

IBRACON 2007

**CT-MAB: VII Seminário de desenvolvimento sustentável e a reciclagem na
construção civil**

Prof. Dr. ENIO PAZINI FIGUEIREDO

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL**

USO DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD)

INFLUÊNCIA DO AGREGADO GRAÚDO RECICLADO

**DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO PREDIAL, PROVENIENTES DAS ETAPAS CONSTRUTIVAS DE ESTRUTURAS E
ALVENARIAS,
NAS PROPRIEDADES DO CONCRETO FRESCO E ENDURECIDO**

Dissertações de:
Wesley C. Nunes
Deusair R. dos Santos

GOIÂNIA
2007

RESOLUÇÃO CONAMA 307 / 2002

A RESOLUÇÃO CONAMA 307, de 5 de julho de 2002, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, tanto para os geradores (empresas construtoras) quanto às administrações públicas, por considerar que a disposição de resíduos da construção civil em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental.

Considera, ainda, que a gestão de resíduos da construção (RCD) deve ser integrada (empresas / prefeituras) e proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental (minimizar os impactos).

O ARTIGO 3.º, ÍTEM I, DEFINE:

Resíduos Classe A: são resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados para concretos, provenientes da construção civil.

Os resíduos “Classe A” de construção e demolição (RCD) provêm:

- ✓ de construção, demolição, reformas, reparos de pavimentação e obras de infra-estrutura;
- ✓ de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassas e concretos;
- ✓ de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.).

Deposições irregulares de RCD em região urbana



Deposições irregulares de RCD na cidade de Goiânia-GO (COMURG, 2005)

Quais os transtornos sociais, econômicos e ambientais causados por panoramas urbanos como estes?

Por que situações como estas ainda acontecem?

CONSTRUÇÃO CIVIL (obras)

**FALTA OU DEFICIÊNCIA
DE GERENCIAMENTO**

DESPERDÍCIOS DE MATERIAS

**O PANORAMA
É ASSIM,
AINDA !?**

**INCORPORADOS NOS
PROCESSOS CONSTRUTIVOS**

ENTULHO

**ATERROS MUNICIPAIS OU
DESCARTES IRREGULARES**

IMPACTOS
(ambiental, econômico e social)

Geração e reciclagem dos RCD



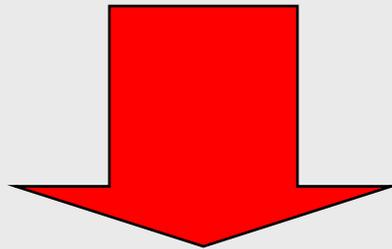
Propriedades dos AGR de RCD:

- a) Composição granulométrica;**
- b) Forma e textura das partículas;**
- e) Massa específica e massa unitária;**
- d) Absorção de água;**
- e) Desgaste por abrasão; e**
- f) Composição (AGR misto).**

a) Composição granulométrica (MF AGR > MF AGN)

A composição granulométrica do AGR é influenciada pelo:

- ✓ Tipo de britador (impacto, mandíbula, cones de britagem etc.);
- ✓ Sistema de processamento (tipo e regulagem do britador);



Influencia na trabalhabilidade (concreto no estado fresco)

Propriedades dos AGR - granulometria

Composição granulométrica do agregado graúdo reciclado

Agregado graúdo reciclado			
Peneiras (mm)	% Retido	% Retido acumulada	Método de ensaio (NBR)
19	0,2	0	
12,5	45,6	46	
9,5	27,3	73	
6,3	15,6	89	7217 (1987)
4,8	6,6	95	
< 4,8	4,7	100	
Total	100	-	
Módulo de finura		6,69	7217 (1987)
Dimensão máxima característica (mm)		19	7217 (1987)
Graduação		-	7211 (1983)

(LEITE, 2001)

b) Forma e textura das partículas

Os agregados reciclados apresentam formas angulares e texturas mais rugosas (porosas).

Correlacionam-se:

- ✓ Tipo de britador (impacto, mandíbula cones de britagem etc.);
- ✓ Sistema de processamento (tipo e regulagem do britador);
- ✓ Partículas com aderências superficiais de argamassas.
- ➔ Influencia a trabalhabilidade (consistência) do concreto.

LEITE (2001)

c) Massa específica (m_e) e massa unitária (m_u)

Os AGR apresentam m_e e $m_u <$ do que os AGN ($< slump$).

Essas propriedades (densidades) correlacionam-se com:

- ✓ Maior quantidade de argamassa aderida às partículas dos AGR;
- ✓ Porosidade (as partículas dos AGR são mas porosas);
- ✓ Presença de materiais cerâmicos (partículas);
- ✓ Composição granulométrica;
- ✓ Umidade (mais porosos \rightarrow poros mais internos);
- ✓ Desagregação das partículas (sobretudo quando saturadas); etc.

b) Massa específica e massa unitária

- Grau de adensamento;
- Compacidade do material.

Massa unitária das amostras dos agregados reciclados analisados

Amostras	Massa unitária (kg/dm³)		
	Graúdo	Miúdo	Integral
A	1,09	1,40	1,40
B	1,00	1,37	1,36
C	1,12	1,43	1,38
D	1,16	1,44	1,40
Média	1,09	1,41	1,39

(ZORDAN, 1997)

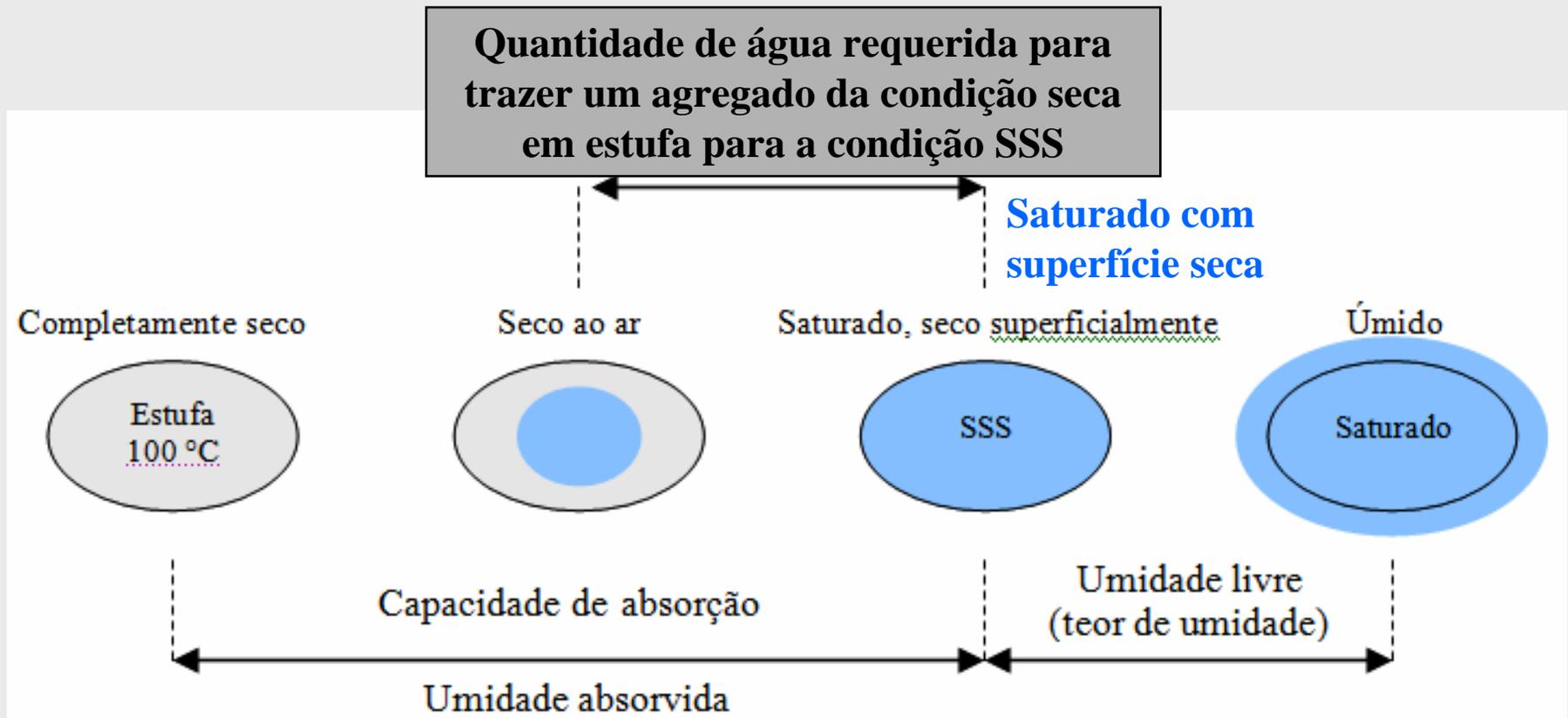
d) Absorção de água

Os agregados reciclados apresentam taxas de absorção de água significativamente maiores do que as taxas verificadas nos agregados naturais.

Correlaciona-se com:

- ✓ Umidade inicial do agregado (condição de umidade);
- ✓ Quantidade de pasta/argamassa antiga aderida nas partículas;
- ✓ Presença de materiais (partículas) cerâmicas (porosidade);
- ✓ Porosidade – quantidade de poros e da rede de interconexão entre estes.

CONDIÇÕES DE UMIDADE, ABSORÇÃO EFETIVA E CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DO AGREGADO PARA CONCRETO



Representação esquemática das condições de umidade do agregado para concreto (partícula)

Figura elaborada a partir de Neville (1997); Carrijo (2005); Mehta (1994).

e) Desgaste por abrasão (AGR)

Os AGR apresentam menor resistência ao impacto e ao desgaste por abrasão, quando comparados aos AGN.

Correlacionam-se:

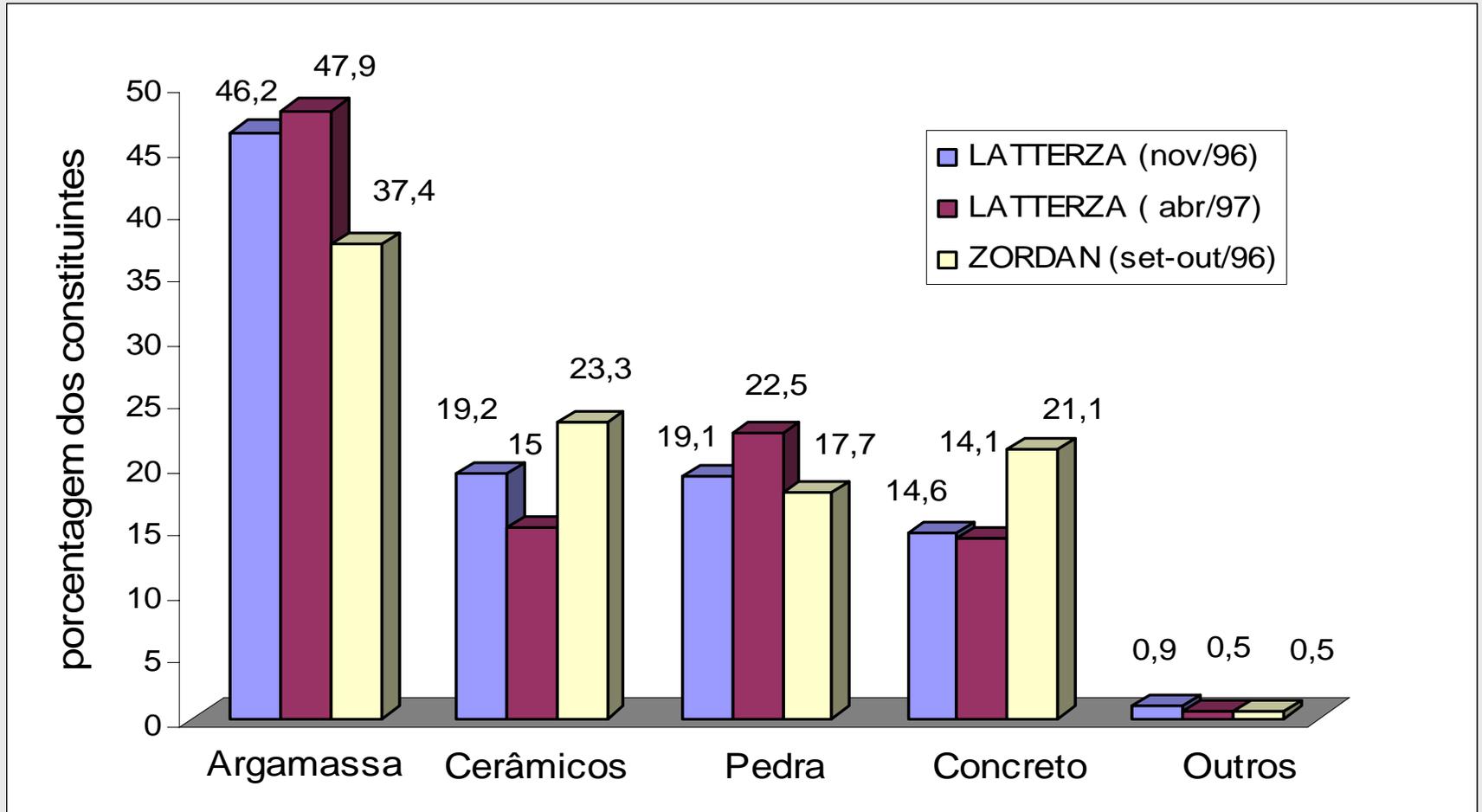
- ✓ Argamassa antiga aderida às partículas dos AGR;
- ✓ Fraca ligação (aderência) da argamassa/pasta às partículas;
- ✓ Presença de partículas cerâmicas (resistência variada);

f) Composição (AGR misto)

Correlaciona-se com:

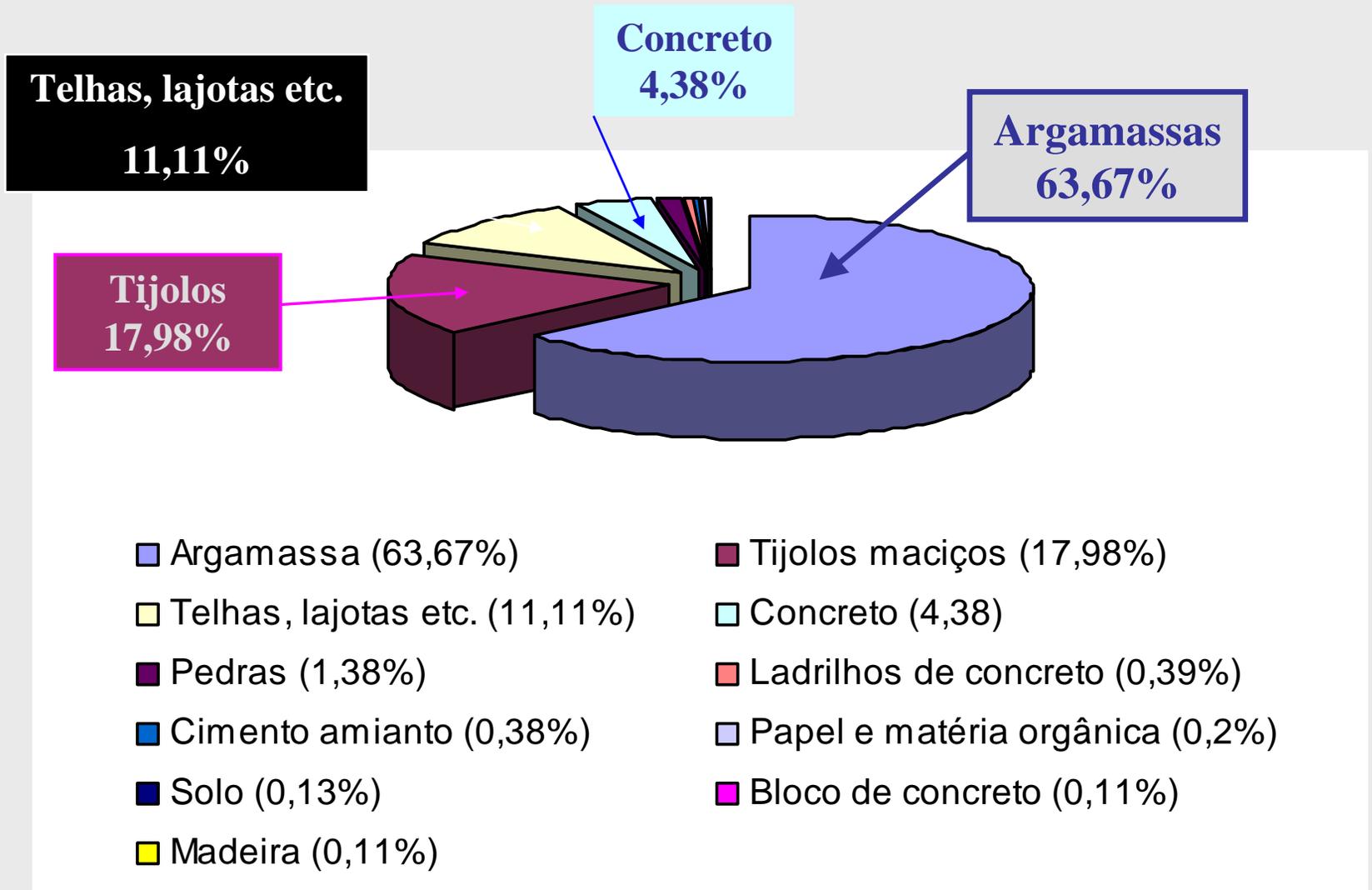
- ✓ Fonte geradora do RCD;
- ✓ Tecnologia construtiva (obra geradora);
- ✓ Coleta seletiva na obra (pré-seleção);
- ✓ Sistema de processamento de britagem.

Composição dos RCD



Porcentagem média dos constituintes dos resíduos de construção coletados na Usina de Ribeirão Preto em diferentes períodos (ZORDAN, 1997; LATTERZA, 1998)

Composição dos RCD



Distribuição da composição média de resíduos de construção coletadas em São Carlos (PINTO, 1986)

CONCRETOS COM AGREGADOS RECICLADOS DE RCD (Classe A):

Cimento + Agregados naturais + agregados reciclados de RCD

✓ CIMENTO + AMN + AGR + ÁGUA;

✓ CIMENTO + AMR + AGN + ÁGUA;

✓ CIMENTO + AMR + AGR + ÁGUA.

■ Onde:

AMN: agregado miúdo natural (areia);

AGN: agregado graúdo natural (brita);

AMR: agregado miúdo reciclado (de RCD);

AGR: agregado graúdo reciclado (de RCD).

Concretos com agregados reciclados (RCD)

Propriedades dos concretos com RCD:

- a) Massa específica;
- b) Teor de ar incorporado;
- c) Trabalhabilidade (consistência – *Slump Test*);
- d) Resistência à compressão;
- e) Módulo de deformação (tangente inicial).

Propriedades dos concretos

a) Massa específica (concreto reciclado)

Massa específica do concreto no estado fresco

Dosagem	Massa específica (kg/dm³)	Relação reciclado/natural
Referência	2,49	1,00
CR1	2,39	0,96
CR7	2,37	0,95
CR28	2,38	0,96
CRNA28	2,36	0,95

(BUTTLER, 2003)

Propriedades dos concretos

b) Trabalhabilidade

Trabalhabilidade das misturas de concretos, produzidos com agregado graúdo reciclado e agregado miúdo natural, medidas pelo abatimento do tronco de cone.

Dosagem	Relação água/cimento	Abatimento do tronco de cone (mm)
Referência	0,41	60
CR1	0,45	50
CR7	0,48	70
CR28	0,45	50
CRNA28	0,48	50

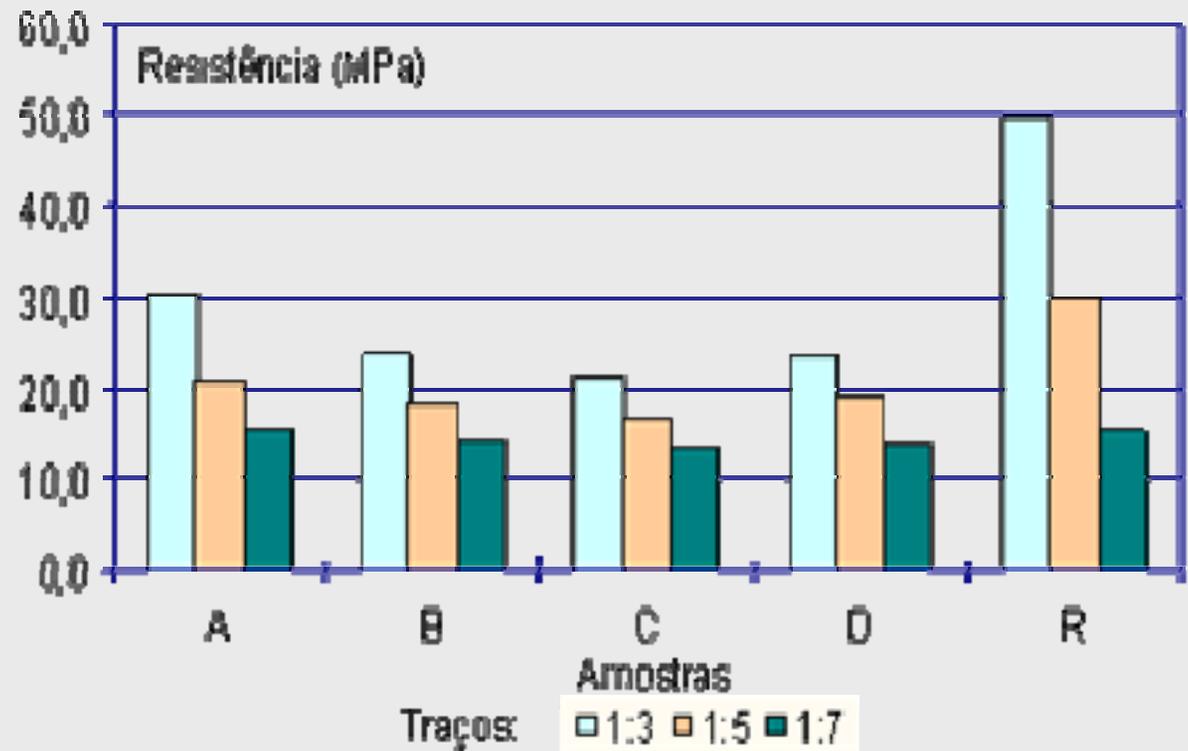
CR= concreto reciclado (1, 7 e 28: dias); NA= Não adensado.

(BUTTLER, 2003)

Propriedades dos concretos

c) Resistência à compressão

Concretos com agregados reciclados grãos e miúdos.
5 amostras (A, B, C, D, e E).



Resistência à compressão aos 28 dias de idade
(ZORDAN, 1997)

OBJETIVO

GERAL

- Avaliar as propriedades fundamentais dos concretos produzidos com agregados graúdos reciclados de RCD, no estado fresco e endurecido.

OBJETIVOS

ESPECÍFICOS

- Avaliar as propriedades físicas fundamentais do agregados graúdos produzidos com RCD: **granulometria, massa específica, absorção de água, composição e abrasão *Los Angeles***;
- Avaliar a influência das substituições total e parcial dos agregados graúdos naturais (AGN) por agregados graúdos reciclados (AGR) nas propriedades do concreto, em seu estado fresco e endurecido: **trabalhabilidade, densidades, resistências à compressão e à tração, módulo de deformação, absorção de água e índice de vazios.**

PROGRAMA EXPERIMENTAL



MÉTODOS E MATERIAIS

➤ Métodos

- ❑ Cinco famílias de concreto com 3 traços produzidos para cada família (1 : m):

rico = 1 : 3,5

normal = 1 : 5,0

pobre = 1 : 6,5

- ✓ Família **CR**_{TRAÇO} (concretos de referência: convencionais);
- ✓ Família **CAGR25**_{TRAÇO} (**25% AGR** + 75% AGN + 100 % AMN);
- ✓ Família **CAGR50**_{TRAÇO} (**50% AGR** + 50% AGN + 100 % AMN);
- ✓ Família **CAGR75**_{TRAÇO} (**75% AGR** + 25% AGN + 100 % AMN);
- ✓ Família **CAGR100**_{TRAÇO} (**100% AGR** + 100 % AMN).

AMN: Agregado miúdo natural;

AGN: Agregado graúdo natural;

AGR: Agregado graúdo reciclado.

C O N C R E T O S

**Traço 1 : 3,5
RICO**

**Concreto Referência
CR_{3,5}**

CAGR25_{3,5}

CAGR50_{3,5}

CAGR75_{3,5}

CAGR100_{3,5}

**Traço 1 : 5,0
NORMAL ou INTERM.**

**Concreto Referência
CR_{5,0}**

CAGR25_{5,0}

CAGR50_{5,0}

CAGR75_{5,0}

CAGR100_{5,0}

**Traço 1 : 6,5
POBRE**

**Concreto Referência
CR_{6,5}**

CAGR25_{6,5}

CAGR50_{6,5}

CAGR75_{6,5}

CAGR100_{6,5}

MÉTODOS E MATERIAIS

Métodos

Traço, consistência e relação a/c dos concretos produzidos:

TRAÇO	1 : 3,5	1 : 5,0	1 : 6,5
Abatimento (slump) (mm)	50 - 110 (mm)	50 - 110 (mm)	50 - 110 (mm)
a/c	a determinar	a determinar	a determinar

MÉTODOS E MATERIAIS

➤ Materiais

☐ Concreto de referência:

- Cimento CP II F - 32;
- Brita de micaxisto ($D_{MÁX} = 19\text{mm} = \text{Brita n.º 1}$);
- Areia natural quartzosa lavada de rio (média);
- Água potável da rede pública de abastecimento - SANEAGO.

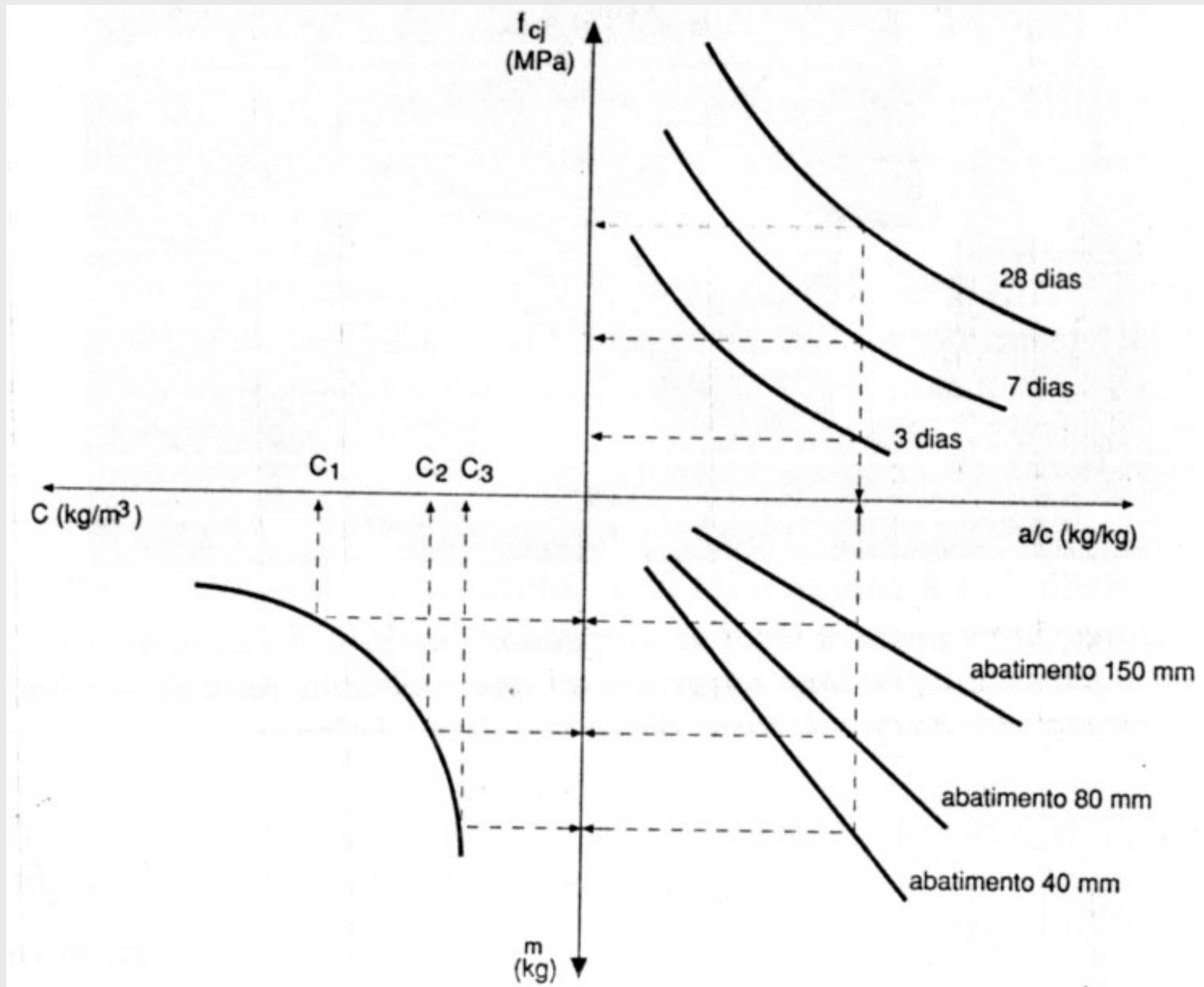
MÉTODOS E MATERIAIS

➤ Materiais

☐ Concretos com reciclados:

- Cimento CP II - F - 32;
- Agregado graúdo reciclado proveniente de construção predial de Goiânia-GO: Ed. Residencial de múltiplos pavimentos;
- Areia natural média (quartzosa lavada de rio);
- Água potável da rede de abastecimento público - SANEAGO.

MÉTODO DE DOSAGEM "IPT/EPUSP"



MÉTODOS E MATERIAIS

Métodos

Traço, consistência e relação a/c dos concretos produzidos:

TRAÇO	1 : 3,5	1 : 5,0	1 : 6,5
Abatimento			
(slump)	50 - 110 (mm)	50 - 110 (mm)	50 - 110 (mm)
(mm)			
a/c	0,48	0,64	0,83

Ensaio de caracterização dos materiais

- **AGREGADO MIÚDO**
- **Areia natural quartzosa lavada de rio (média);**



Ensaio de caracterização dos materiais

- **AGREGADO MIÚDO**
- **Areia natural quartzosa lavada de rio (média):**

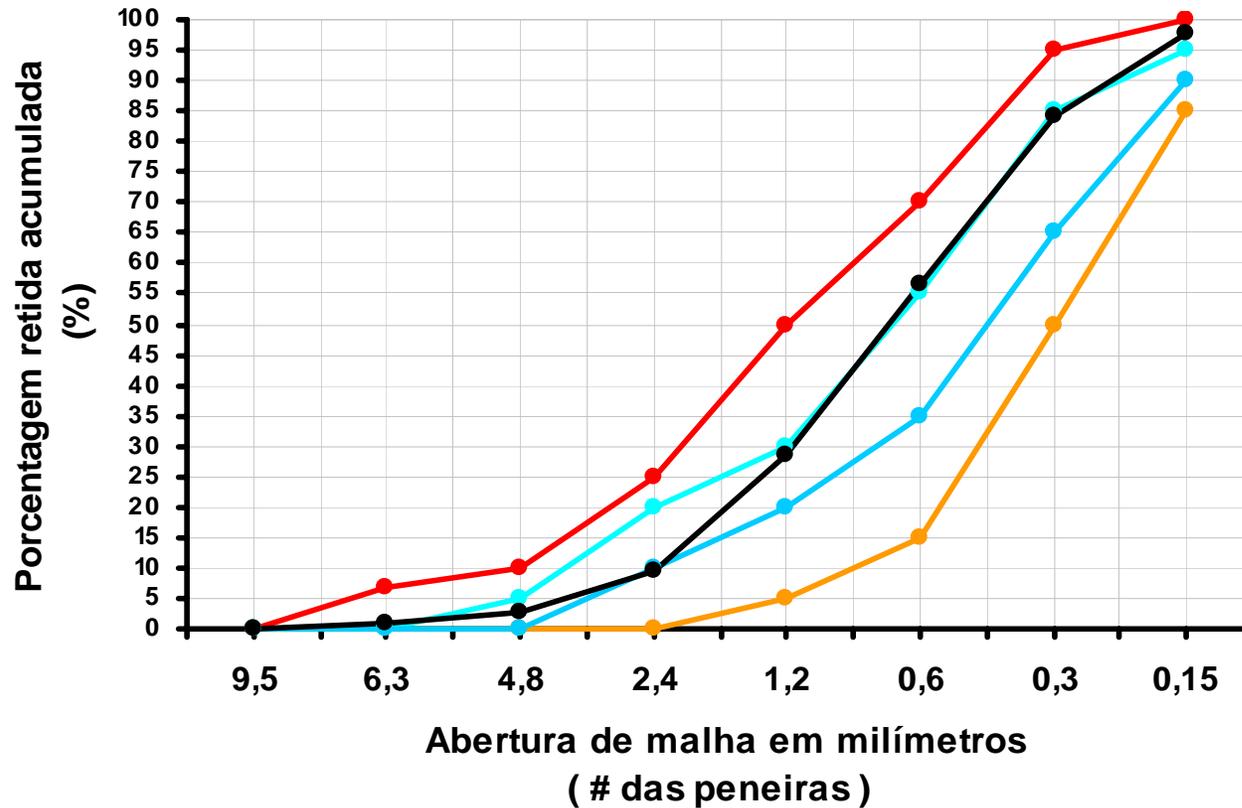
CARACTERIZAÇÃO DA AREIA NATURAL

MÉTODO	ENSAIO REALIZADO	RESULTADO
NBR NM 30 : 01	Absorção (%)	0,20
NBR - 7217 : 87	Granulometria (MF)	2,79
NBR - 7217 : 87	D. Máx. (mm)	4,80
NBR - 7251 : 82	Massa Unitária (kg/dm ³)	1,51
NBR - 9937 : 87	Massa específica –Chapman (g/cm ³)	2,62

Determinação da distribuição granulométrica

NBR 7211:2005 NM 248:2003

Agregado miúdo



- Utilizável - Limite superior
- Utilizável - Limite inferior
- Ótima - Limite superior
- Ótima - Limite inferior
- Areia natural lavada de rio (ensaída)

Ensaio de caracterização dos materiais

- **AGREGADOS GRAÚDOS**
- **Agregado graúdo natural (micaxisto)**



Ensaio de caracterização dos materiais

- **AGREGADOS GRAÚDOS**
- **Agregado graúdo natural (micaxisto)**
- ✓ **Segundo a NBR 7211:2005 - NM 248:2003:**
 - ➔ **Módulo de finura (MF) = 6,91;**
 - ➔ **Dimensão máxima característica = 19mm;**
- ✓ **Segundo a NBR 7251 : 1982 – Agregado em estado solto**
 - ➔ **Massa unitária = 1,44 kg/dm³**

Ensaio de caracterização dos materiais

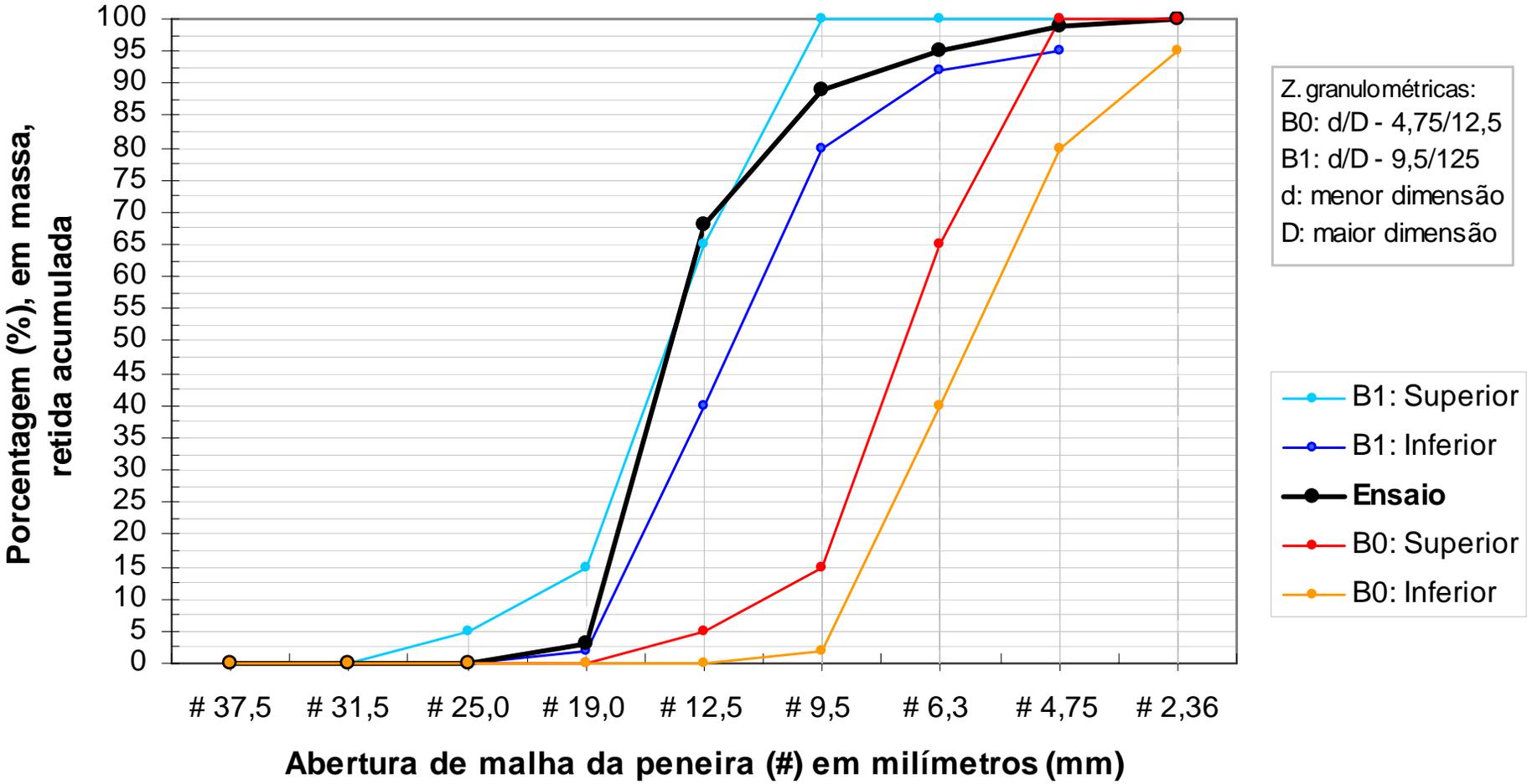
- **AGREGADOS GRAÚDOS**
- Agregado graúdo natural (micaxisto)

CARACTERIZAÇÃO DA BRITA DE MICAXISTO

MÉTODO	ENSAIO REALIZADO	RESULTADO
NBR NM 53 : 2003	Massa Específica do Agregado Seco (d) [g/cm ³]	2,74
NBR NM 53 : 2003	Massa específica na condição SSS (ds) [g/cm ³]	2,76
NBR NM 53 : 2003	Massa específica aparente (da) [g/cm ³]	2,80
NBR NM 53 : 2003	Absorção de água (%)	0,87
NBR NM 53 : 2003	Massa específica –Chapman (g/cm ³)	2,62

• **GRANULOMETRIA - Agregado graúdo natural (micaxisto)**

Zonas granulométricas (B0 e B1) conforme NBR 7211:2005



Z. granulométricas:
B0: d/D - 4,75/12,5
B1: d/D - 9,5/125
d: menor dimensão
D: maior dimensão

—●— B1: Superior
—●— B1: Inferior
—●— Ensaio
—●— B0: Superior
—●— B0: Inferior

Ensaio de caracterização dos materiais

- **AGREGADOS GRAÚDOS**
- **Agregado graúdo natural – AGN (micaxisto)**
- ✓ **Segundo a NBR NM 51 : 2001 - Determinação da Abrasão "Los Angeles"**
- ➔ **Abrasão Los Angeles (Ab)= 32,15%**

Ensaio de caracterização dos materiais

- **AGREGADOS GRAÚDOS**
- **Agregado graúdo reciclado (AGR) de RCD**



Ensaio de caracterização dos materiais

- **AGREGADOS GRAÚDOS**
- **Agregado graúdo reciclado de RCD**

✓ Segundo a NBR 7211 : 2005 - NM 248 : 2003

MÓDULO DE FINURA (MF) = 6,3

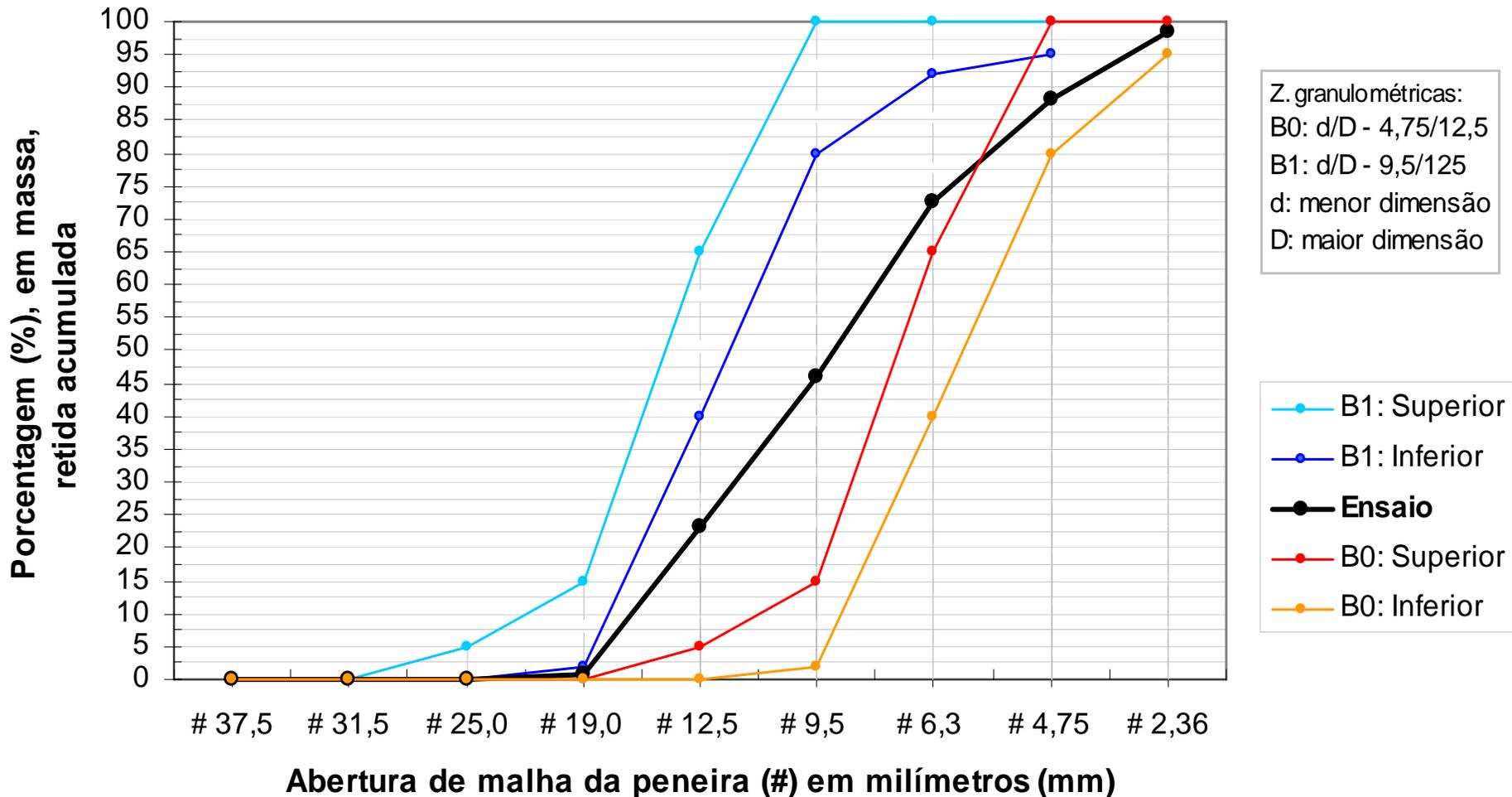
DIMENSÃO MÁXIMA CARACTERÍSTICA = 19mm (brita nº 1)

✓ Segundo a NBR 7251 : 1982 - Agregado em estado solto

➔ **Massa unitária AGR = 1,06 kg/dm³**

Composição granulométrica do agregado reciclado graúdo (AGR)

Zonas granulométricas (B0 e B1) conforme NBR 7211:2005



Ensaio de caracterização dos materiais

- **AGREGADOS GRAÚDOS**
- **Agregado graúdo reciclado (AGR) de RCD**

CARACTERIZAÇÃO DO AGR

MÉTODO	ENSAIO REALIZADO	RESULTADO
NBR NM 53 : 2003	Massa Específica do Agregado Seco (d) [g/cm ³]	1,87
NBR NM 53 : 2003	Massa específica na condição SSS (ds) [g/cm ³]	2,10
NBR NM 53 : 2003	Massa específica aparente (da) [g/cm ³]	2,44
NBR NM 53 : 2003	Absorção de água (%)	12,44



Amostra de AGR (lavado): permanência em estufa por 24h, com temperatura de 105 °C



Aferição da massa (3kg) do AGR seco.

NBR NM 53 – Agregado graúdo – Determinação de massa específica, massa aparente e absorção de água.

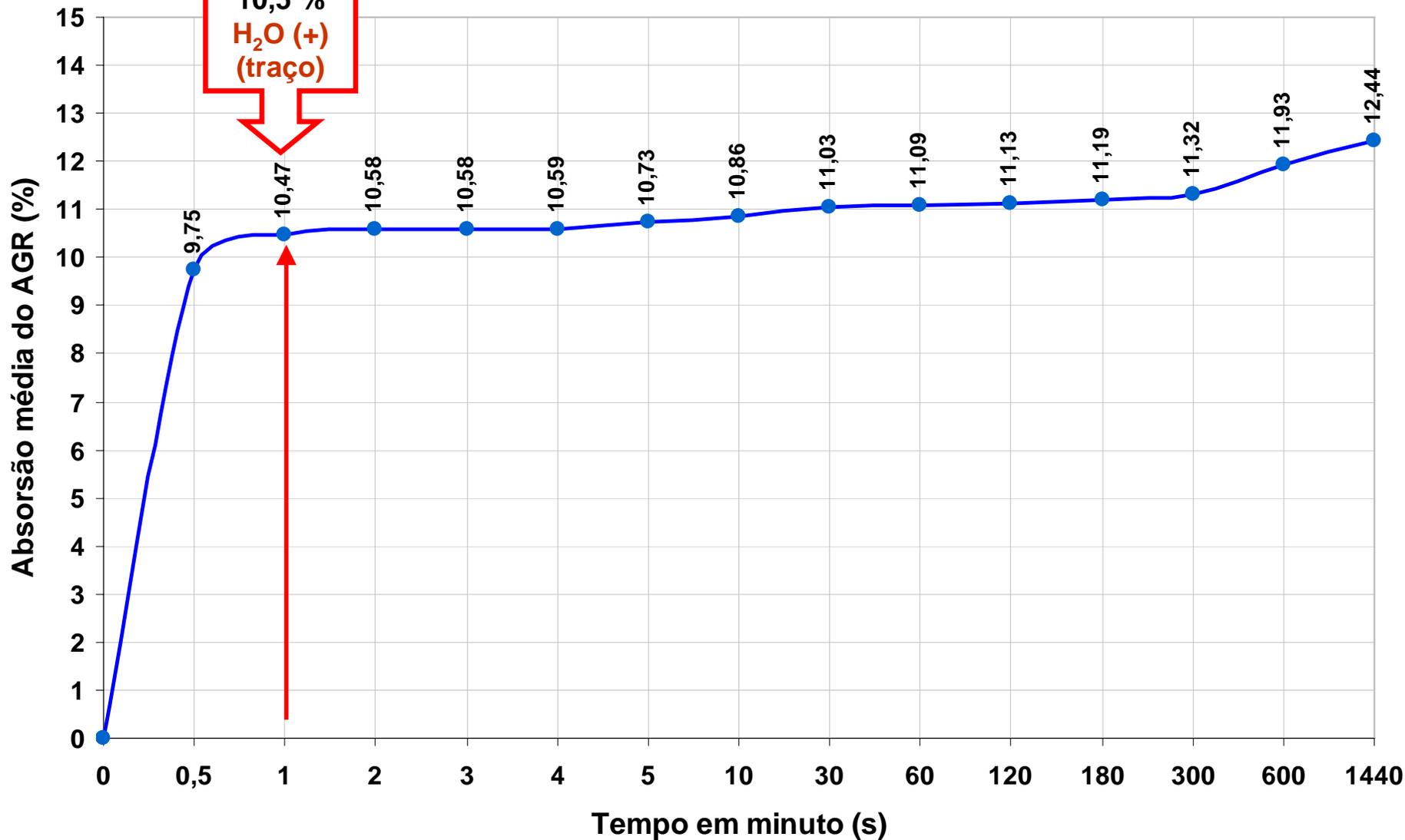


Repesagem da massa antes da imersão em água



Imersão em água por 24h

Absorção média do AGR: $A = f(t)$



Ensaio de caracterização dos materiais

- **AGREGADOS GRAÚDOS**
- **Agregado graúdo reciclado – AGR de RCD**
- ✓ **Segundo a NBR NM 51 : 2001 - Determinação da Abrasão "Los Angeles"**
- ➔ **Abrasão Los Angeles (Ab) = 52,27%**

Limite máximo recomendado pela norma = 50%

**Carga abrasiva (4.584g):
11 esferas (390-445g cada)**



Máquina de abrasão

 **NBR NM 51 : 2001 - Determinação da Abrasão *Los Angeles***



Jogo de peneiras, com aberturas de malha (#):

19mm

12,5 mm

9,5 mm

6,3 mm

4,75 mm

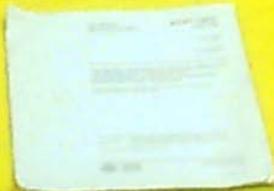
2,36

1,7

Ensaio de caracterização dos materiais

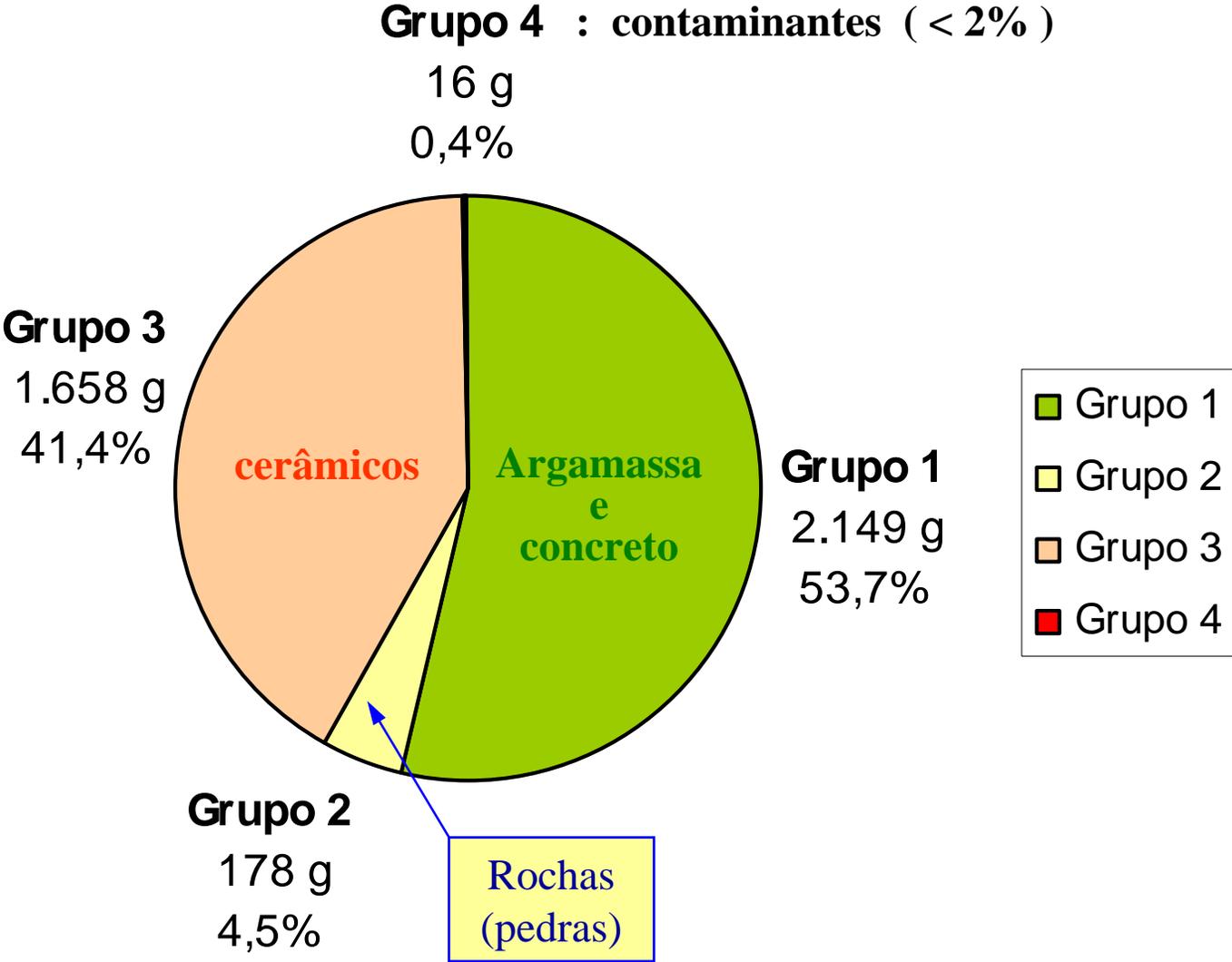
- **ENSAIO DE COMPOSIÇÃO DO AGR (misto) – NBR 15116**







Resultado do ensaio de composição do AGR de RCD por análise visual – NBR 15116



Produção dos concretos

- **Concretos trabalhaveis (slump 50 – 110 mm) com teor de argamassa ideal, obtido a partir do traço intermediário ou normal (1 : 5,0);**
- **Compensação da água absorvida pela parcela de dosagem correspondente aos AGR, em garantia da trabalhabilidade esperada e sem comprometimento às futuras resistências à compressão, em função de possíveis majorações das relações água/cimento (a/c).**
 - ➔ **Para tanto, ensaios criteriosos acerca da taxa de absorção dos AGR foram realizados em intervalos de tempos curtos e longos. Verificou-se, previamente, que os AGR absorviam mais de 90% da taxa de absorção (12,44%), calculada para um intervalo de 24h de imersão, logo no primeiro minuto. Adotou-se, então, uma taxa de absorção média = 10,5 % (em relação à massa do AGR = água compensada para o traço).**
- **Padronização dos procedimentos de dosagens, com tempo extra de 1 minuto nas rotações iniciais da betoneira, abastecida com parcela da água de dosagem e o AGR, para que a água acrescida pudesse ser absorvida em tempo hábil.**

Dados das dosagens dos concretos

Concretos ricos (1 : 3,5)

DOSAGENS DOS CONCRETOS DE REFERÊNCIA E DOS CONCRETOS COM AGR DE RCD						
CONCRETOS RICOS Traço em massa	Ident. dos concretos	CR _{3,5}	CAGR25 _{3,5}	CAGR50 _{3,5}	CAGR75 _{3,5}	CAGR100 _{3,5}
	1 : m	1 : 3,5	1 : 3,5	1 : 3,5	1 : 3,5	1 : 3,5
	1 : a : b _n : b _r	1 : 1,385 : 2,115 : 0	1 : 1,385 : 1,586 : 0,529	1 : 1,385 : 1,058 : 1,058	1 : 1,385 : 0,529 : 1,586	1 : 1,385 : 0 : 2,115
Teor de argamassa (%)		53	53	53	53	53
Cimento (kg)		19,792	19,082	18,449	17,886	17,317
Massa do agregado miúdo (areia) (kg)		27,412	26,429	25,552	24,773	23,984
Massa do agregado graúdo natural = b _n (kg)		41,859	30,260	19,510	9,457	0
Massa do agregado graúdo reciclado = b _r (kg)		0	10,090	19,510	28,372	36,625
Água (kg)		9,500	9,159	8,855	8,585	8,312
Água compensada (absorção média: 10,5%)		0	1,059	2,049	2,979	3,846
Relação água/cimento (a/c) (kg/kg)		0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Abatimento do tronco de cone (slump) (mm)		95	90	80	80	55
Massa específica do concreto (kg/m ³)		2.370	2.263	2.190	2.120	2.070
Teor de ar incorporado (%)		1,4	2,2	2,8	3,2	3,8
Consumos por m ³ de concreto	Cimento (kg)	471,231	454,334	439,261	425,865	412,304
	Água (kg ou litro)	226,191	218,080	210,845	204,415	197,906
Quantidade de corpos-de-prova (CP's) moldados		21	21	21	21	21
Temperatura da sala de dosagem (°C)		25,9	25,6	26,5	27,5	26
Umidade relativa do ar (U. R. ar) (%)		54	50	48	44	48
Data da dosagem e moldagens dos CP's		30/11/2006	1/12/2006	1/12/2006	1/12/2006	30/11/2006

Dados das dosagens dos concretos

Concretos normais ou intermediários (1 : 5,0)

DOSAGENS DOS CONCRETOS DE REFERÊNCIA E DOS CONCRETOS COM AGR DE RCD

CONCRETOS NORMAIS Traço em massa	Ident. dos concretos	CR _{5,0}	CAGR25 _{5,0}	CAGR50 _{5,0}	CAGR75 _{5,0}	CAGR100 _{5,0}
	1 : m	1 : 5,0	1 : 5,0	1 : 5,0	1 : 5,0	1 : 5,0
	1 : a : b _n : b _r	1 : 2,180 : 2,820 : 0	1 : 2,180 : 2,115 : 0,705	1 : 2,180 : 1,410 : 1,410	1 : 2,180 : 0,705 : 2,115	1 : 2,180 : 0 : 2,820
Teor de argamassa (%)		53	53	53	53	53
Cimento (kg)		14,671	14,191	13,709	13,183	12,832
Massa do agregado miúdo (areia) (kg)		31,983	30,936	29,885	28,739	27,973
Massa do agregado graúdo natural = b _n (kg)		41,372	30,014	19,329	9,294	0
Massa do agregado graúdo reciclado = b _r (kg)		0	10,005	19,329	27,882	36,186
Água (kg)		9,389	9,082	8,774	8,437	8,212
Água compensada (absorção média: 10,5%)		0	1,051	2,030	2,928	3,799
Relação água/cimento (a/c) (kg/kg)		0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
Abatimento do tronco de cone (slump) (mm)		105	90	75	75	50
Massa específica do concreto (kg/m ³)		2.333	2.258	2.178	2.085	2.045
Teor de ar incorporado (%)		1,8	2,3	3,0	4,2	4,3
Consumos por m ³ de concreto	Cimento (kg)	349,309	337,882	326,399	313,882	305,52
	Água (kg ou litro)	223,558	216,245	208,896	200,885	195,53
Quantidade de corpos-de-prova (CP's) moldados		21	21	21	21	21
Temperatura da sala de dosagem (°C)		27,6	27,3	27,4	27,9	27,8
Umidade relativa do ar (U. R. ar) (%)		44	44	45	41	43
Data da dosagem e moldagens dos CP's		24/11/2006	29/11/2006	29/11/2006	29/11/2006	24/11/2006

Dados das dosagens dos concretos

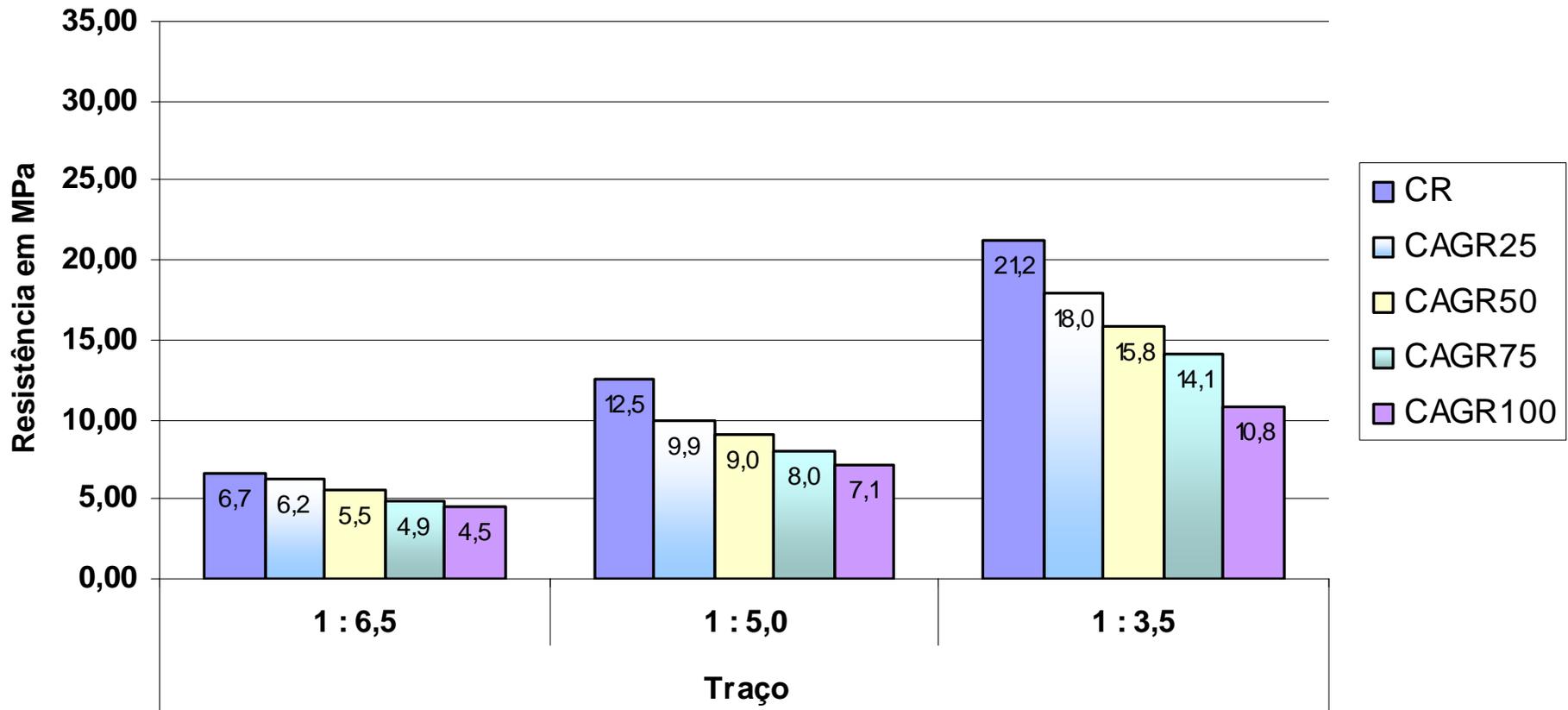
Concretos pobres (1 : 6,5)

DOSAGENS DOS CONCRETOS DE REFERÊNCIA E DOS CONCRETOS COM AGR DE RCD						
CONCRETOS POBRES Traço em massa	Ident. do concreto	CR _{6,5}	CAGR25 _{6,5}	CAGR50 _{6,5}	CAGR75 _{6,5}	CAGR100 _{6,5}
	1 : m	1 : 6,5	1 : 6,5	1 : 6,5	1 : 6,5	1 : 6,5
	1 : a : b _n : b _r	1 : 2,975 : 3,525 : 0	1 : 2,975 : 2,644 : 0,881	1 : 2,975 : 1,763 : 1,763	1 : 2,975 : 0,881 : 2,644	1 : 2,975 : 0 : 3,525
Teor de argamassa (%)		53	53	53	53	53
Cimento (kg)		11,573	11,233	10,788	10,486	10,178
Massa do agregado miúdo (areia) (kg)		34,430	33,418	32,094	31,196	30,279
Massa do agregado graúdo natural = b _n (kg)		40,795	29,697	19,014	9,241	0,000
Massa do agregado graúdo reciclado = b _r (kg)		0,000	9,899	19,014	27,722	35,877
Água (kg)		9,606	9,323	8,954	8,703	8,448
Água compensada (absorção média: 10,5%)		0,000	1,039	1,996	2,911	3,767
Relação água/cimento (a/c) (kg/kg)		0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Abatimento do tronco de cone (slump) (mm)		90	90	90	70	50
Massa específica do concreto (kg/m ³)		2.320	2.240	2.153	2.105	1.950
Teor de ar incorporado (%)		1,9	2,1	3,4	3,6	4,0
Consumos por m ³ de concreto	Cimento (kg)	275,550	267,451	256,858	249,665	242,331
	Água (kg ou litro)	228,710	221,985	213,192	207,222	201,135
Quantidade de corpos-de-prova (CP's) moldados		21	21	21	21	21
Temperatura da sala de dosagem (°C)		27,6	27,5	27,5	28,8	27,6
Umidade relativa do ar (U. R. ar) (%)		35	39	39	36	35
Data da dosagem e moldagens dos CP's		22/11/2006	23/11/2006	23/11/2006	23/11/2006	22/11/2006

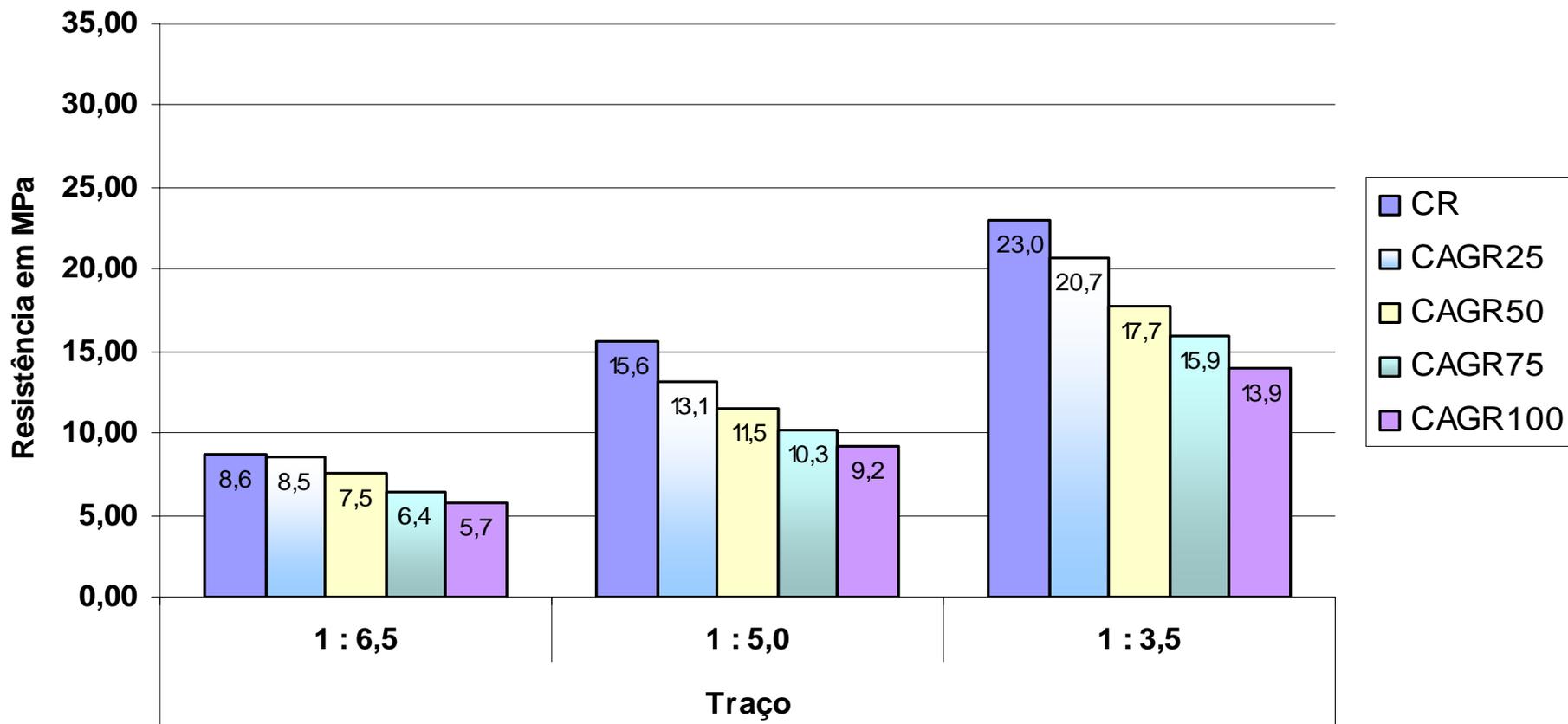
Quadro dos resultados das Resistências à Compressão

Idades / Concretos		Traço		
		1 : 6,5	1 : 5,0	1 : 3,5
3 dias	CR	6,66	12,52	21,16
	CAGR25	6,22	9,88	18,01
	CAGR50	5,49	9,00	15,81
	CAGR75	4,91	7,98	14,13
	CAGR100	4,47	7,10	10,84
7 dias	CR	8,64	15,59	23,03
	CAGR25	8,49	13,10	20,72
	CAGR50	7,54	11,49	17,72
	CAGR75	6,37	10,25	15,89
	CAGR100	5,71	9,22	13,91
28 dias	CR	11,93	18,23	26,87
	CAGR25	10,62	15,08	25,26
	CAGR50	9,81	13,98	22,70
	CAGR75	9,00	13,03	20,94
	CAGR100	8,20	12,15	18,60
56 dias	CR	13,84	20,72	31,55
	CAGR25	12,15	18,08	28,85
	CAGR50	10,91	16,99	26,43
	CAGR75	10,18	15,30	23,72
	CAGR100	9,37	14,13	20,79

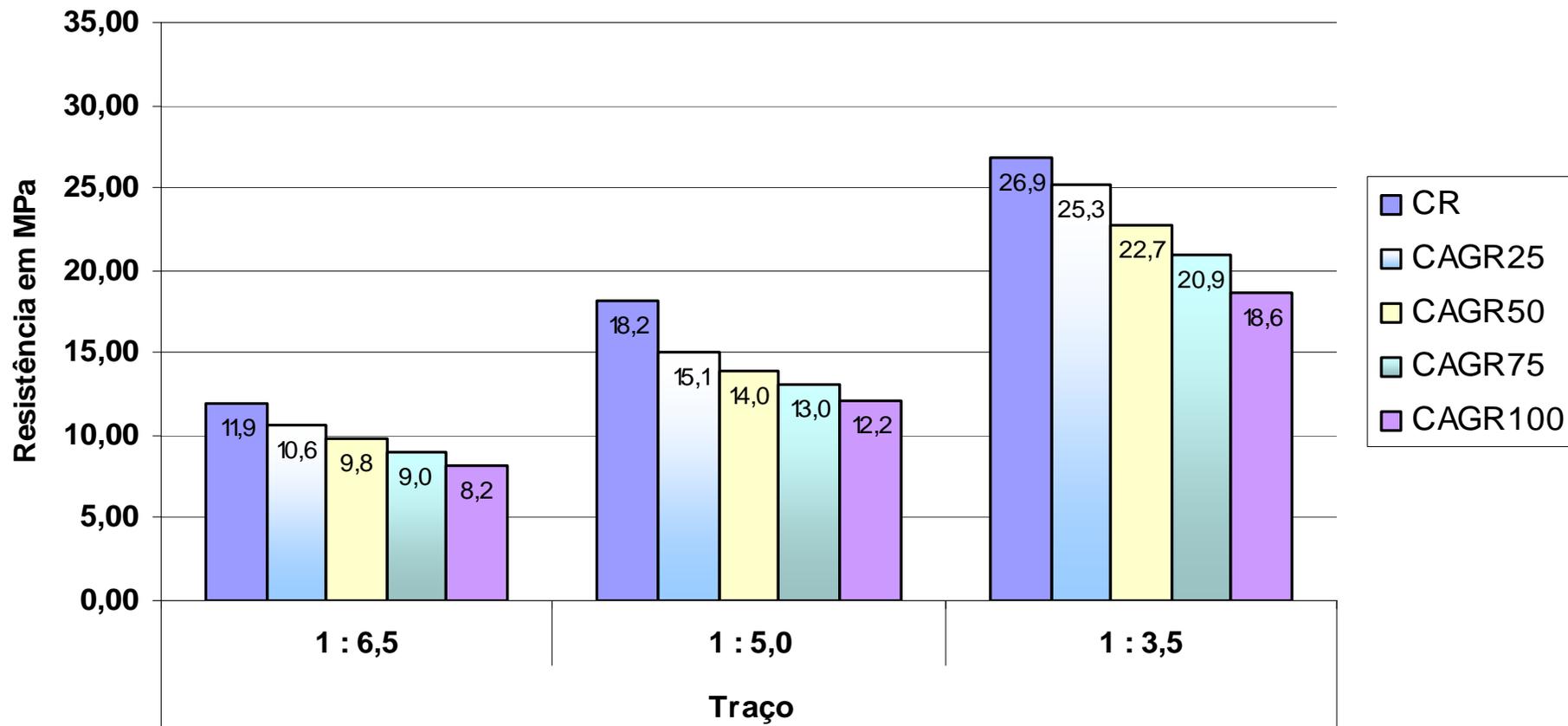
Resistências à compressão aos 3 dias



Resistências à compressão aos 7 dias



Resistências à compressão aos 28 dias



Resistências à compressão aos 56 dias

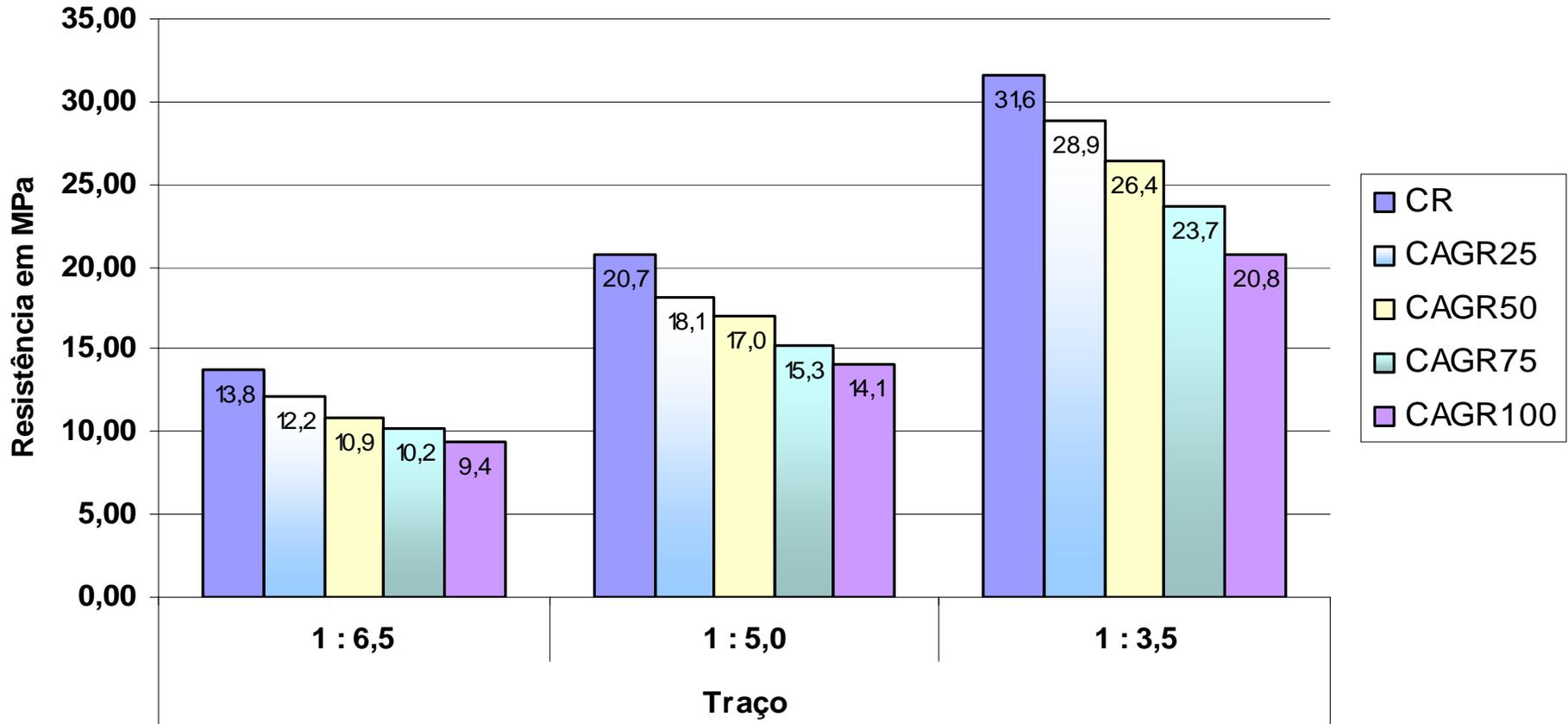


DIAGRAMA DE DO SAGEM CONCRETOS DE REFERÊNCIA (CR)

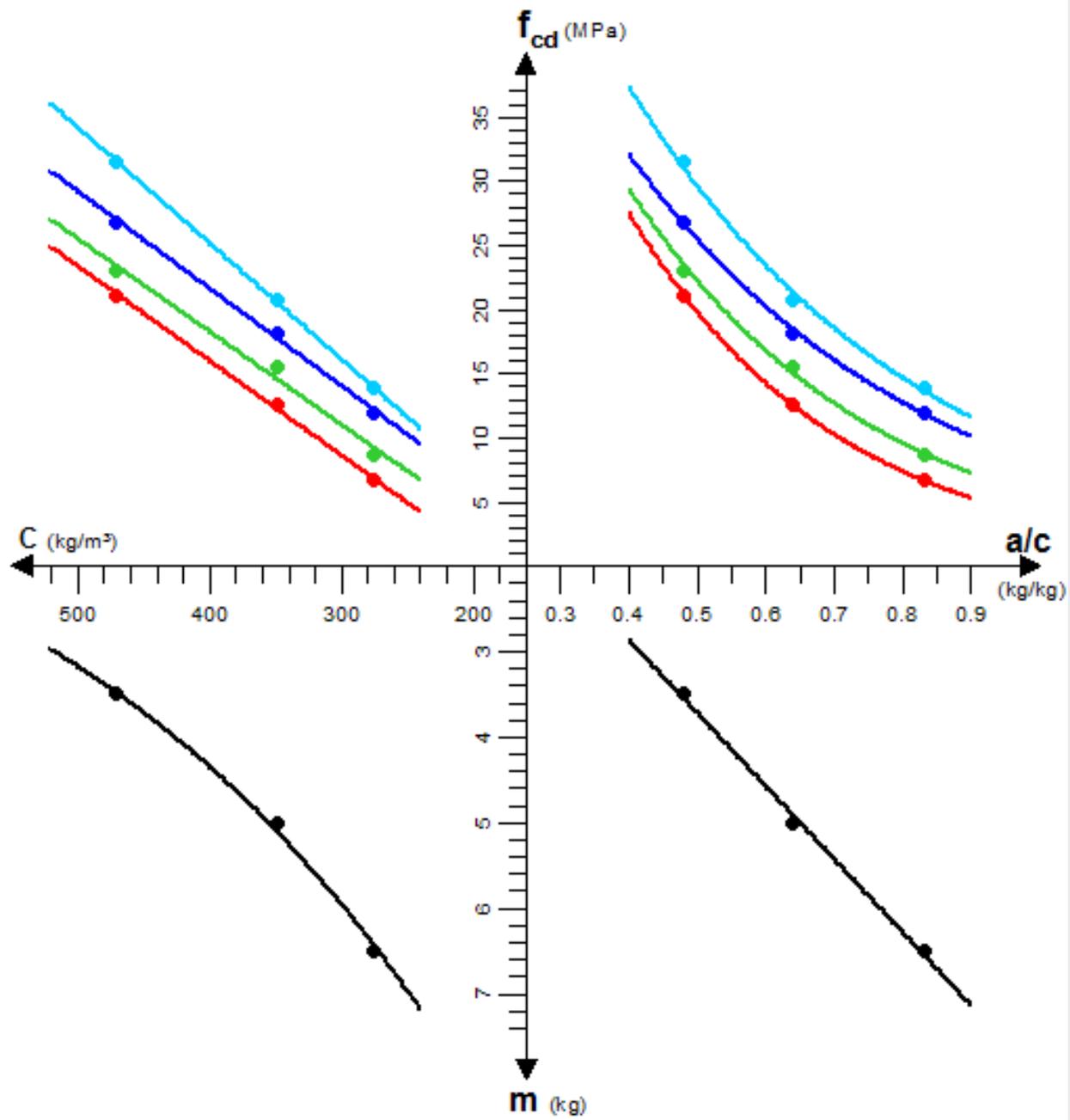


DIAGRAMA DE DO SAGEM

CONCRETOS CAGR25

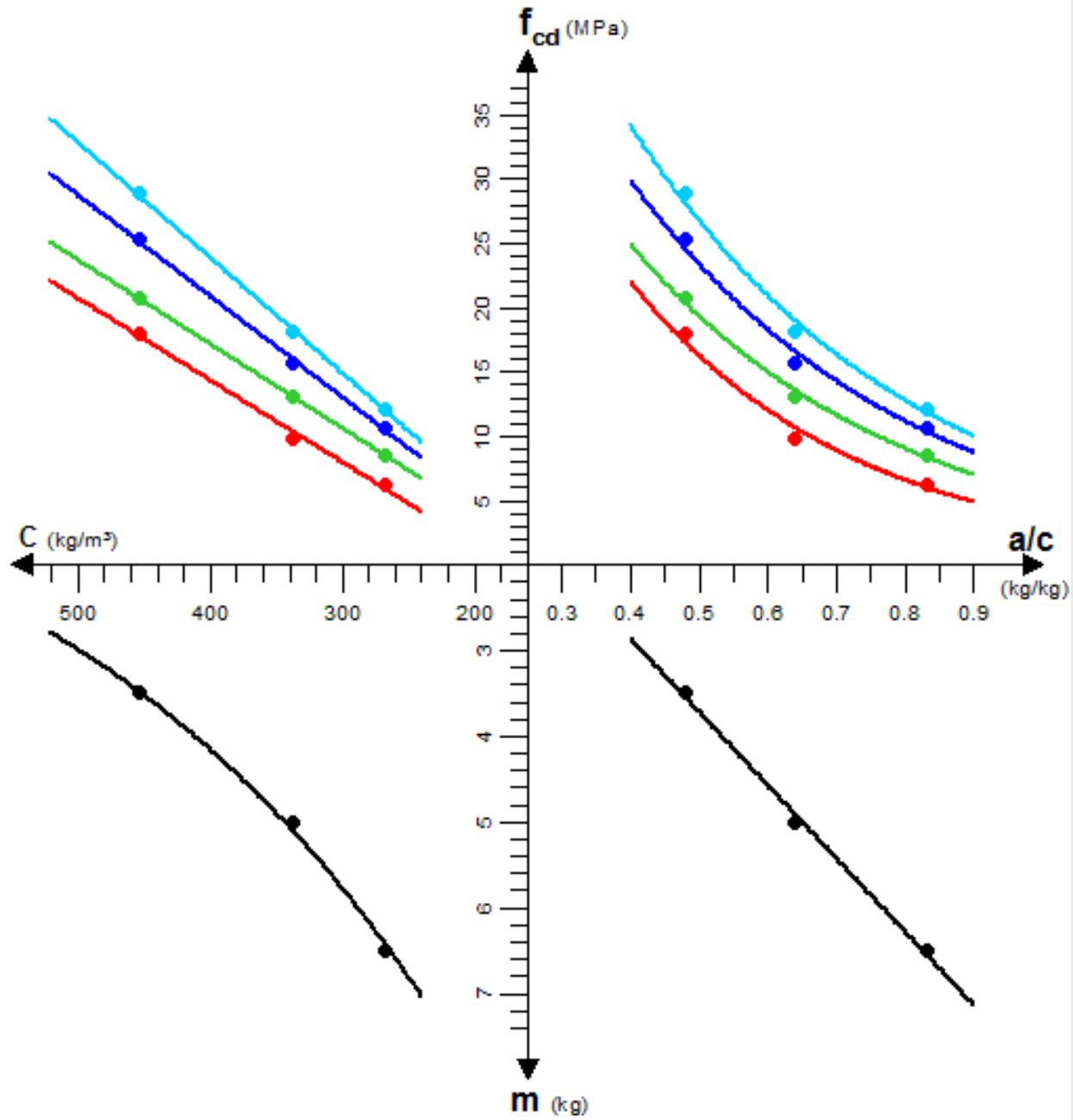


DIAGRAMA DE DO SAGEM

CONCRETOS CAGR50

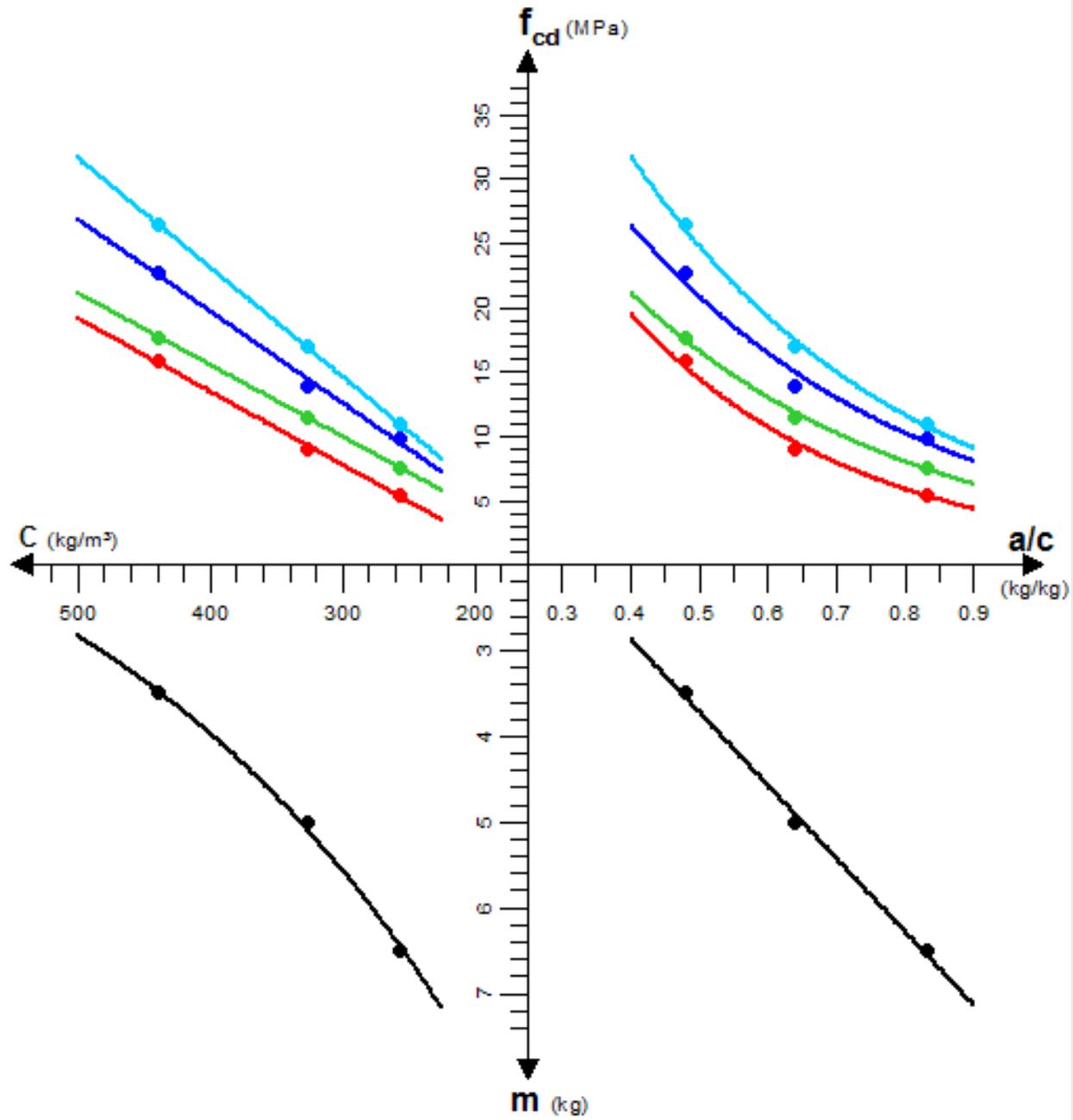


DIAGRAMA DE DO SAGEM

CONCRETOS CAGR75

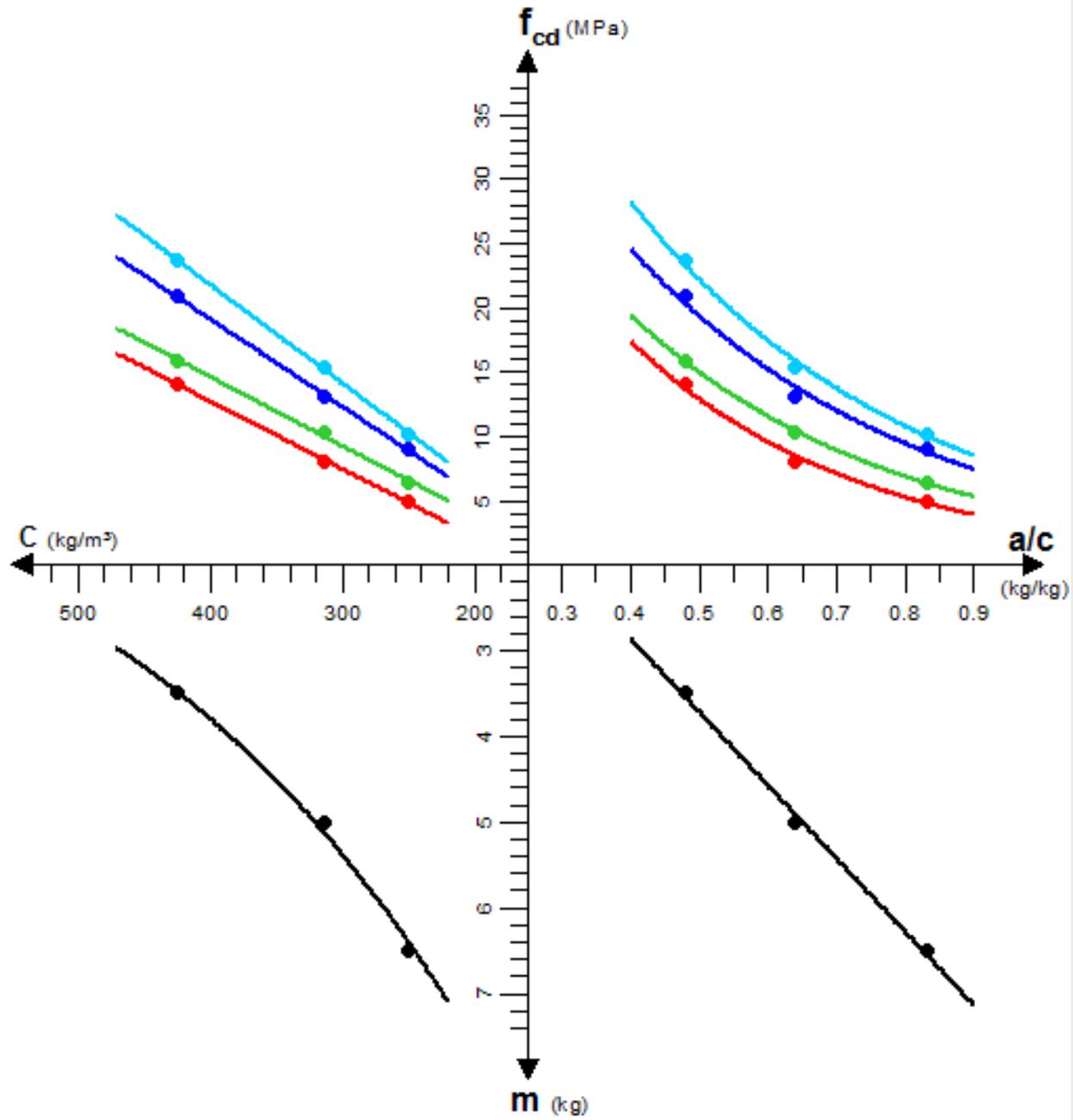
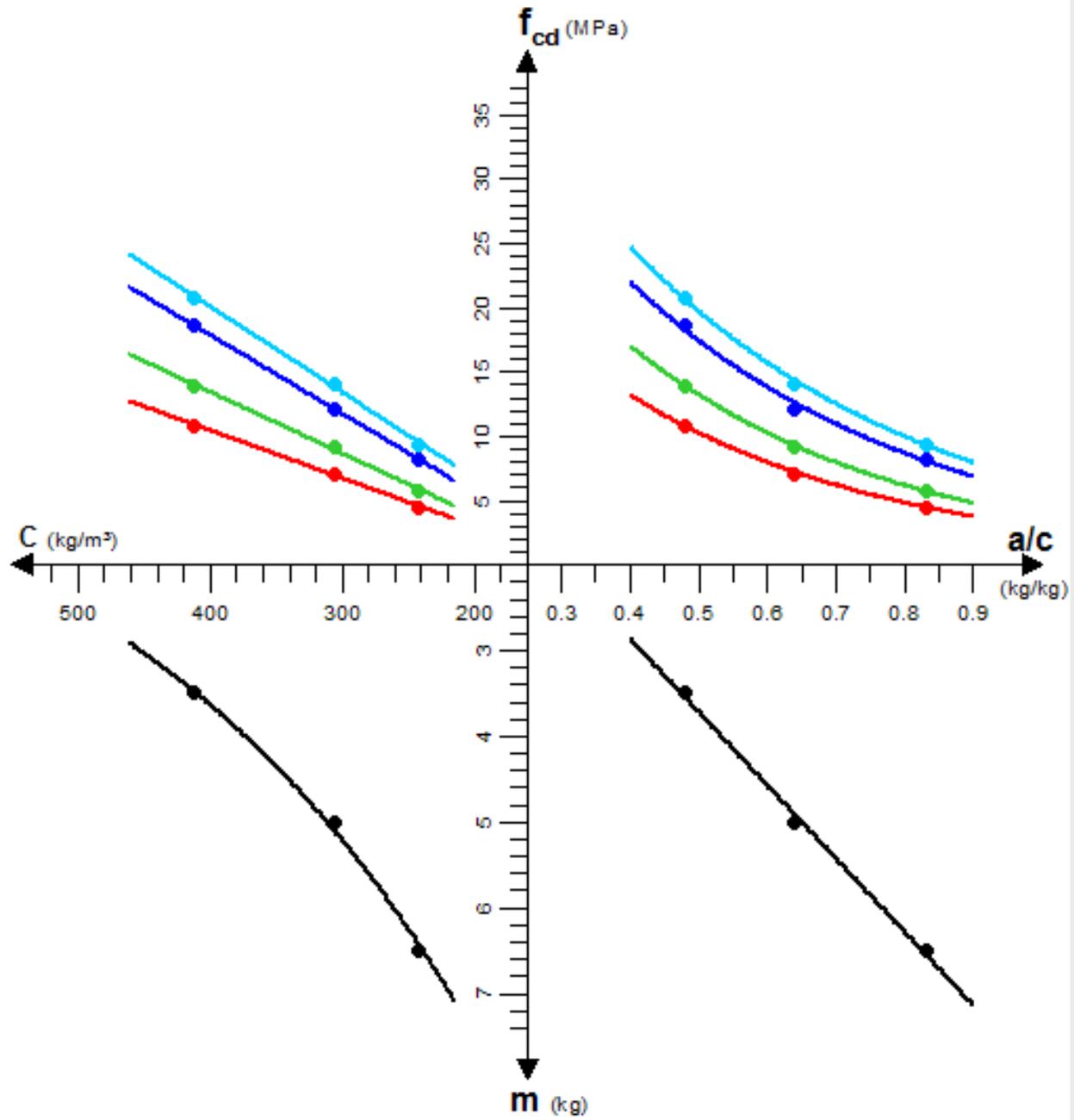


DIAGRAMA DE DO SAGEM CONCRETOS CAGR100



Quadrante de Abrams $f_{cd} = f(a/c)$

Concretos		Equações			
		3 dias	7 dias	28 dias	56 dias
CR	$y = f(x)$ $f_c = f(a/c)$	$f_{C3} = 103,450 \cdot e^{-3,303 \cdot a/c}$	$f_{C7} = 90,885 \cdot e^{-2,814 \cdot a/c}$	$f_{C28} = 81,222 \cdot e^{-2,317 \cdot a/c}$	$f_{C56} = 95,815 \cdot e^{-2,347 \cdot a/c}$
	$x = f(y)$ $a/c = f(f_c)$	$a/c = \frac{\ln(f_{C3}) - \ln(103,450)}{-3,303}$	$a/c = \frac{\ln(f_{C7}) - \ln(90,885)}{-2,814}$	$a/c = \frac{\ln(f_{C28}) - \ln(81,222)}{-2,317}$	$a/c = \frac{\ln(f_{C56}) - \ln(95,815)}{-2,347}$
	$R^2 =$	0.999987	0.995529	0.999433	0.996245
CAGR25	$y = f(x)$ $f_c = f(a/c)$	$f_{C3} = 73,606 \cdot e^{-3,019 \cdot a/c}$	$f_{C7} = 68,887 \cdot e^{-2,541 \cdot a/c}$	$f_{C28} = 80,161 \cdot e^{-2,463 \cdot a/c}$	$f_{C56} = 91,513 \cdot e^{-2,460 \cdot a/c}$
	$x = f(y)$ $a/c = f(f_c)$	$a/c = \frac{\ln(f_{C3}) - \ln(73,606)}{-3,019}$	$a/c = \frac{\ln(f_{C7}) - \ln(68,887)}{-2,541}$	$a/c = \frac{\ln(f_{C28}) - \ln(80,161)}{-2,463}$	$a/c = \frac{\ln(f_{C56}) - \ln(91,513)}{-2,460}$
	$R^2 =$	0.984685	0.99572	0.989721	0.990806
CAGR50	$y = f(x)$ $f_c = f(a/c)$	$f_{C3} = 65,114 \cdot e^{-3,010 \cdot a/c}$	$f_{C7} = 56,139 \cdot e^{-2,434 \cdot a/c}$	$f_{C28} = 68,613 \cdot e^{-2,380 \cdot a/c}$	$f_{C56} = 87,492 \cdot e^{-2,522 \cdot a/c}$
	$x = f(y)$ $a/c = f(f_c)$	$a/c = \frac{\ln(f_{C3}) - \ln(65,114)}{-3,010}$	$a/c = \frac{\ln(f_{C7}) - \ln(56,139)}{-2,434}$	$a/c = \frac{\ln(f_{C28}) - \ln(68,613)}{-2,380}$	$a/c = \frac{\ln(f_{C56}) - \ln(87,492)}{-2,522}$
	$R^2 =$	0.992423	0.996694	0.980797	0.997625
CAGR75	$y = f(x)$ $f_c = f(a/c)$	$f_{C3} = 59,094 \cdot e^{-3,013 \cdot a/c}$	$f_{C7} = 55,162 \cdot e^{-2,608 \cdot a/c}$	$f_{C28} = 64,131 \cdot e^{-2,398 \cdot a/c}$	$f_{C56} = 73,970 \cdot e^{-2,408 \cdot a/c}$
	$x = f(y)$ $a/c = f(f_c)$	$a/c = \frac{\ln(f_{C3}) - \ln(59,094)}{-3,013}$	$a/c = \frac{\ln(f_{C7}) - \ln(55,162)}{-2,608}$	$a/c = \frac{\ln(f_{C28}) - \ln(64,131)}{-2,398}$	$a/c = \frac{\ln(f_{C56}) - \ln(73,970)}{-2,408}$
	$R^2 =$	0.997817	0.999329	0.985505	0.99502
CAGR100	$y = f(x)$ $f_c = f(a/c)$	$f_{C3} = 38,147 \cdot e^{-2,547 \cdot a/c}$	$f_{C7} = 47,081 \cdot e^{-2,543 \cdot a/c}$	$f_{C28} = 55,914 \cdot e^{-2,332 \cdot a/c}$	$f_{C56} = 61,427 \cdot e^{-2,273 \cdot a/c}$
	$x = f(y)$ $a/c = f(f_c)$	$a/c = \frac{\ln(f_{C3}) - \ln(38,147)}{-2,547}$	$a/c = \frac{\ln(f_{C7}) - \ln(47,081)}{-2,543}$	$a/c = \frac{\ln(f_{C28}) - \ln(55,914)}{-2,332}$	$a/c = \frac{\ln(f_{C56}) - \ln(61,427)}{-2,273}$
	$R^2 =$	0.98401	0.99997	0.99476	0.999001

Quadrante de Lyse $m = f(a/c)$

Concretos	Equações	
CR	$y = f(x)$ $m = f(a/c)$	$m = 8,550 \cdot a/c - 0,558$
	$x = f(y)$ $a/c = f(m)$	$a/c = \frac{m + 0,558}{8,550}$
	$R^2 =$	0.997557
CAGR25	$y = f(x)$ $m = f(a/c)$	$m = 8,550 \cdot a/c - 0,558$
	$x = f(y)$ $a/c = f(m)$	$a/c = \frac{m + 0,558}{8,550}$
	$R^2 =$	0.995529
CAGR50	$y = f(x)$ $m = f(a/c)$	$m = 8,550 \cdot a/c - 0,558$
	$x = f(y)$ $a/c = f(m)$	$a/c = \frac{m + 0,558}{8,550}$
	$R^2 =$	0.999433
CAGR75	$y = f(x)$ $m = f(a/c)$	$m = 8,550 \cdot a/c - 0,558$
	$x = f(y)$ $a/c = f(m)$	$a/c = \frac{m + 0,558}{8,550}$
	$R^2 =$	0.996245
CAGR100	$y = f(x)$ $m = f(a/c)$	$m = 8,550 \cdot a/c - 0,558$
	$x = f(y)$ $a/c = f(m)$	$a/c = \frac{m + 0,558}{8,550}$
	$R^2 =$	0.996245

Quadrante de Molinari $m = f(C)$

Concretos	Equações	
CR	$y = f(x)$ $m = f(C)$	$m = 15,258 \cdot e^{-0,003 \cdot C}$
	$x = f(y)$ $C = f(m)$	$C = \frac{\ln(m) - \ln(15,258)}{-0,003}$
	$R^2 =$	0.997149
CAGR25	$y = f(x)$ $m = f(C)$	$m = 15,474 \cdot e^{-0,003 \cdot C}$
	$x = f(y)$ $C = f(m)$	$C = \frac{\ln(m) - \ln(15,474)}{-0,003}$
	$R^2 =$	0.997141
CAGR50	$y = f(x)$ $m = f(C)$	$m = 15,288 \cdot e^{-0,003 \cdot C}$
	$x = f(y)$ $C = f(m)$	$C = \frac{\ln(m) - \ln(15,288)}{-0,003}$
	$R^2 =$	0.997646
CAGR75	$y = f(x)$ $m = f(C)$	$m = 15,250 \cdot e^{-0,003 \cdot C}$
	$x = f(y)$ $C = f(m)$	$C = \frac{\ln(m) - \ln(15,250)}{-0,003}$
	$R^2 =$	0.995448
CAGR100	$y = f(x)$ $m = f(C)$	$m = 15,386 \cdot e^{-0,004 \cdot C}$
	$x = f(y)$ $C = f(m)$	$C = \frac{\ln(m) - \ln(15,386)}{-0,004}$
	$R^2 =$	0.996489

Quadrante de Consumos

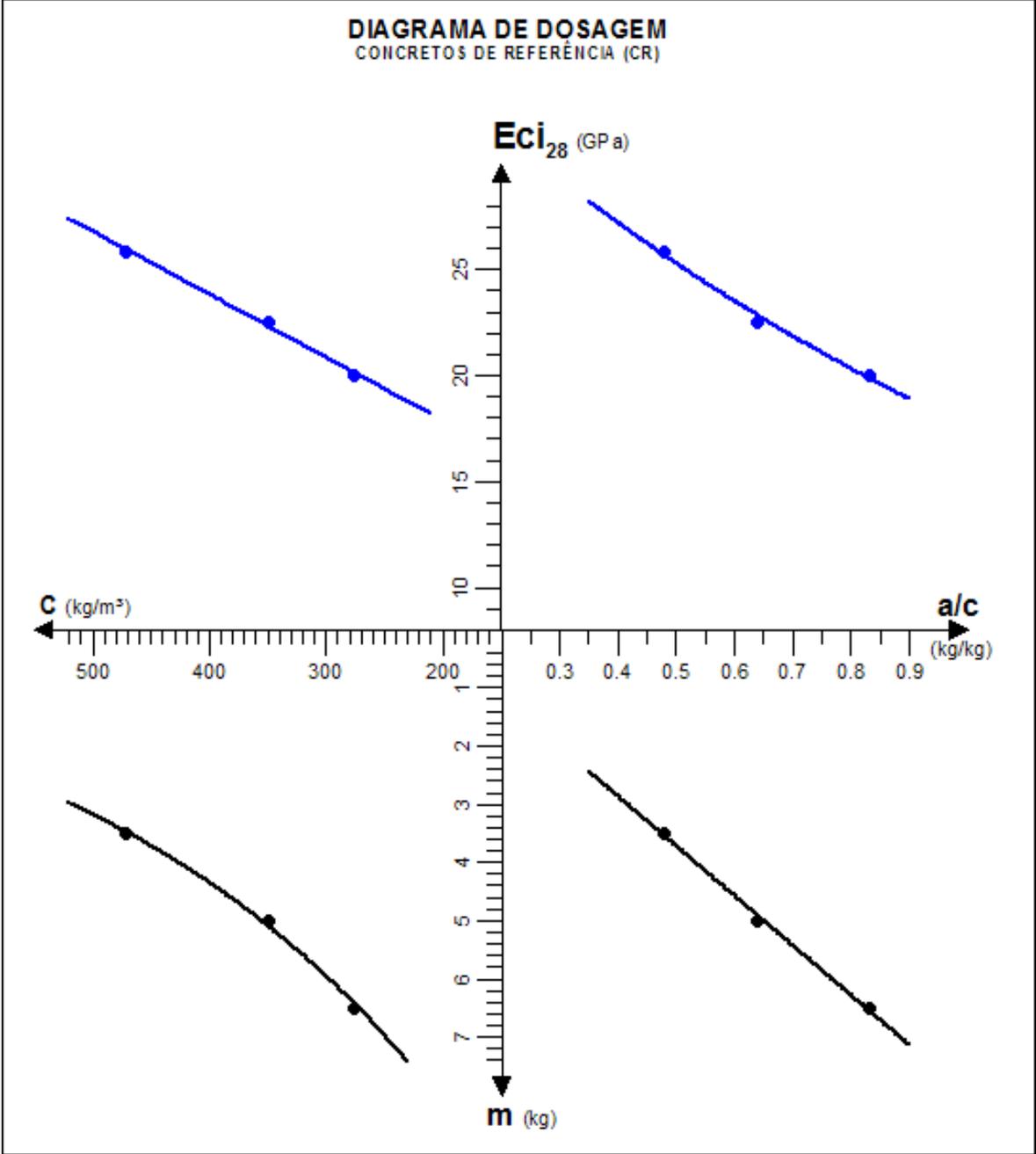
$$f_{cd} = f(C)$$

Concretos	Equações				
		3 dias	7 dias	28 dias	56 dias
CR	$y = f(x)$ $f_c = f(C)$	$f_c = 0,074 \cdot C - 13,508$	$f_c = 0,072 \cdot C - 10,706$	$f_c = 0,075 \cdot C - 8,864$	$f_c = 0,090 \cdot C - 10,969$
	$x = f(y)$ $C = f(f_c)$	$C = \frac{f_c + 13,508}{0,074}$	$C = \frac{f_c + 10,706}{0,072}$	$C = \frac{f_c + 8,864}{0,075}$	$C = \frac{f_c + 10,969}{0,090}$
	$R^2 =$	0.999045	0.985588	0.997404	0.999829
CAGR25	$y = f(x)$ $f_c = f(C)$	$f_c = 0,064 \cdot C - 11,152$	$f_c = 0,065 \cdot C - 9,012$	$f_c = 0,079 \cdot C - 10,578$	$f_c = 0,090 \cdot C - 11,981$
	$x = f(y)$ $C = f(f_c)$	$C = \frac{f_c + 11,152}{0,064}$	$C = \frac{f_c + 9,012}{0,065}$	$C = \frac{f_c + 10,578}{0,079}$	$C = \frac{f_c + 11,981}{0,090}$
	$R^2 =$	0.994495	1	0.999111	0.999397
CAGR50	$y = f(x)$ $f_c = f(C)$	$f_c = 0,057 \cdot C - 9,307$	$f_c = 0,056 \cdot C - 6,752$	$f_c = 0,071 \cdot C - 8,806$	$f_c = 0,085 \cdot C - 10,843$
	$x = f(y)$ $C = f(f_c)$	$C = \frac{f_c + 9,307}{0,057}$	$C = \frac{f_c + 6,752}{0,056}$	$C = \frac{f_c + 8,806}{0,071}$	$C = \frac{f_c + 10,843}{0,085}$
	$R^2 =$	0.997859	0.999941	0.99581	0.999858
CAGR75	$y = f(x)$ $f_c = f(C)$	$f_c = 0,053 \cdot C - 8,347$	$f_c = 0,054 \cdot C - 6,847$	$f_c = 0,068 \cdot C - 8,132$	$f_c = 0,077 \cdot C - 8,882$
	$x = f(y)$ $C = f(f_c)$	$C = \frac{f_c + 10,843}{0,085}$	$C = \frac{f_c + 6,847}{0,54}$	$C = \frac{f_c + 8,132}{0,068}$	$C = \frac{f_c + 8,882}{0,077}$
	$R^2 =$	0.998756	0.997609	0.999088	0.999761
CAGR100	$y = f(x)$ $f_c = f(C)$	$f_c = 0,037 \cdot C - 4,442$	$f_c = 0,047 \cdot C - 5,681$	$f_c = 0,061 \cdot C - 6,573$	$f_c = 0,067 \cdot C - 6,578$
	$x = f(y)$ $C = f(f_c)$	$C = \frac{f_c + 4,442}{0,037}$	$C = \frac{f_c + 5,681}{0,047}$	$C = \frac{f_c + 6,573}{0,061}$	$C = \frac{f_c + 6,578}{0,067}$
	$R^2 =$	0.997816	0.995893	0.999917	0.997375

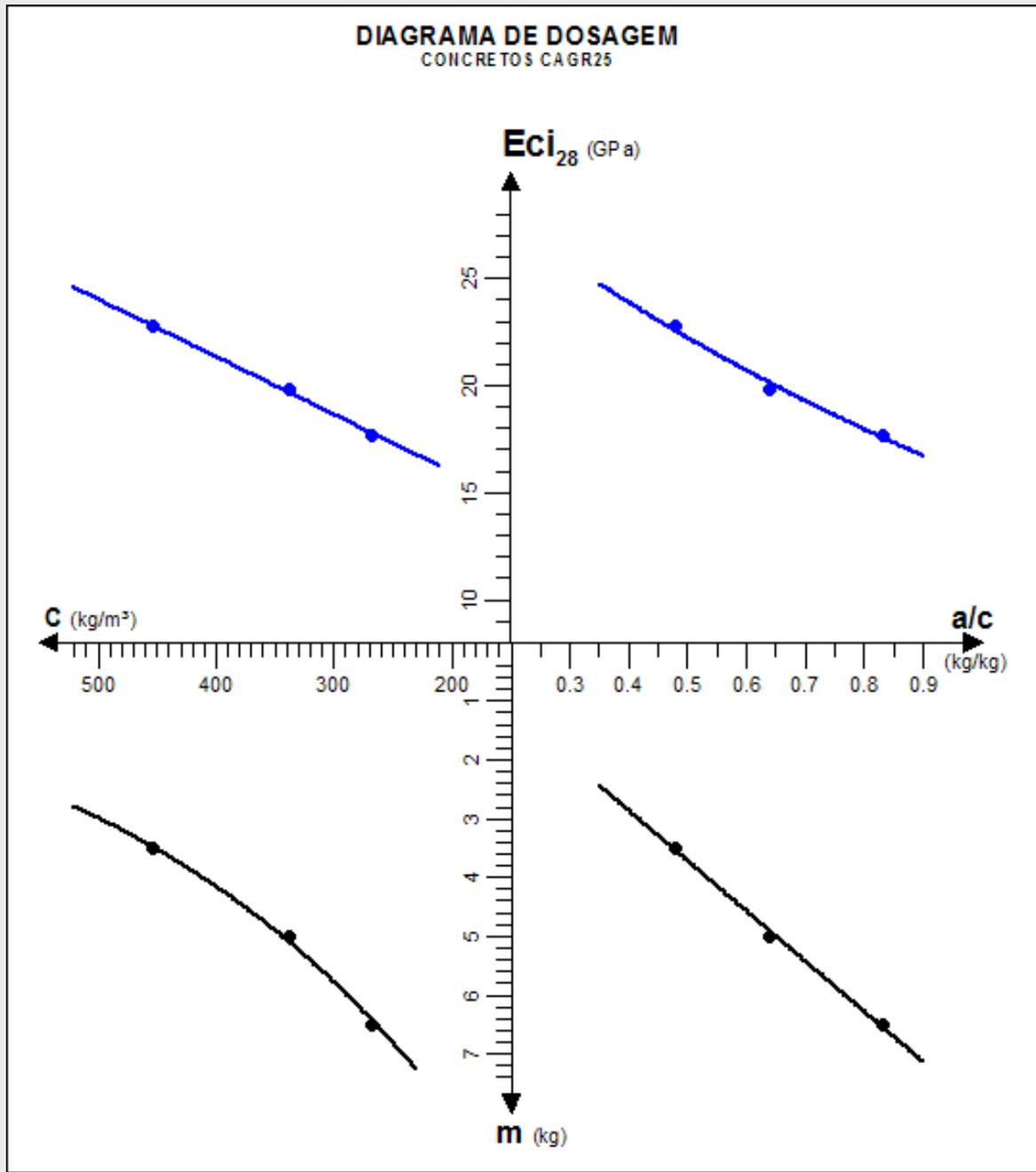


Módulo de Deformação Tangente Inicial

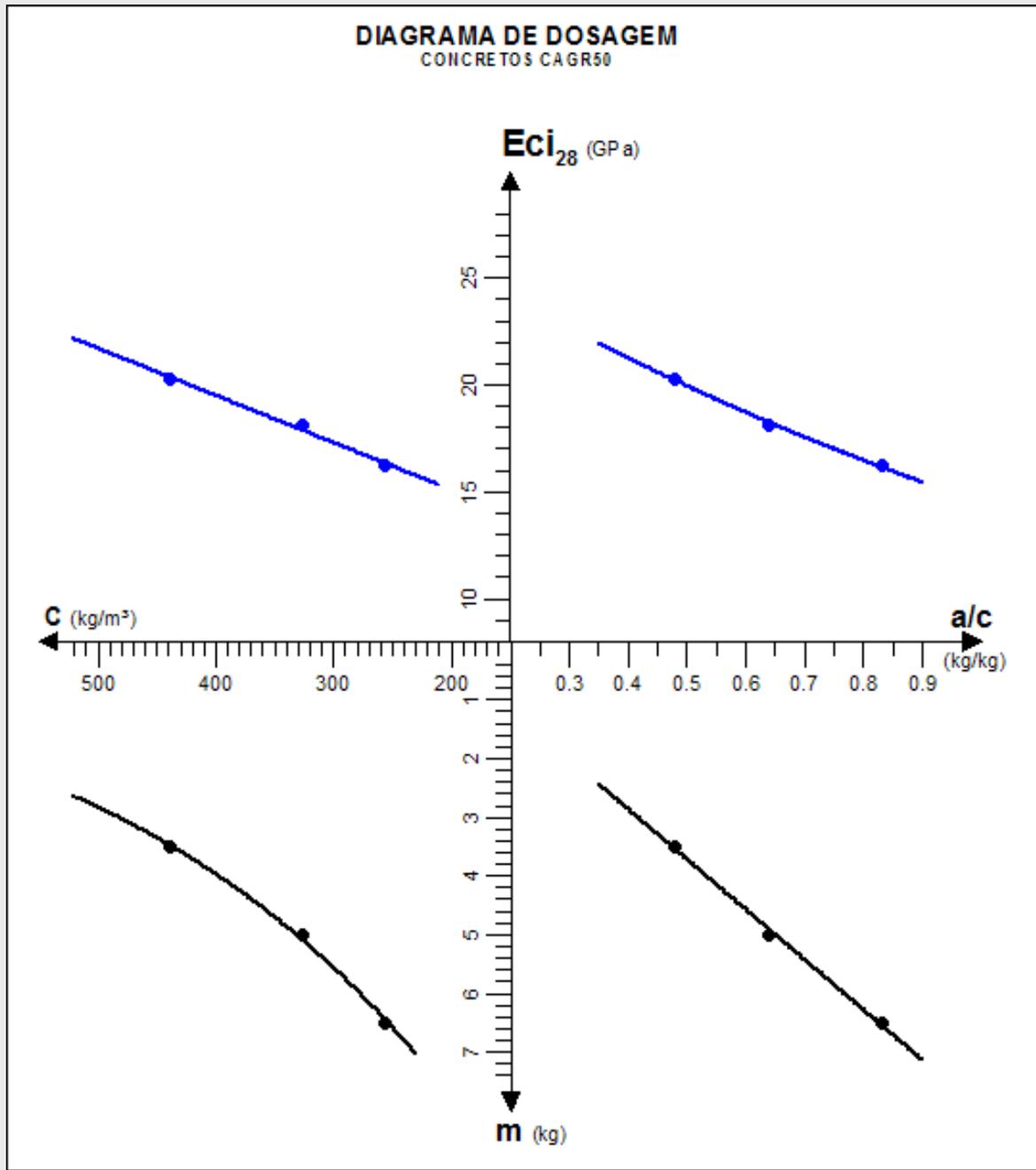
Módulo de Deformação Tangente Inicial (E_{ci}) - CR



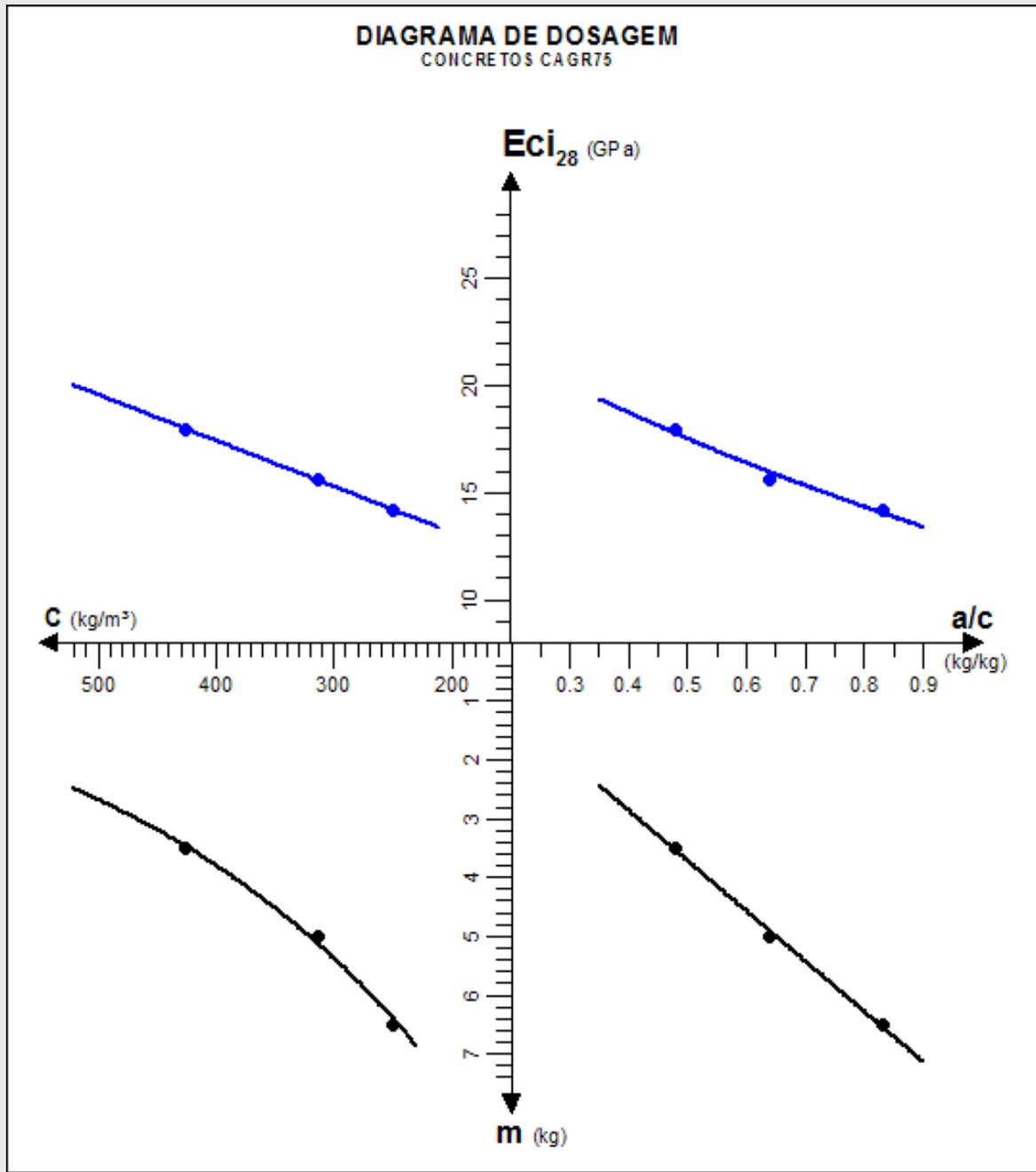
Módulo de Deformação Tangente Inicial (E_{ci}) – CAGR25



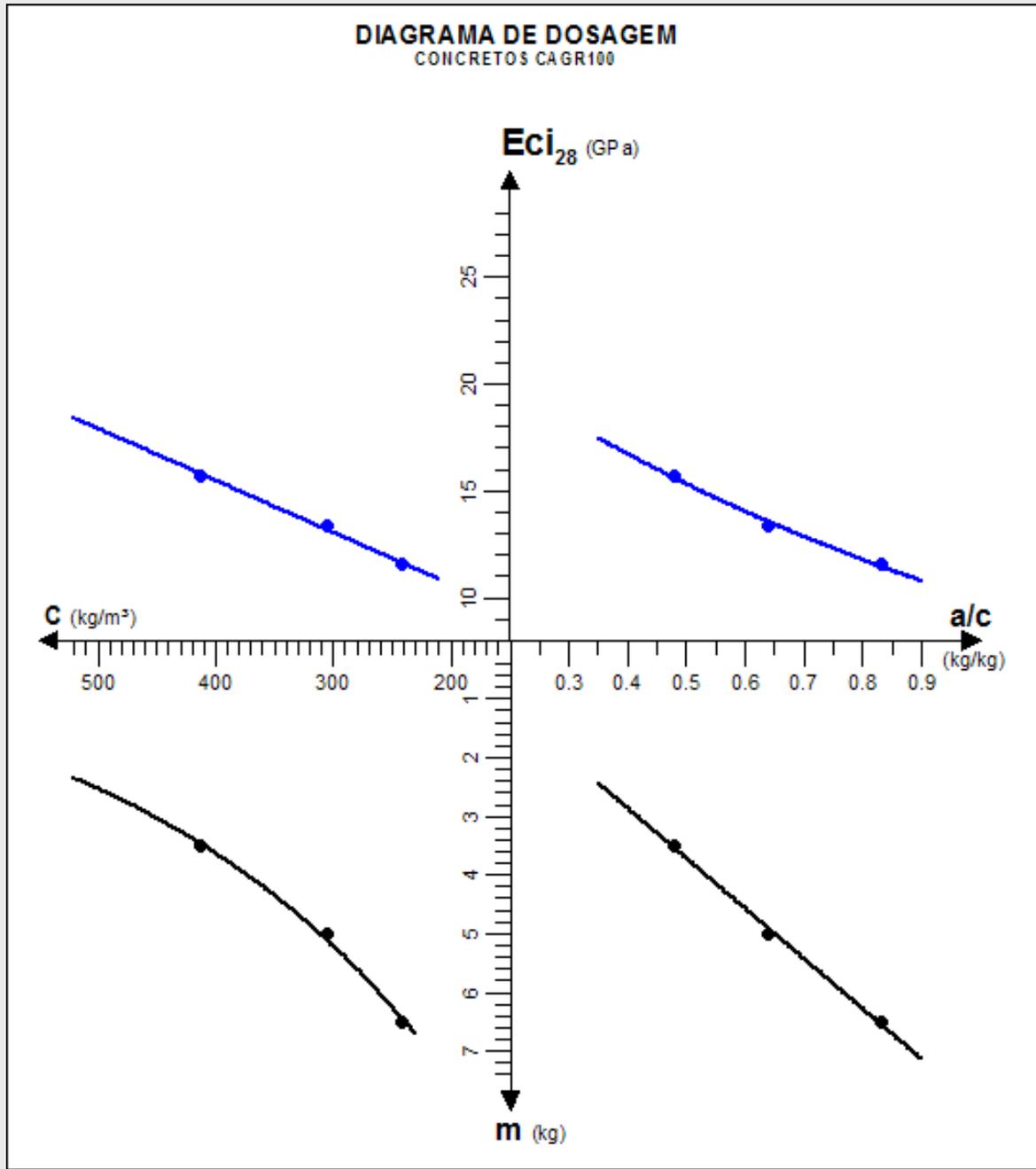
Módulo de Deformação Tangente Inicial (E_{ci}) – CAGR50



Módulo de Deformação Tangente Inicial (E_{ci}) - CAGR75



Módulo de Deformação Tangente Inicial (E_{ci}) – CAGR100



Quadro de Equações - Módulo de Deformação Tangente Inicial (E_{ci})

$$E_{ci} = f(a/c)$$

Concretos	Equações	
CR	$y = f(x)$ $E_{ci_{28}} = f(a/c)$	$E_{ci_{28}} = 36,461 \cdot e^{-0,731 \cdot a/c}$
	$x = f(y)$ $a/c = f(E_{ci_{28}})$	$a/c = \frac{\ln(E_{ci_{28}}) - \ln(36,461)}{-0,731}$
	$R^2 =$	0.989576
CAGR25	$y = f(x)$ $E_{ci_{28}} = f(a/c)$	$E_{ci_{28}} = 31,781 \cdot e^{-0,715 \cdot a/c}$
	$x = f(y)$ $a/c = f(E_{ci_{28}})$	$a/c = \frac{\ln(E_{ci_{28}}) - \ln(31,781)}{-0,715}$
	$R^2 =$	0.987549
CAGR50	$y = f(x)$ $E_{ci_{28}} = f(a/c)$	$E_{ci_{28}} = 27,450 \cdot e^{-0,640 \cdot a/c}$
	$x = f(y)$ $a/c = f(E_{ci_{28}})$	$a/c = \frac{\ln(E_{ci_{28}}) - \ln(27,450)}{-0,640}$
	$R^2 =$	0.996113
CAGR75	$y = f(x)$ $E_{ci_{28}} = f(a/c)$	$E_{ci_{28}} = 24,487 \cdot e^{-0,671 \cdot a/c}$
	$x = f(y)$ $a/c = f(E_{ci_{28}})$	$a/c = \frac{\ln(E_{ci_{28}}) - \ln(24,487)}{-0,671}$
	$R^2 =$	0.971262
CAGR100	$y = f(x)$ $E_{ci_{28}} = f(a/c)$	$E_{ci_{28}} = 23,772 \cdot e^{-0,880 \cdot a/c}$
	$x = f(y)$ $a/c = f(E_{ci_{28}})$	$a/c = \frac{\ln(E_{ci_{28}}) - \ln(23,772)}{-0,880}$
	$R^2 =$	0.992742

Quadro de Equações - Módulo de Deformação Tangente Inicial (Eci)

$$m = f(a/c)$$

Concretos	Equações	
CR	$y = f(x)$ $m = f(a/c)$	$m = 8,550 \cdot a/c - 0,558$
	$x = f(y)$ $a/c = f(m)$	$a/c = \frac{m + 8,550}{-0,558}$
	$R^2 =$	0.997557
CAGR25	$y = f(x)$ $m = f(a/c)$	$m = 8,550 \cdot a/c - 0,558$
	$x = f(y)$ $a/c = f(m)$	$a/c = \frac{m + 8,550}{-0,558}$
	$R^2 =$	0.997557
CAGR50	$y = f(x)$ $m = f(a/c)$	$m = 8,550 \cdot a/c - 0,558$
	$x = f(y)$ $a/c = f(m)$	$a/c = \frac{m + 8,550}{-0,558}$
	$R^2 =$	
CAGR75	$y = f(x)$ $m = f(a/c)$	$m = 8,550 \cdot a/c - 0,558$
	$x = f(y)$ $a/c = f(m)$	$a/c = \frac{m + 8,550}{-0,558}$
	$R^2 =$	0.997557
CAGR100	$y = f(x)$ $m = f(a/c)$	$m = 8,550 \cdot a/c - 0,558$
	$x = f(y)$ $a/c = f(m)$	$a/c = \frac{m + 8,550}{-0,558}$
	$R^2 =$	0.997557

Quadro de Equações - Módulo de Deformação Tangente Inicial (Eci)

$$m = f(C)$$

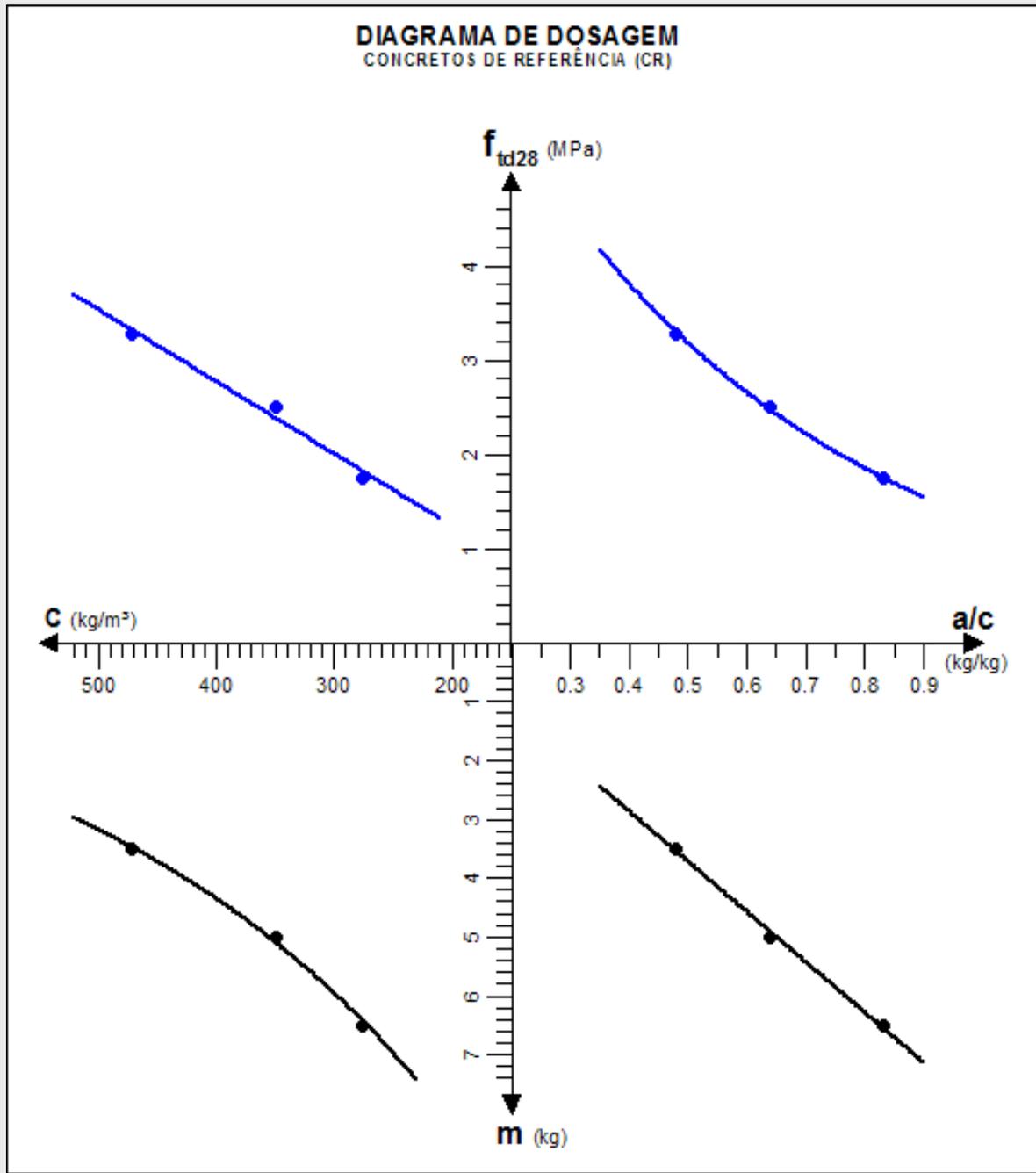
Concretos	Equações	
CR	$y = f(x)$ $m = f(C)$	$m = 15,258 \cdot e^{-0,003 \cdot C}$
	$x = f(y)$ $C = f(m)$	$C = \frac{\ln(m) - \ln(15,258)}{-0,003}$
	$R^2 =$	0.997149
CAGR25	$y = f(x)$ $m = f(C)$	$m = 15,474 \cdot e^{-0,003 \cdot C}$
	$x = f(y)$ $C = f(m)$	$C = \frac{\ln(m) - \ln(15,474)}{-0,003}$
	$R^2 =$	0.997141
CAGR50	$y = f(x)$ $m = f(C)$	$m = 15,288 \cdot e^{-0,003 \cdot C}$
	$x = f(y)$ $C = f(m)$	$C = \frac{\ln(m) - \ln(15,288)}{-0,003}$
	$R^2 =$	0.997646
CAGR75	$y = f(x)$ $m = f(C)$	$m = 15,249 \cdot e^{-0,003 \cdot C}$
	$x = f(y)$ $C = f(m)$	$C = \frac{\ln(m) - \ln(15,249)}{-0,003}$
	$R^2 =$	0.997646
CAGR100	$y = f(x)$ $m = f(C)$	$m = 15,386 \cdot e^{-0,004 \cdot C}$
	$x = f(y)$ $C = f(m)$	$C = \frac{\ln(m) - \ln(15,386)}{-0,004}$
	$R^2 =$	0.996489

Quadro de Equações - Módulo de Deformação Tangente Inicial (Eci)

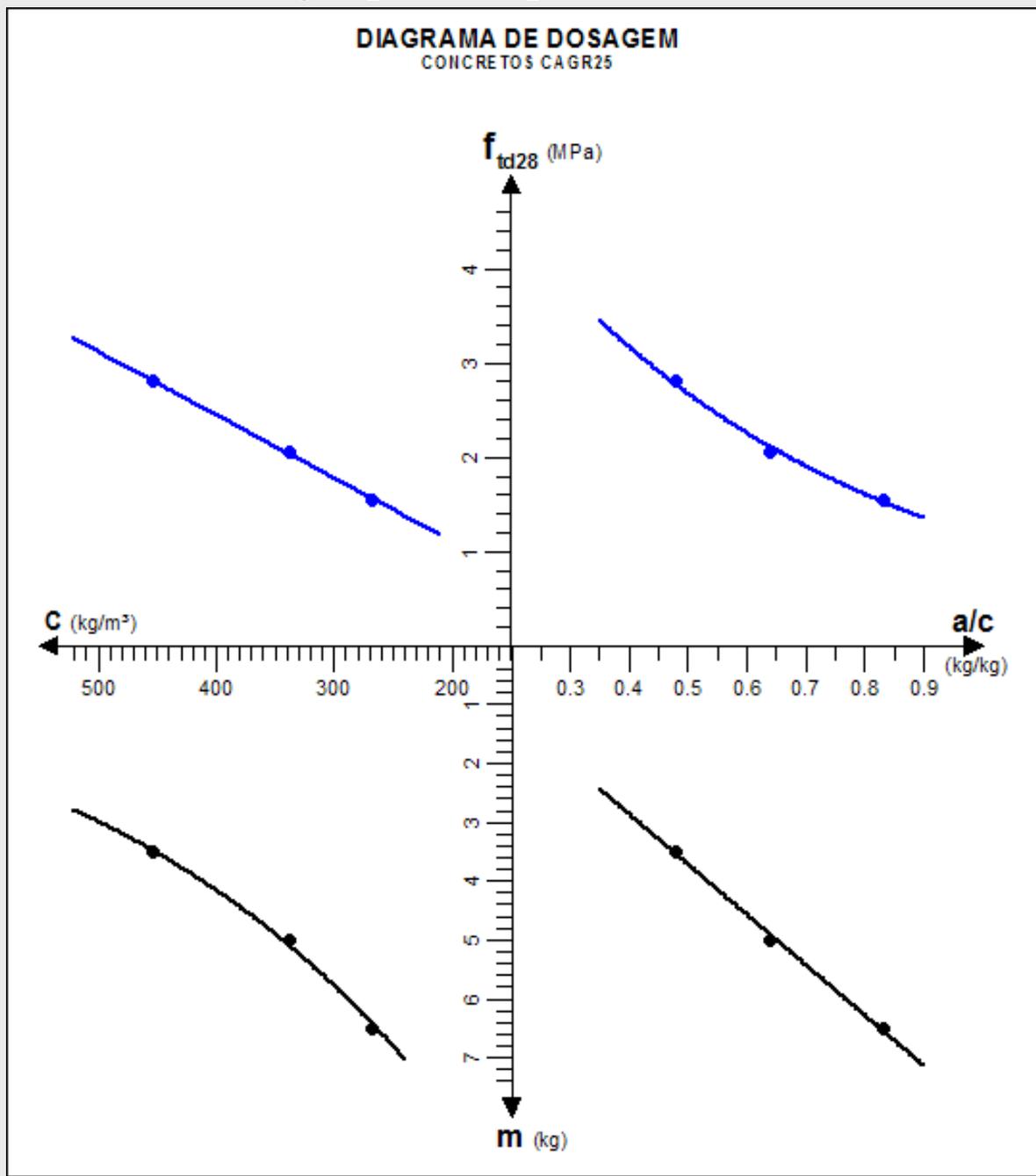
$$E_{ci} = f(C)$$

Concretos	Equações	
CR	$y = f(x)$ $E_{ci_{28}} = f(C)$	$E_{ci_{28}} = -0,030 \cdot C + 11,913$
	$x = f(y)$ $a/c = f(E_{ci_{28}})$	$C = \frac{E_{ci_{28}} + 11,913}{0,030}$
	$R^2 =$	0,99731
CAGR25	$y = f(x)$ $E_{ci_{28}} = f(C)$	$E_{ci_{28}} = -0,027 \cdot C + 10,571$
	$x = f(y)$ $C = f(E_{ci_{28}})$	$C = \frac{E_{ci_{28}} + 10,571}{0,027}$
	$R^2 =$	0,998116
CAGR50	$y = f(x)$ $E_{ci_{28}} = f(C)$	$E_{ci_{28}} = -0,022 \cdot C + 10,657$
	$x = f(y)$ $C = f(E_{ci_{28}})$	$C = \frac{E_{ci_{28}} + 10,657}{0,022}$
	$R^2 =$	0,991738
CAGR75	$y = f(x)$ $E_{ci_{28}} = f(C)$	$E_{ci_{28}} = -0,021 \cdot C + 8,815$
	$x = f(y)$ $C = f(E_{ci_{28}})$	$C = \frac{E_{ci_{28}} + 3,815}{0,021}$
	$R^2 =$	0,999993
CAGR100	$y = f(x)$ $E_{ci_{28}} = f(C)$	$E_{ci_{28}} = -0,024 \cdot C + 5,730$
	$x = f(y)$ $C = f(E_{ci_{28}})$	$C = \frac{E_{ci_{28}} + 5,730}{0,024}$
	$R^2 =$	0,995507

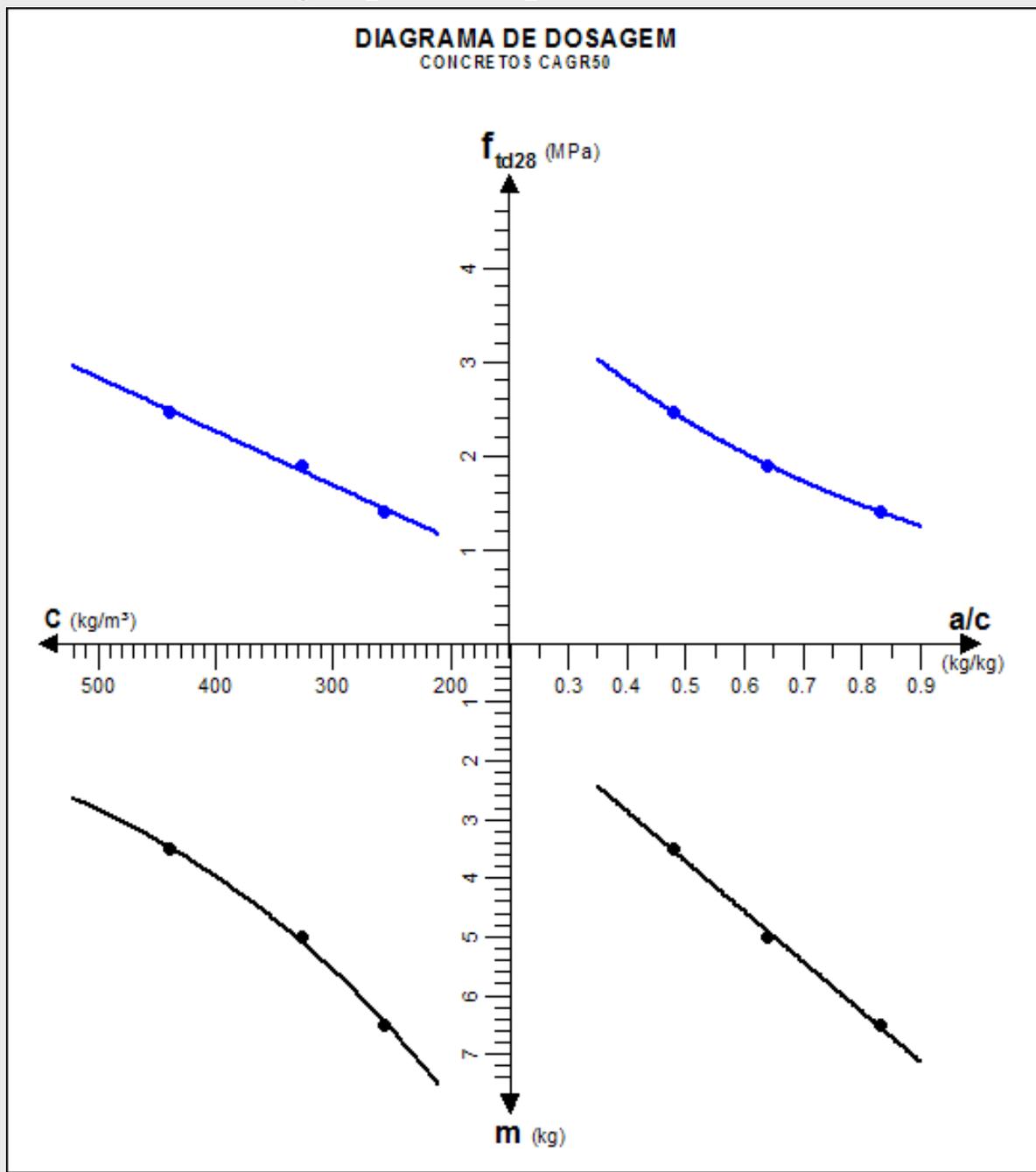
Resistência à Tração por Compressão Diametral - CR



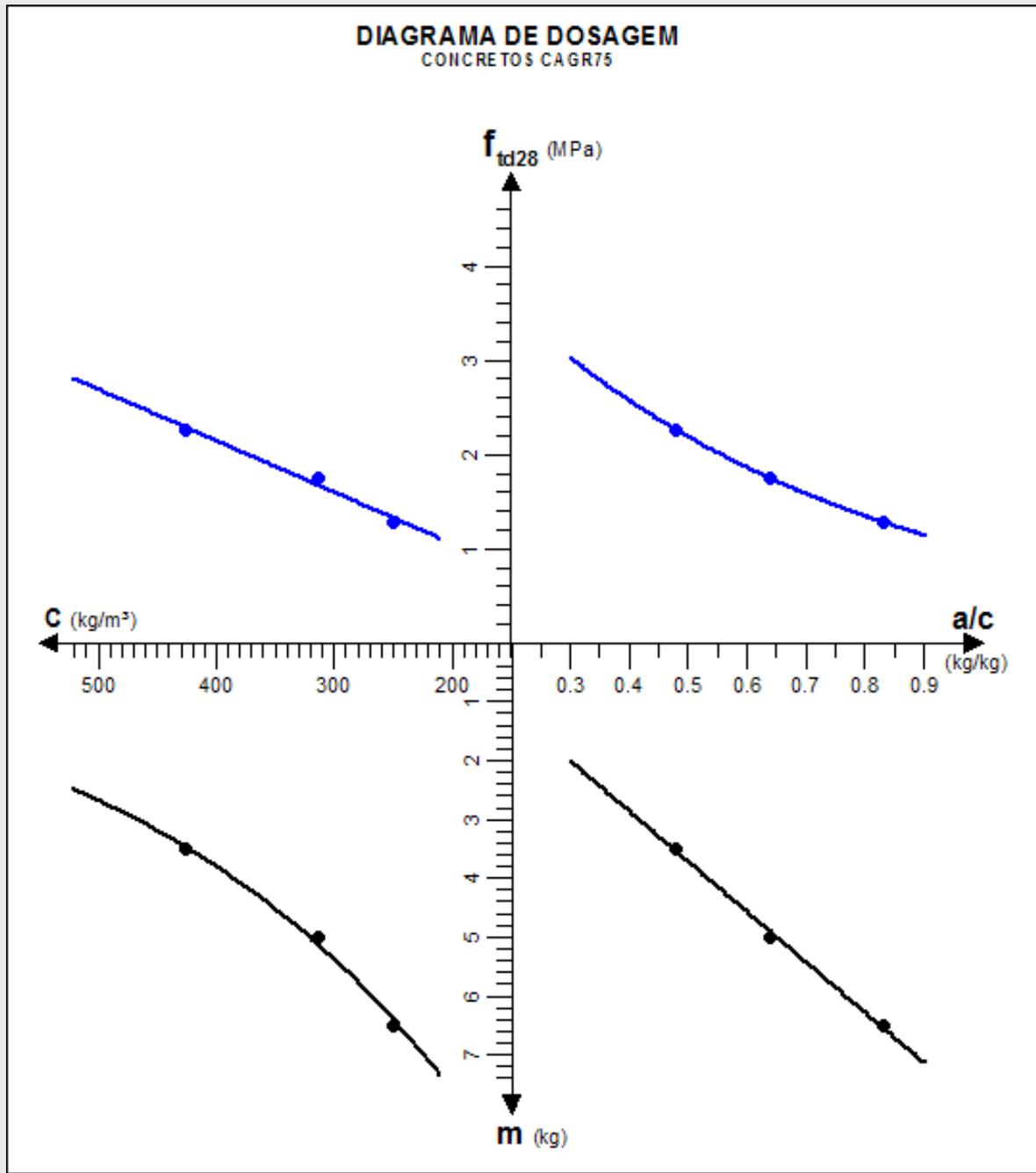
Resistência à Tração por Compressão Diametral – CAGR25



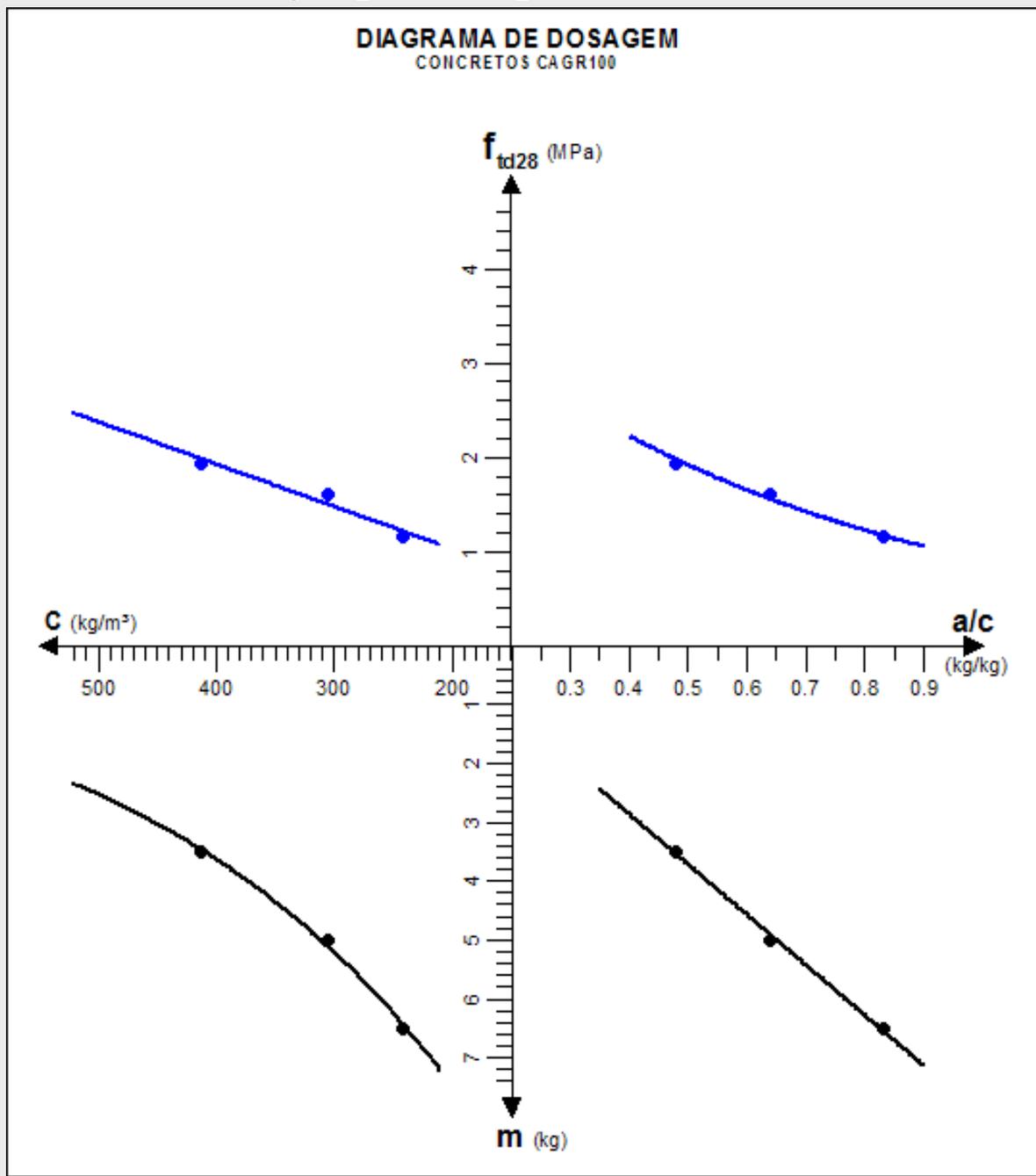
Resistência à Tração por Compressão Diametral – CAGR50



Resistência à Tração por Compressão Diametral – CAGR75



Resistência à Tração por Compressão Diametral – CAGR100

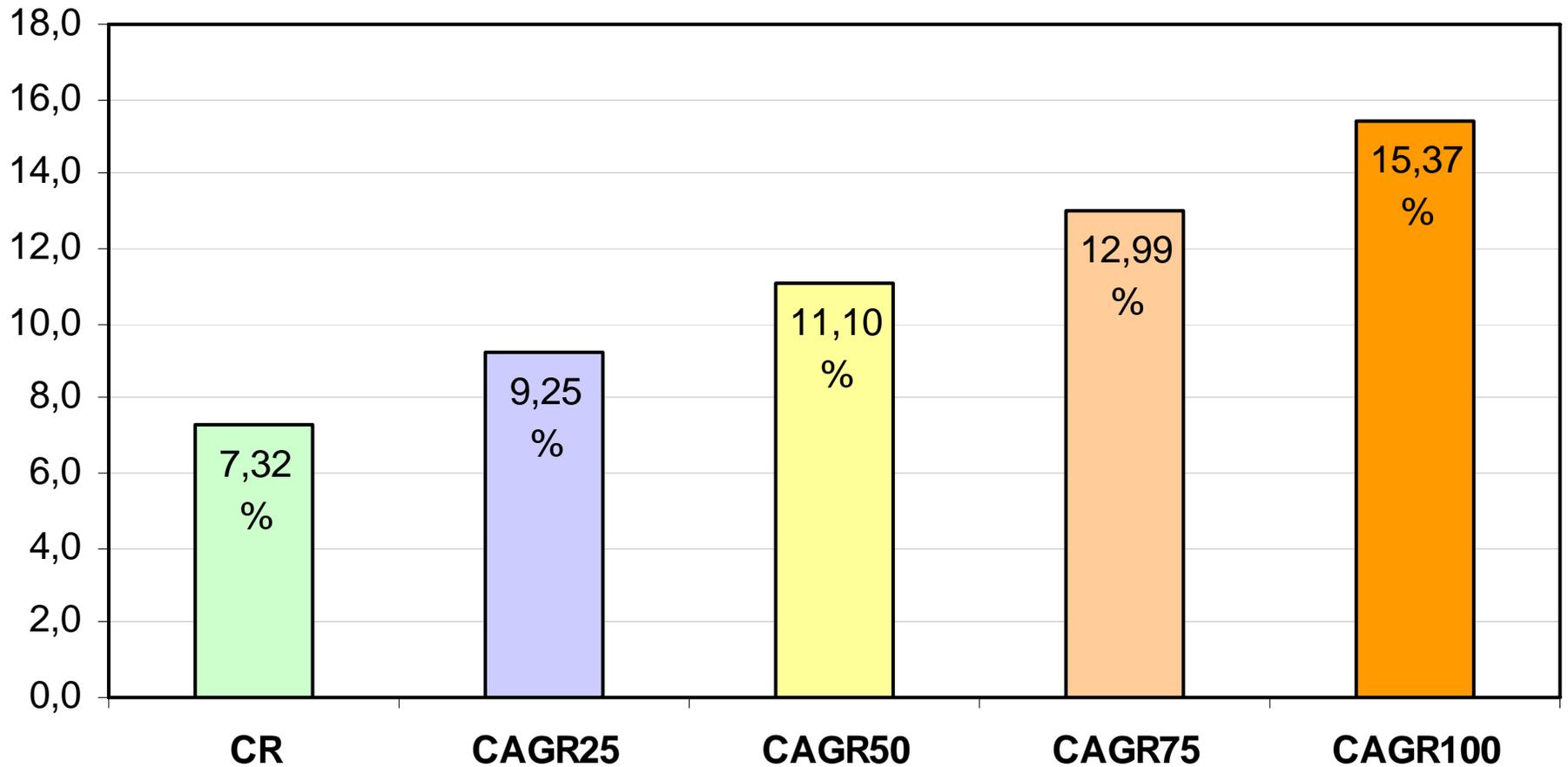


Massa Específica e teor de ar incorporado dos concretos

Traços	Concretos	Massa Específica (kg/m ³)	Teor de ar (%)
1 : 6,5	CR	2.320	1,9
	CAGR25	2.240	2,1
	CAGR50	2.153	3,4
	CAGR75	2.105	3,6
	CAGR100	1.950	4,0
1 : 5,0	CR	2.333	1,8
	CAGR25	2.258	2,3
	CAGR50	2.178	3,0
	CAGR75	2.085	4,2
	CAGR100	2.045	4,3
1 : 3,5	CR	2.370	1,4
	CAGR25	2.263	2,2
	CAGR50	2.190	2,8
	CAGR75	2.120	3,2
	CAGR100	2.070	3,8

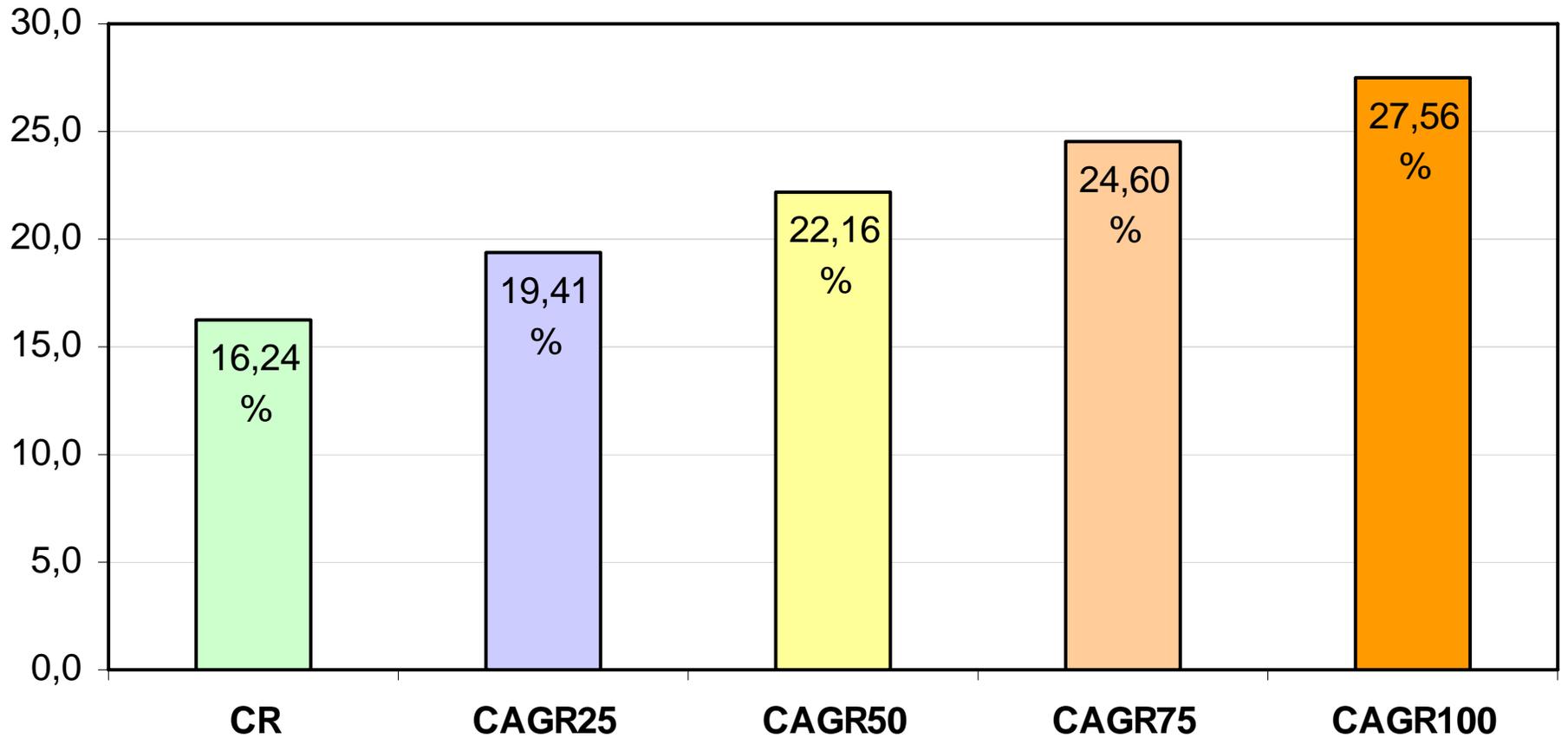
CONCRETOS RICOS (1 : 3,5)

Absorção média (%)



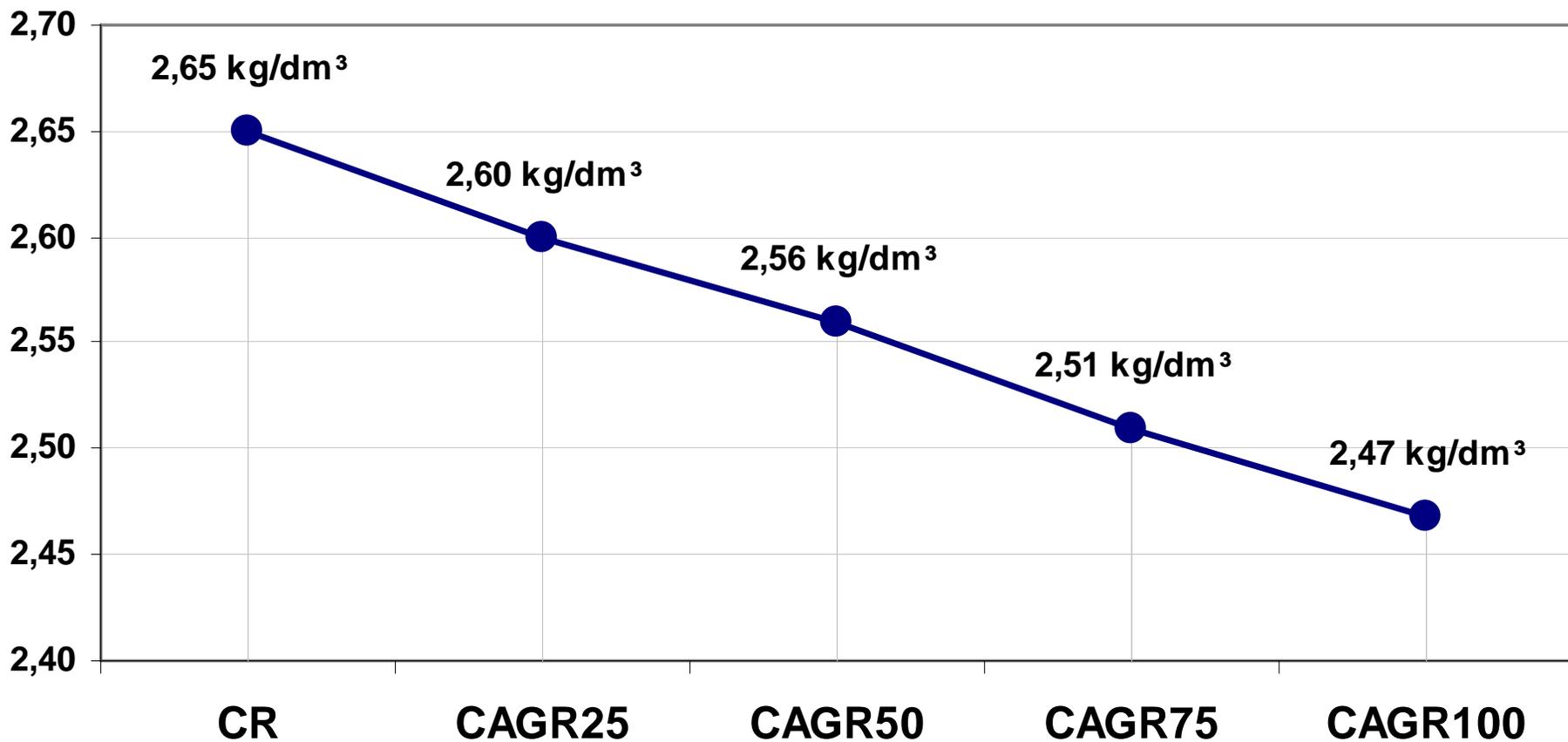
CONCRETOS RICOS (1 : 3,5)

Índices de vazios médio (%)



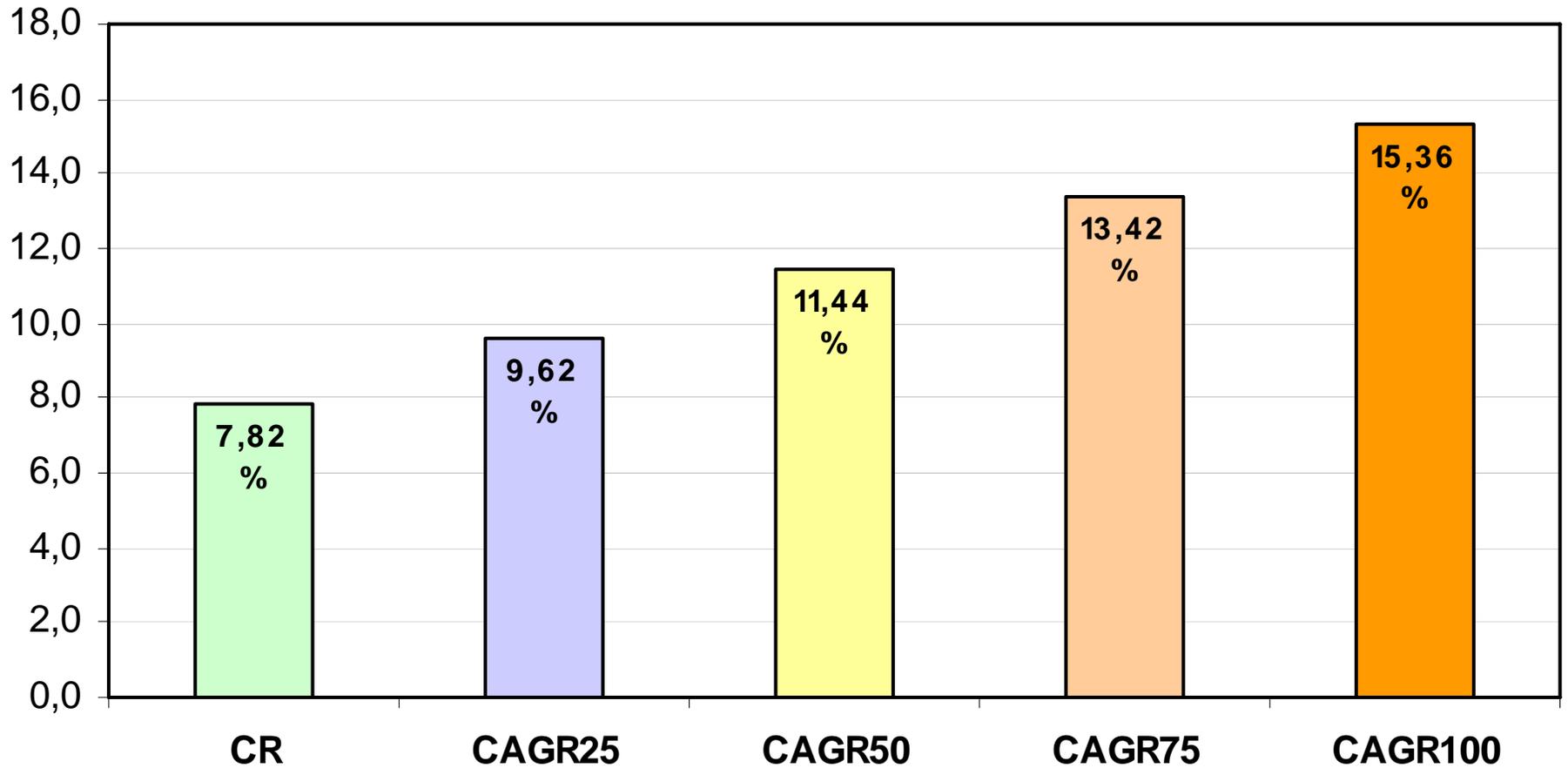
CONCRETOS RICOS (1 : 3,5)

Massa específica real média (kg/dm³)



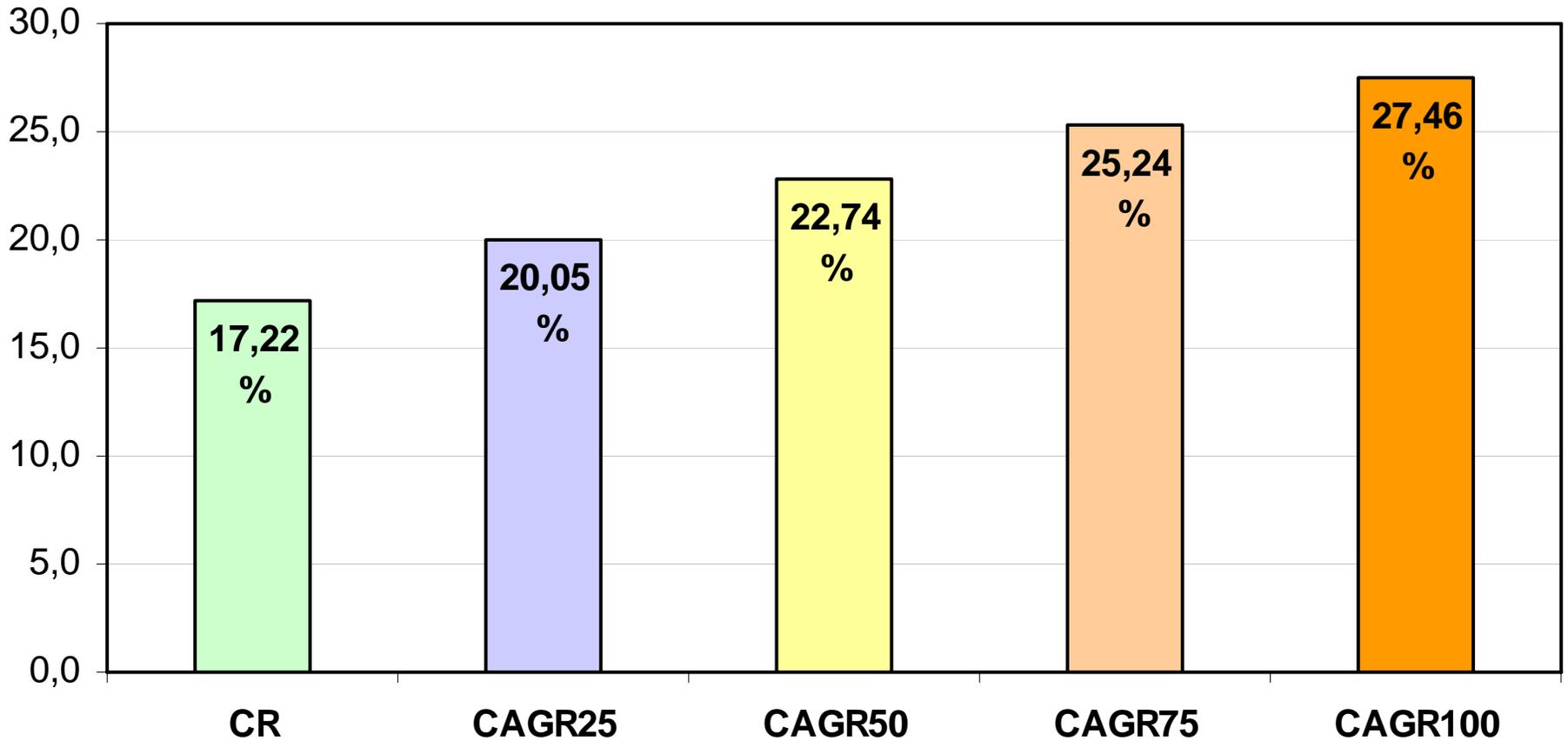
CONCRETOS NORMAIS (1 : 5,0)

Absorção média (%)

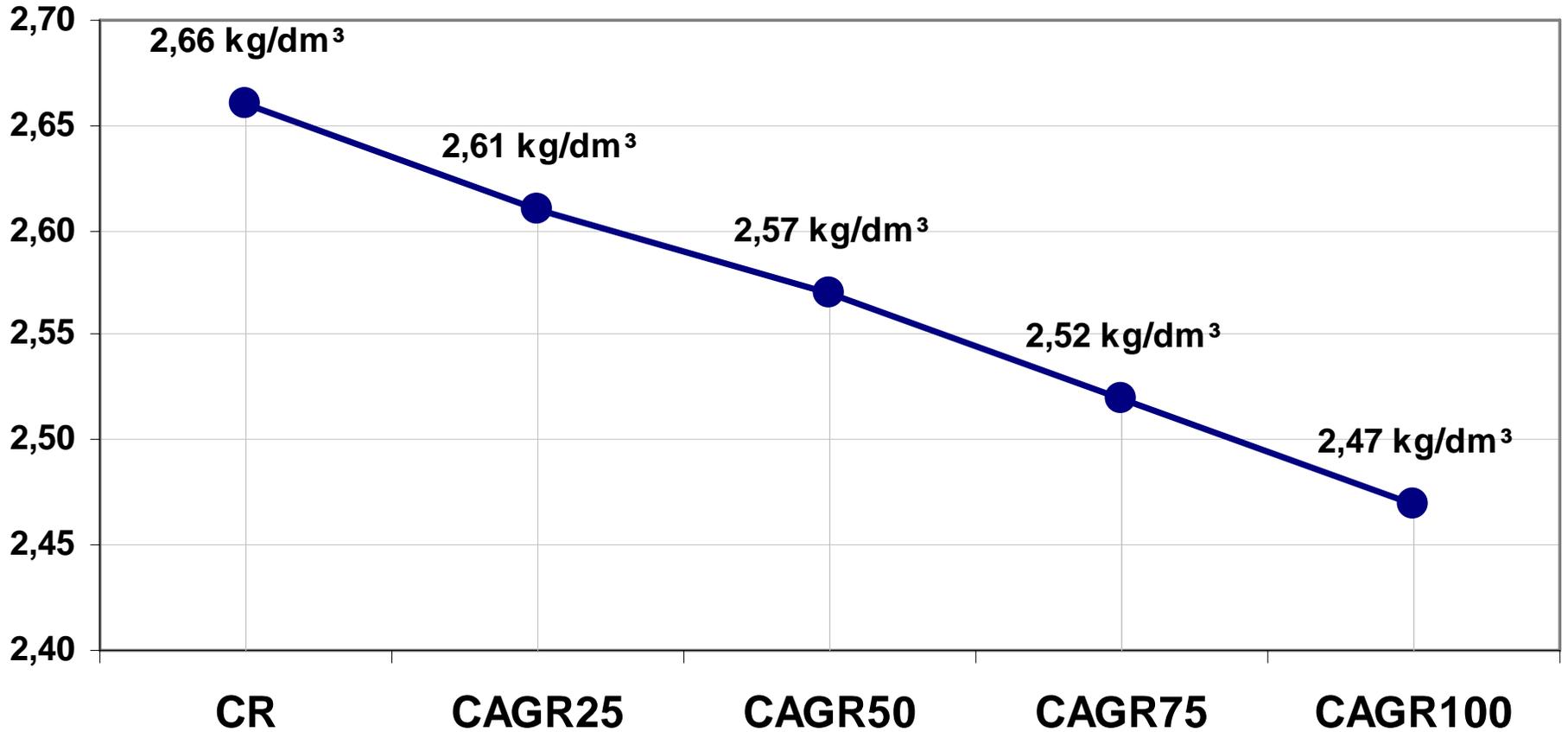


CONCRETOS NORMAIS (1 : 5,0)

Índices de vazios médios (%)

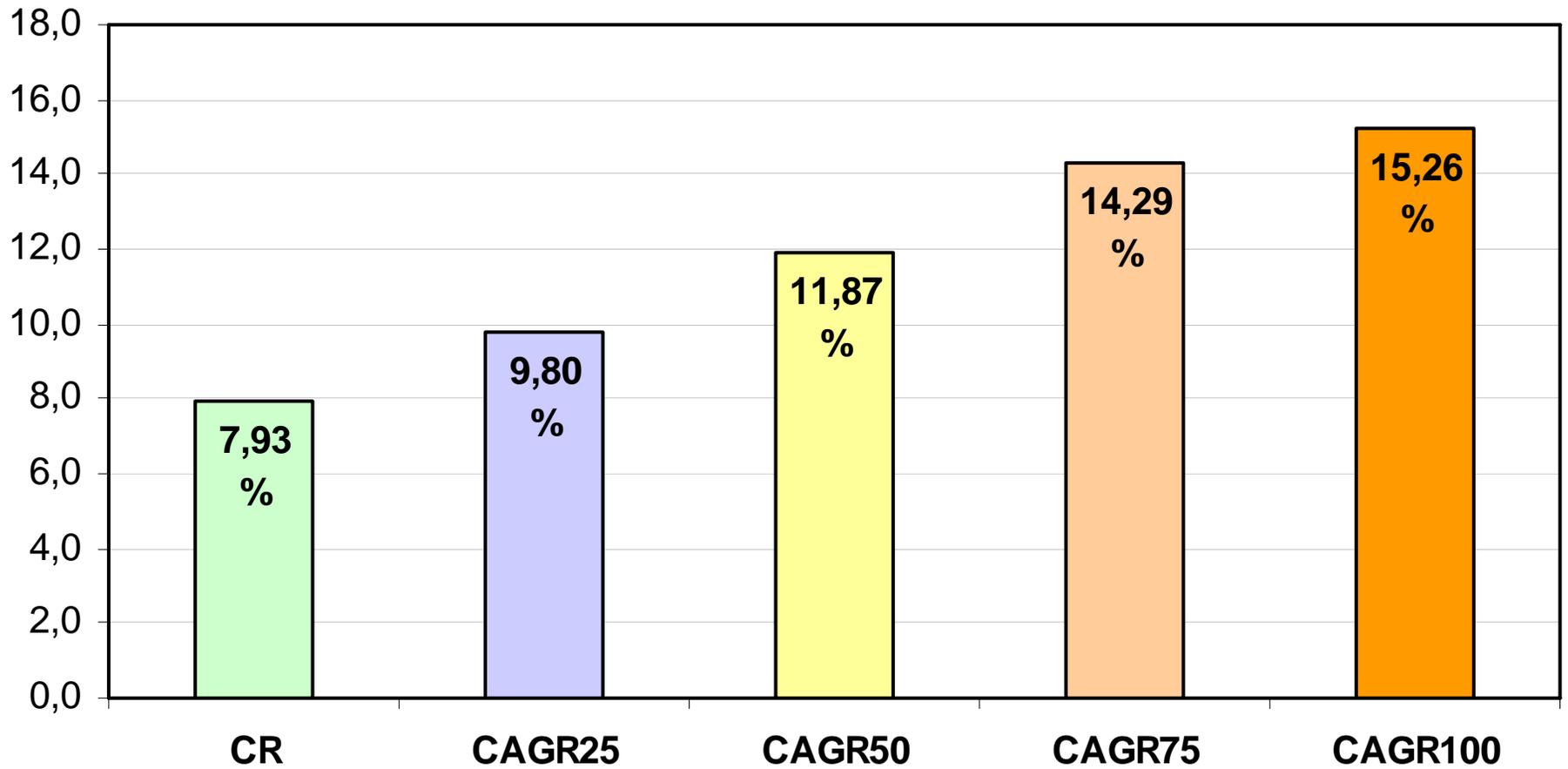


CONCRETOS NORMAIS (1 : 5,0)
Massa específica real média (kg/dm³)

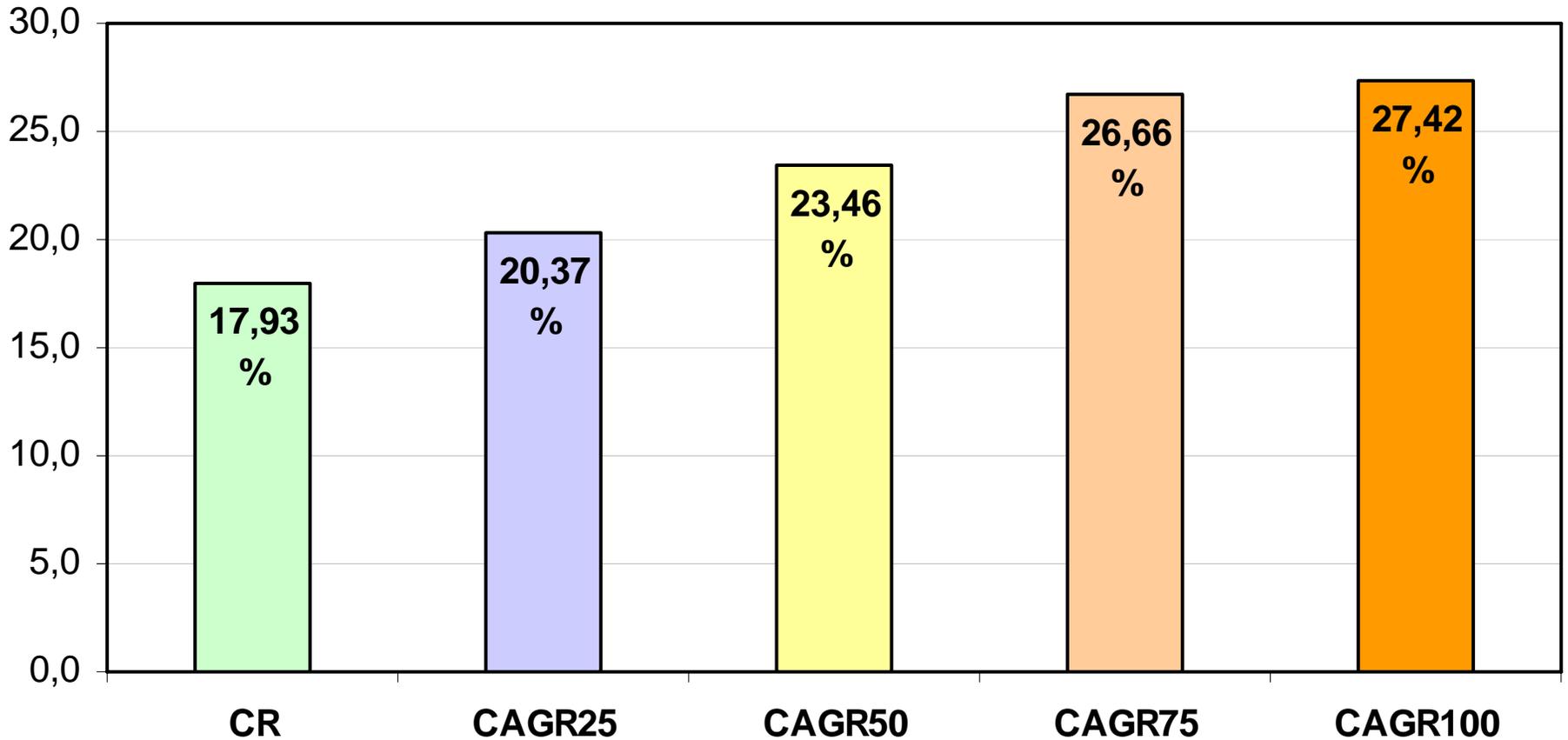


CONCRETOS POBRES (1 : 6,5)

Absorção (%)

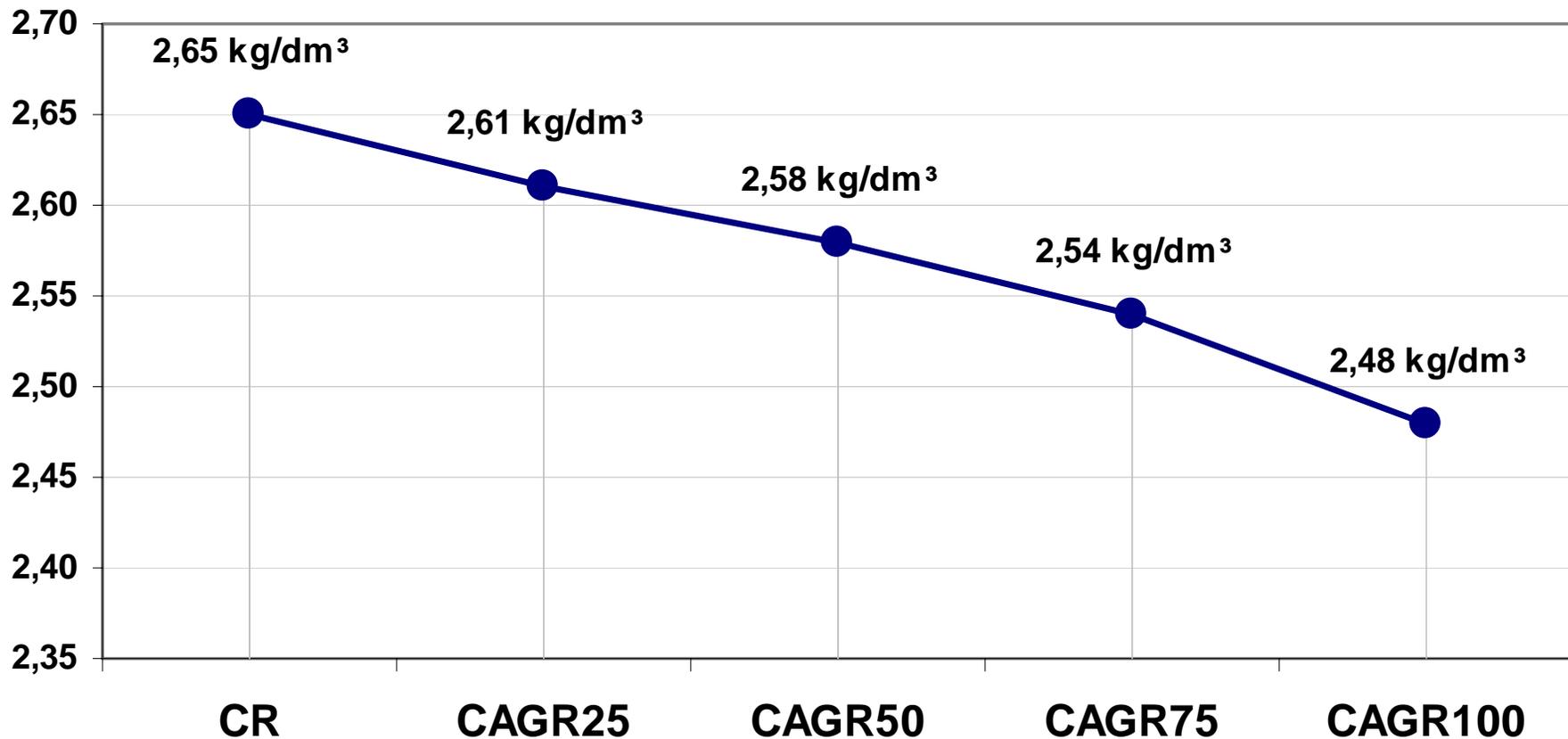


CONCRETOS POBRES (1 : 6,5)
Índices de vazios médio (%)



CONCRETOS POBRES (1 : 6,5)

Massa específica real média (kg/dm³)



Considerações finais

A composição dos RCD depende:

CONSTRUÇÕES PREDIAIS

- da fonte de origem (construção, demolição, reforma etc.);
- da tecnologia construtiva (execução da obra);
- da fase (etapa) construtiva da obra;

CONCRETOS COM RCD

- EXEMPLOS DE OBRAS EXECUTADAS COM A UTILIZAÇÃO DE CONCRETOS PRODUZIDOS COM AGREGADOS RECICLADOS DE RCD.

Referências bibliográficas

ANDRADE; ROCHA; CHERIAF, 2004. **Estudo da influência de agregados reciclados de concreto em substituição ao agregado graúdo natural na produção de novos concretos**. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. São Paulo, SP. 2004. 11 p. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em 20 ago. 2005.

BAZUCO, R.S. **Utilização de agregados reciclados de concreto para produção de novos concretos**. Florianópolis/SC

BROWN, B. V. Alternative and Marginal Aggregate Sources. **Concrete For Environment Enhancement and Protection**. London, 1996. p. 471-484.

BUTTLE, A. M. Concreto com agregados graúdos reciclados de concreto – influência da idade de reciclagem nas propriedades dos agregados e concretos reciclados. Dissertação (mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. 2003. 220 p. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/DissertacaoButtler%20-%20EESC.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2005.

BUTTLE, A. M.; MACHADO JR E. F. Concretos com agregados reciclados – caracterização das propriedades mecânicas. In: I JORNADA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. São Paulo, SP. 2004. 15 p. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em 20 ago. 2005.

Referências bibliográficas

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução 307 (2002)**. Gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res02/res30702.html>>. Acesso em 29 abr. 2005.

HANSEN, T. C.; NARUD, H. **Strength of Recycled Concrete Made from Crushed Concrete Coarse Aggregate**. Concrete International – Design and Construction, v. 5, n° 1, pp. 79-83, 1983.

LATTERZA, L. M.; MACHADO JÚNIOR, E. F. Concreto com agregado graúdo reciclado: propriedades no estado fresco e endurecido e aplicações em pré-moldados leves. In: **Cadernos de Engenharia de Estruturas**. São Carlos. n. 21. p. 27-58. 2003. Disponível em: <http://www.set.eesc.usp.br/cadernos/pdf/cee21_2.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2005.

LEITE, M. B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. Porto Alegre/RS. Tese (doutorado). Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2001. 290 p. Disponível em:<<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em 29 abr. 2005.

ZORDAN, S. E. **A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto**. Campinas/SP. Dissertação (mestrado). Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual de Campinas. 1997. 156 p. Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/dissertação%20szordan.pdf>>. Acesso em 31 mar. 2005.