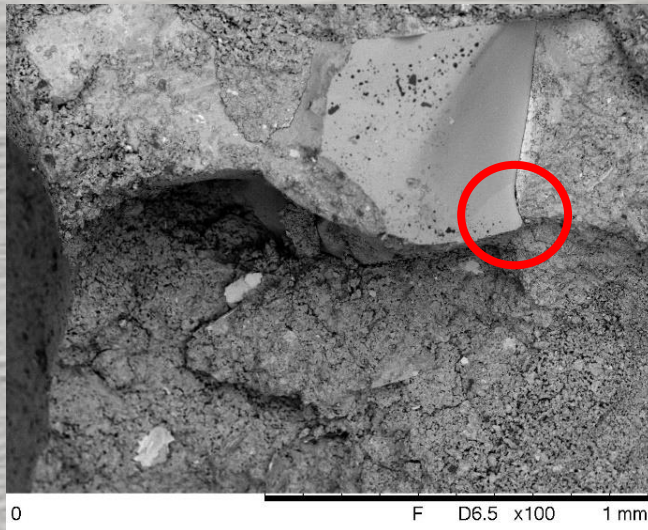
Figura 41: Resultados da determinação do índice de vazios

Fonte: Autor, 2018.

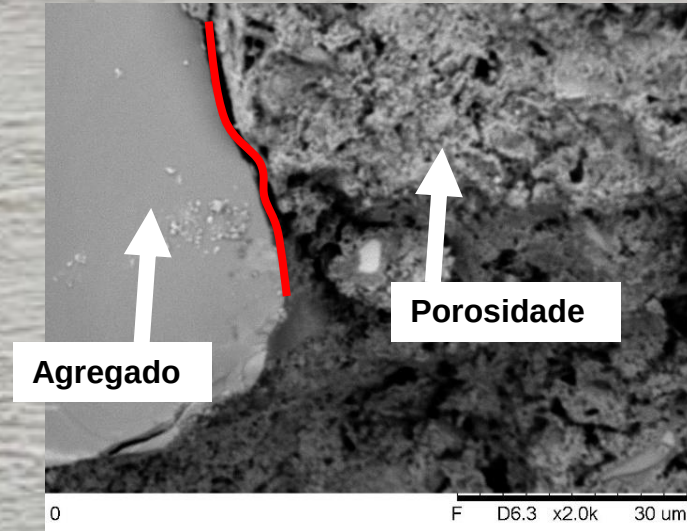


4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

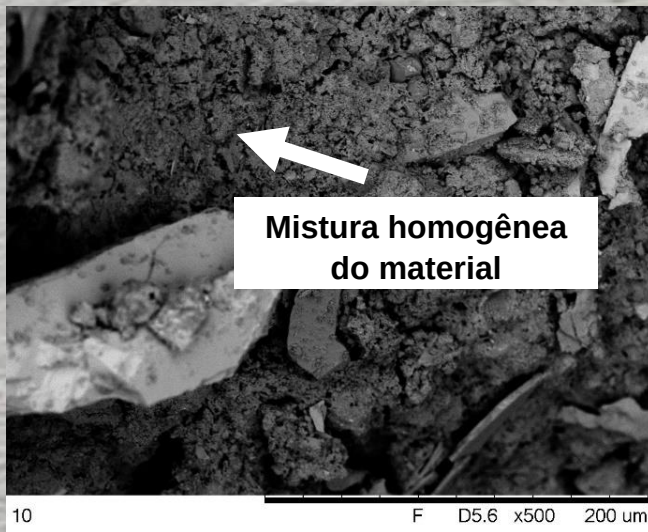
4.3 MEV



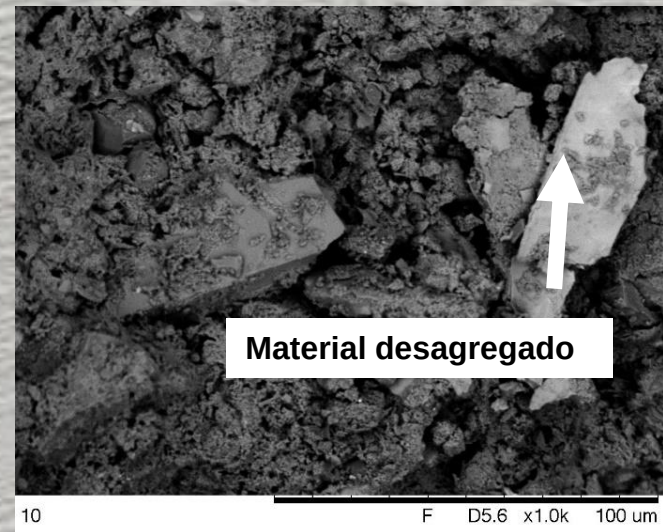
**Figura 42: Imagem estrutural
100x (controle)**



**Figura 43: Imagem estrutural 2000x
(controle)**



**Figura 44: Imagem estrutural
500x (10%)**



**Figura 45: Imagem estrutural 1000x
(10%)**



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.3 MEV

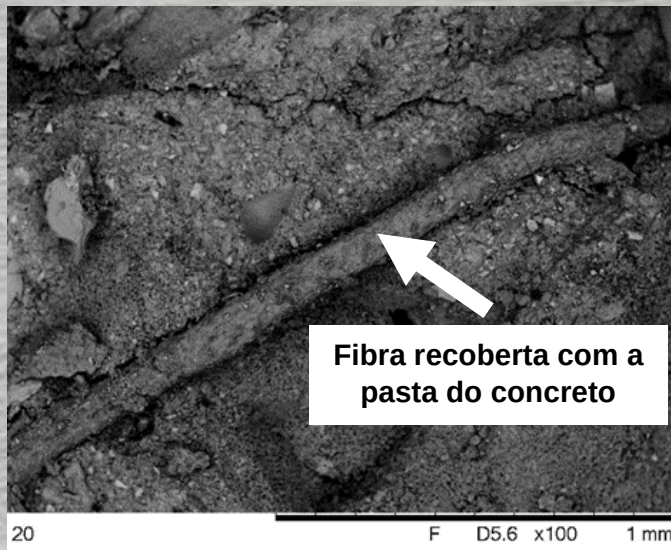


Figura 1: Imagem estrutural 100x (20%)

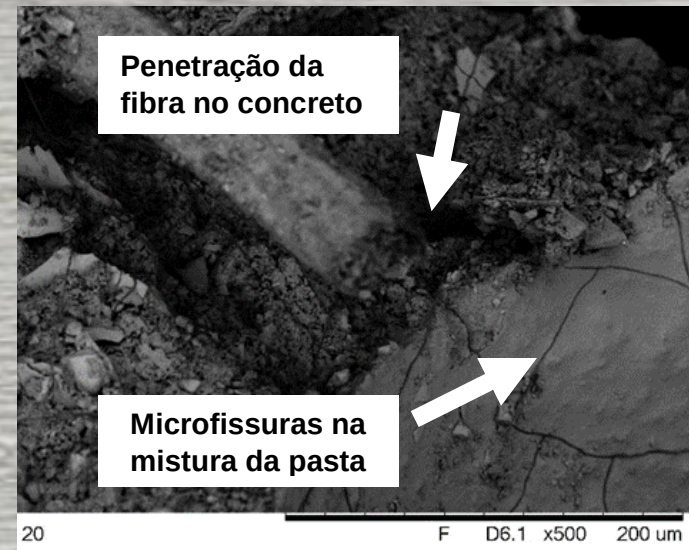


Figura 2: Imagem estrutural 500x (20%)

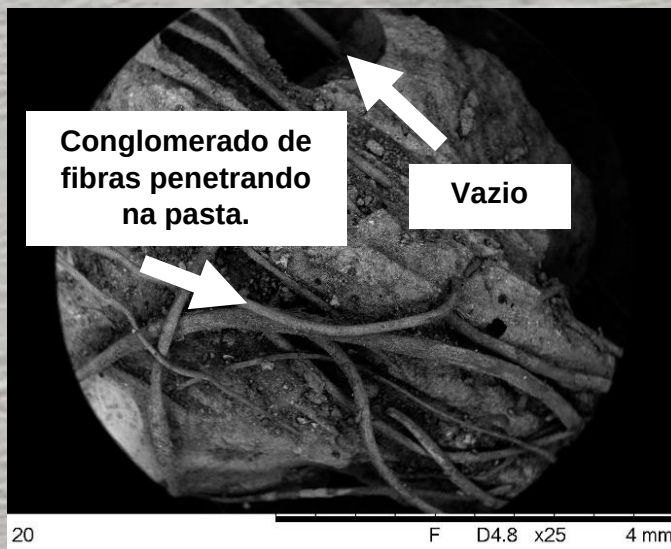


Figura 1: Imagem estrutural 25x (30%)

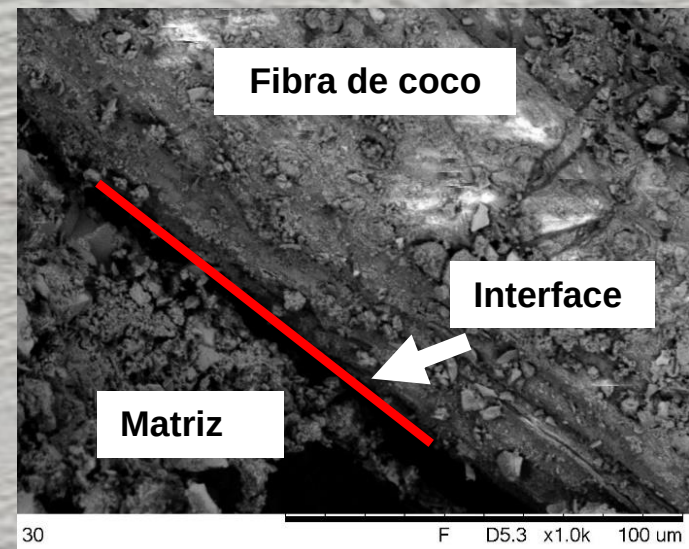


Figura 2: Imagem estrutural 1000x (30%)



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.4 RESISTÊNCIA A TRAÇÃO NA FLEXÃO

Tabela 1: Resultados da resistência à tração na flexão						
CORPO DE PROVA PRISMÁTICO				IDADE:	28 DIAS	
CORPO DE PROVA	Ruptura (KN)	Largura méd. b (mm)	Largura méd. d (mm)	Terço de Ruptura (mm)	Tensão (MPa)	Tensão méd. (MPa)
CONTROLE	1 7,20	103	99	Meio	2,14	2,06 ± 0,12
	2 7,20	102	103	Lado - 96mm	1,92	
	3 7,47	104	98	Meio	2,24	
	4 7,23	100	104	Meio	2,01	
	5 7,20	109	100	Meio	1,98	
10% de Substituição	1 7,66	103	100	Meio	2,23	2,29 ± 0,04
	2 8,24	102	103	Meio	2,28	
	3 9,11	104	106	Meio	2,34	
	4 8,34	100	104	Meio	2,31	
	5 8,90	109	101	Lado - 95mm	2,28	
20% de Substituição	1 7,10	103	102	Meio	1,99	1,98 ± 0,07
	2 7,32	102	103	Meio	2,03	
	3 7,02	104	102	Meio	1,95	
	4 6,92	100	100	Meio	2,08	
	5 7,25	101	107	Meio	1,88	
30% de Substituição	1 7,35	103	104	Lado - 98mm	1,94	1,96 ± 0,14
	2 7,80	102	103	Meio	2,16	
	3 7,36	104	106	Meio	1,89	
	4 7,45	100	104	Meio	2,07	
	5 7,30	109	107	Meio	1,75	

Fonte: Autor, 2018.

OS RESULTADOS PARA RESISTÊNCIA A TRAÇÃO NA FLEXÃO FORAM CONSIDERADOS INFERIORES AO QUE SE ESPERAVA, UMA VEZ QUE OUTROS ESTUDOS COMO GONÇALVES, 2002, OBTIVERAM VALORES PRÓXIMOS A 4MPa.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.4 RESISTÊNCIA A TRAÇÃO NA FLEXÃO

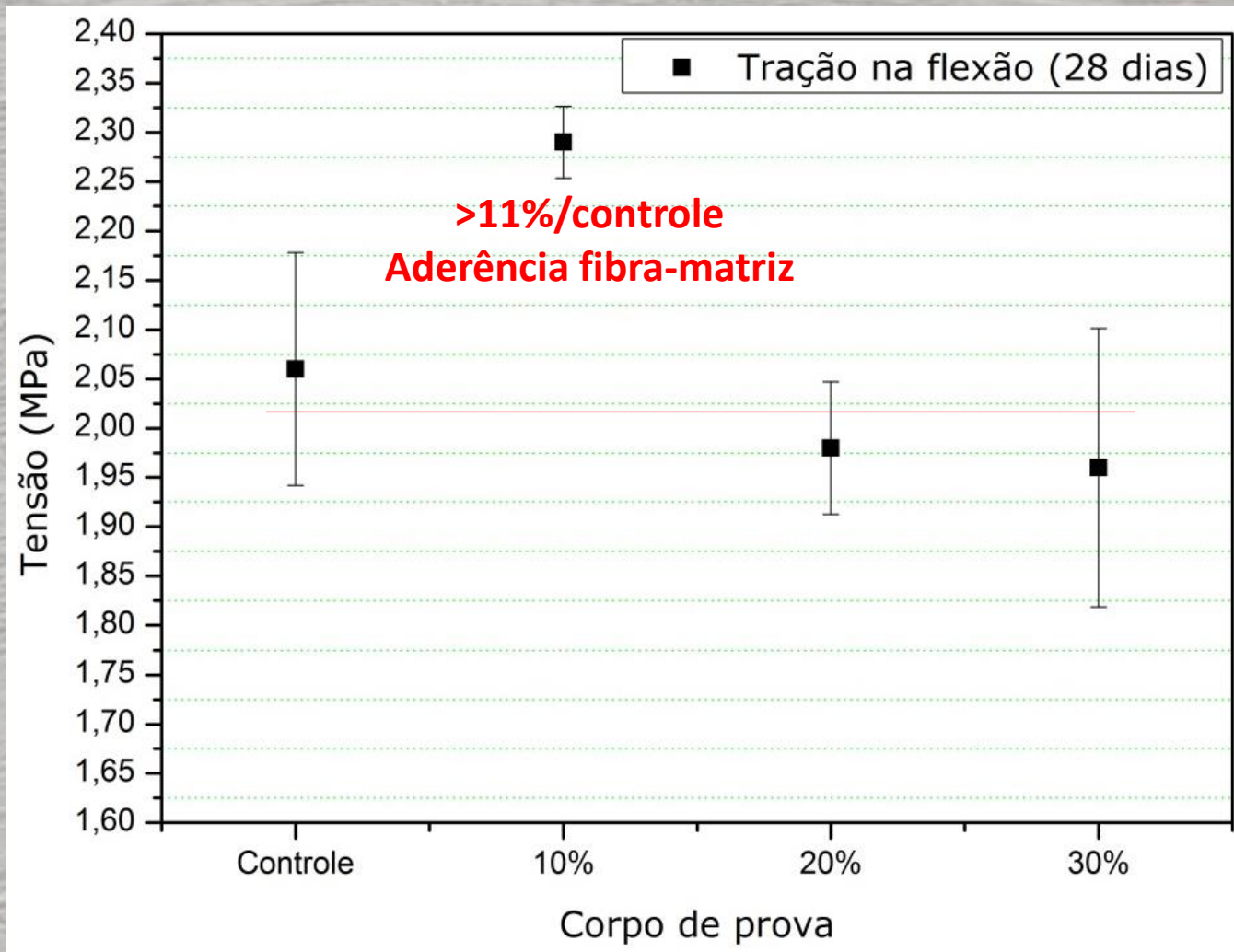


Figura 50: Resultados Tração na flexão (28 dias)

Fonte: Autor, 2018.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.4 RESISTÊNCIA A TRAÇÃO NA FLEXÃO

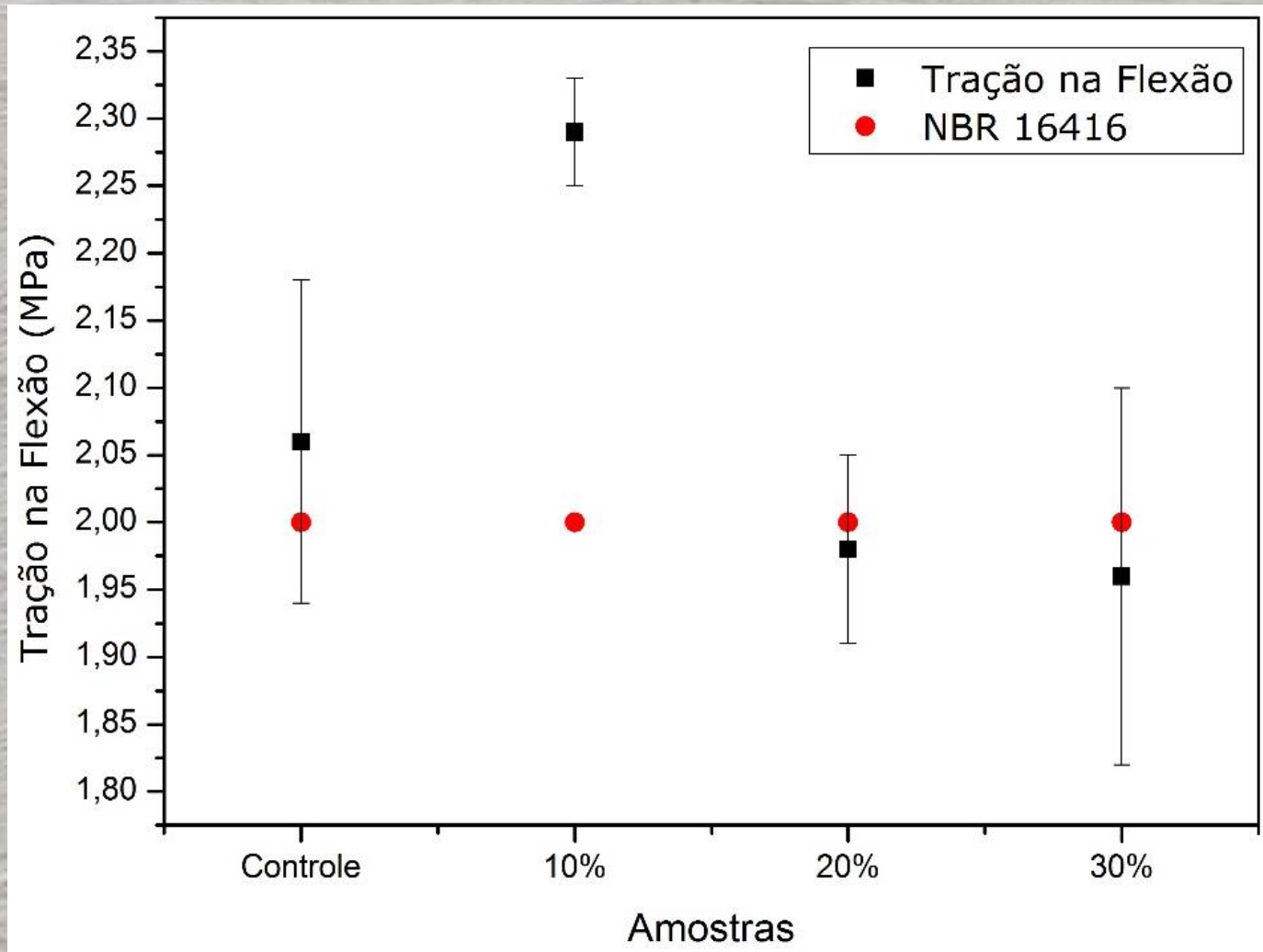


Figura 51: Comparação dos resultados de tração na flexão com a norma NBR 16416/2015 [6]

Fonte: Autor, 2018.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.5 DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE

CORPO DE PROVA PRISMÁTICO				28 DIAS			
CORPO DE PROVA		Massa de água filtrada (Kg)	Diâmetro interno do cilindro de infiltração (mm)	Tempo necessário para a água percolar (s)	Coeficiente de permeabilidade (mm/h)	Coeficiente de permeabilidade médio (mm/h)	
CONTROLE	1	18	290	66	14864,34	15095,40	± 189,64
	2	18	290	65	15093,02		
	3	18	290	64	15328,85		
10 % de Substituição	1	18	290	63	15572,16	15826,07	± 208,45
	2	18	290	62	15823,33		
	3	18	290	61	16082,73		
20 % de Substituição	1	18	290	67	14642,48	14720,88	± 277,44
	2	18	290	68	14427,15		
	3	18	290	65	15093,02		
30 % de Substituição	1	18	290	67	14642,48	14498,93	± 101,51
	2	18	290	68	14427,15		
	3	18	290	68	14427,15		

Tabela 16: Resultados da determinação do coeficiente de permeabilidade

Fonte: Autor, 2018.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.5 DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE

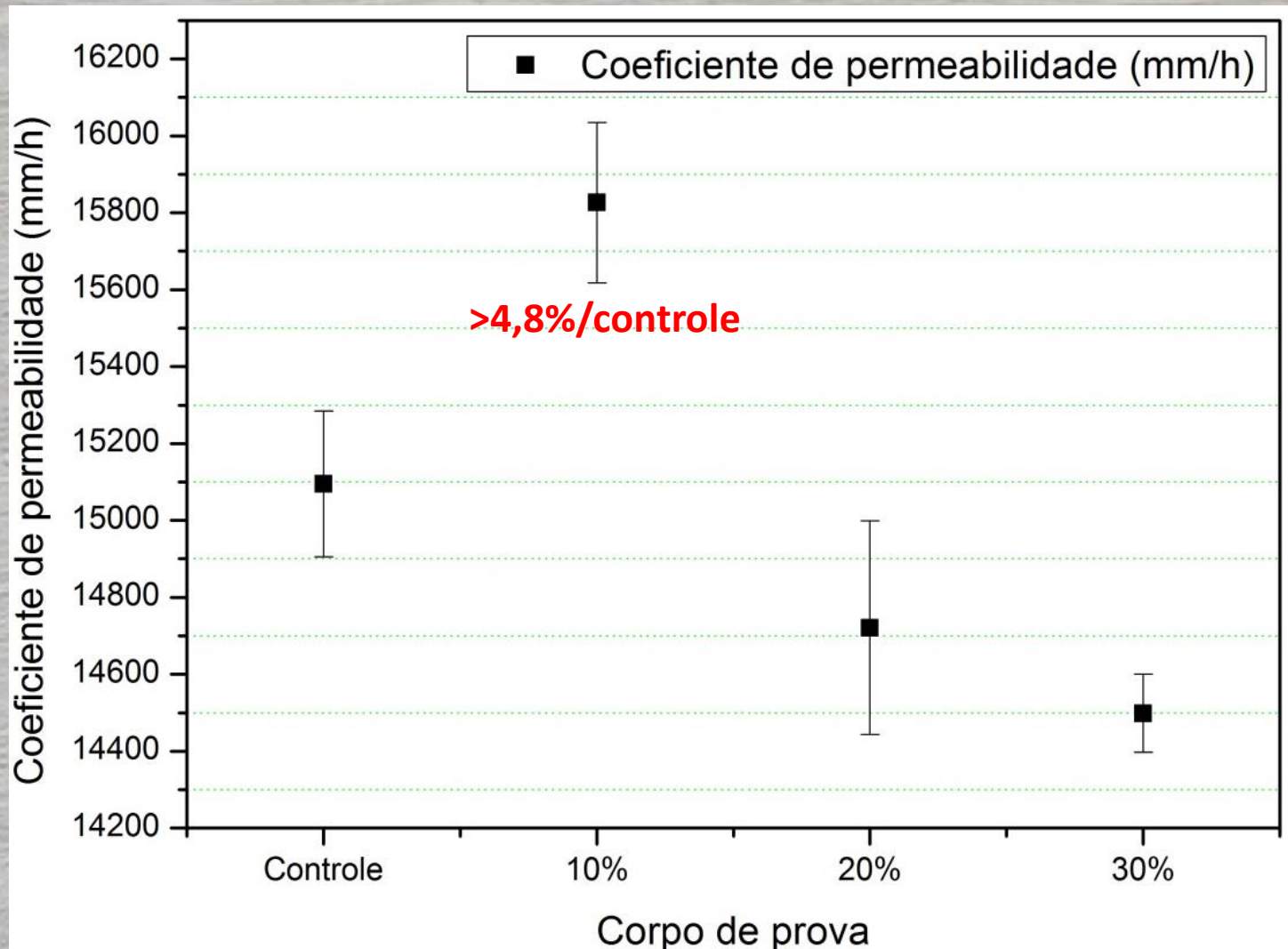


Figura 52: Resultados Coeficiente de Permeabilidade (28 dias)

Fonte: Autor, 2018.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.5 DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE

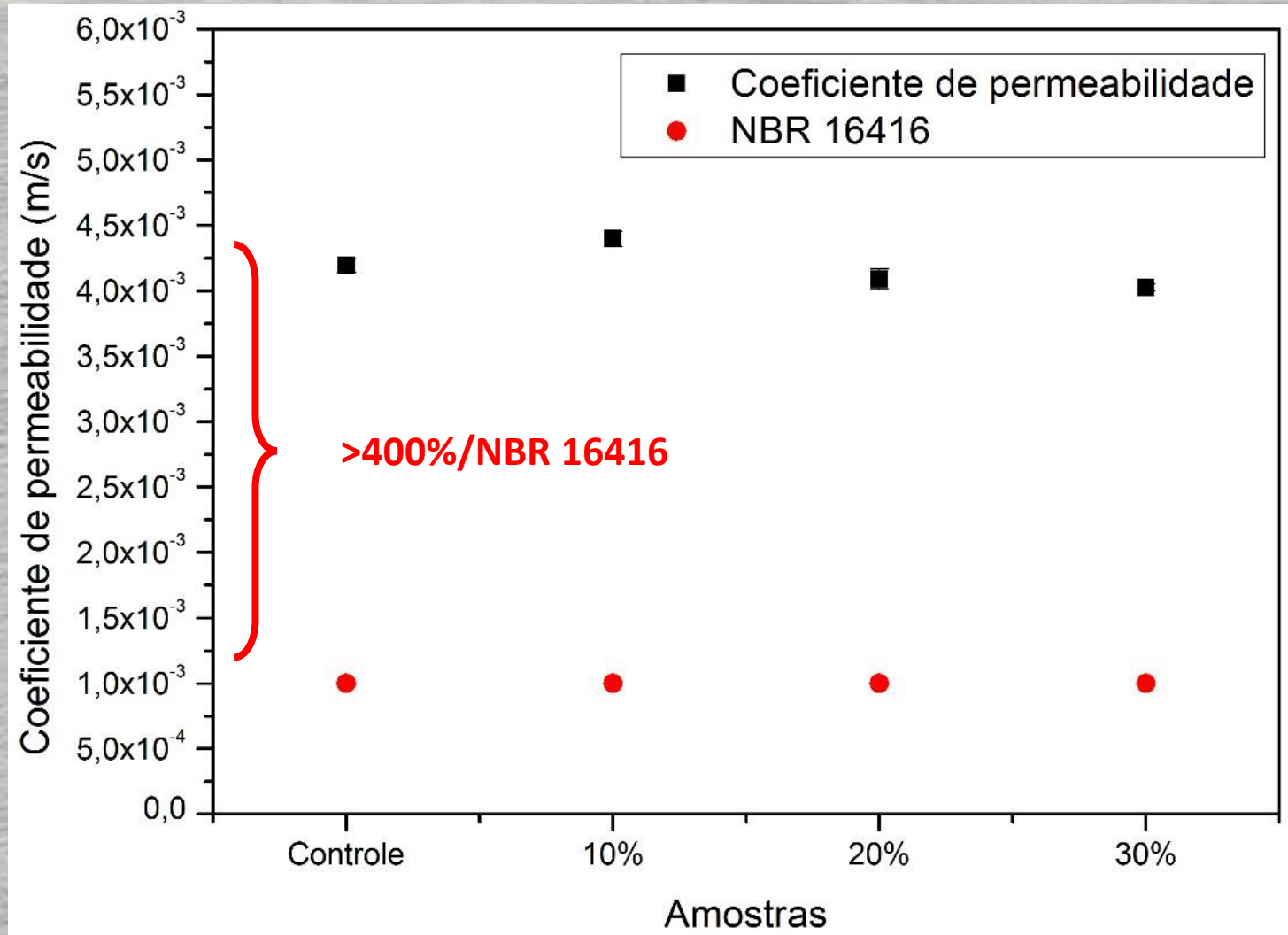


Figura 53: Comparação dos resultados da Permeabilidade com a NBR 16416 [6]

Fonte: Autor, 2018.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.6 COMPARAÇÃO DAS PROPRIEDADES DEMONSTRADAS NOS RESULTADOS DOS ENSAIOS

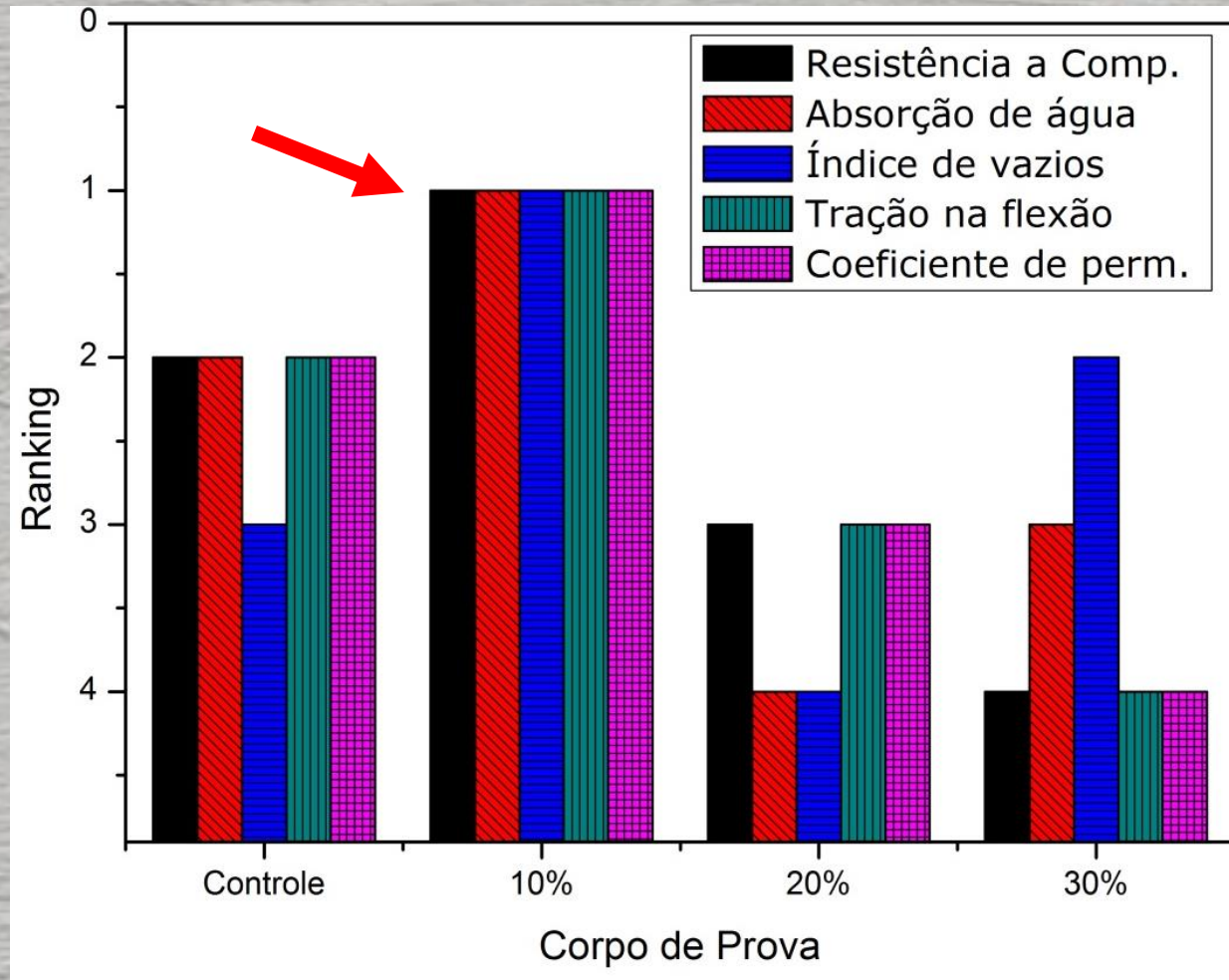


Figura 54: Comparação dos resultados obtidos nos diversos testes

Fonte: Autor, 2018.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.6 COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA DEMONSTRADA NOS RESULTADOS DOS ENSAIOS

**COM BASE NESTA ANÁLISE ESTIPULOU-SE A SEGUINTE
ORDEM DE QUALIDADE NOS RESULTADOS.**

- 1) AMOSTRAS DE 10%**
- 2) CONTROLE**
- 3) AMOSTRAS DE 20%**
- 4) AMOSTRAS DE 30%**



5. CONCLUSÕES

O teste para a permeabilidade, fator relevante para esse estudo, obteve resultados expressivos, visto que se aproximaram de **400% ao que é solicitado em norma.**

No ensaio para tração na flexão, obteve-se resultados muito próximos ao que se estabelece na norma, onde as amostras de 10% obtiveram melhores desempenhos com resistência média de **2,29 MPa que é cerca de 14,5% acima do mínimo pretendido.** Este fato também ocorreu com as amostras de 10% na resistência a compressão que atingiram **12 MPa aproximadamente onde se esperava estar entre 2,8 e 28 MPa.**



5. CONCLUSÕES

Observando todos os resultados obtidos pelos testes laboratoriais ficou claro a viabilidade da utilização da fibra de coco para atuar como agente ecológico e de reforço de propriedades nos concretos permeáveis para pavimentos, porém, limitando-se a 10% de substituição da brita, sendo que, as demais dosagens apresentaram perda de propriedades importantes para este tipo de pavimento.

Como a fibra de coco é um material vegetal rico em lignina, celulose e hemiceluloses, levando de oito a dez anos para se decompor no ambiente. Desse modo, o aproveitamento desse resíduo proporciona benefícios econômico, social, agrônômico, ambiental e reduz agentes transmissores de doenças.



5. TRABALHOS FUTUROS

- 1) Testar subdosagens entre 10 e 20% de substituição de fibra;**
- 2) Testar o comportamento do material com relação a abrasão;**
- 3) Utilizar endurecedores químicos em busca de melhorar resultados;**
- 4) Analisar a utilização de outras fibras;**
- 5) Alterar o fator água/cimento e analisar a influência sobre o compósito;**
- 6) Testar dosagens pequenas de agregado miúdo.**



MUITO OBRIGADO A TODOS.