

ROMSON HELEO ROMAGNA

**RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE PRISMAS DE BLOCOS DE
CONCRETO GRAUTEADOS E NÃO GRAUTEADOS**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Civil da Universidade
Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos
para a obtenção do título de mestre em engenharia.**

Florianópolis

2000

ROMSON HELEO ROMAGNA

**RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE PRISMAS DE BLOCOS DE
CONCRETO GRAUTEADOS E NÃO GRAUTEADOS**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Civil da Universidade
Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos
para a obtenção do título de mestre em engenharia.**

Área de Concentração: Construção Civil

Orientador: Prof. Humberto Ramos Roman, PhD

Florianópolis

2000

**RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE PRISMAS DE BLOCOS DE
CONCRETO GRAUTEADOS E NÃO GRAUTEADOS**

ROMSON HELEO ROMAGNA

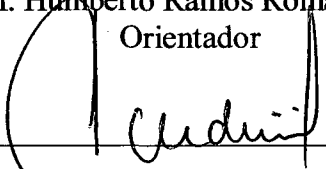
Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

MESTRE EM ENGENHARIA

Especialidade ENGENHARIA CIVIL, área de concentração CONSTRUÇÃO CIVIL,
aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

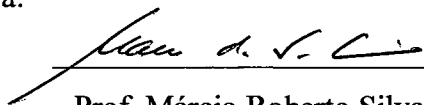


Prof. Humberto Ramos Roman, PhD
Orientador

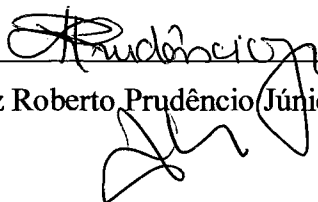


Prof. Jucilei Cordini, Dr.
Coordenador do PPGEC

Banca Examinadora:



Prof. Márcio Roberto Silva Corrêa, Dr.



Prof. Luiz Roberto Prudêncio Júnior, Dr.

Prof. Philippe Jean-Paul Gleize, Dr. Ing.

**Aos meus pais,
Romoaldo e Neltra**

AGRADECIMENTOS

A Deus pela paz, saúde e forças para eu conseguir alcançar este objetivo.

Aos meus pais, Romoaldo Romagna e Neltra Dominga Romagna, pela educação, carinho e exemplo, vocês fazem parte deste trabalho.

Ao professor Humberto Ramos Roman, pelo incentivo, amizade, paciência, pela grande capacidade de liderança e por tornar esta pesquisa uma realidade.

Ao professor Gihad Mohamad pela co-orientação e incentivo nas horas mais difíceis.

Ao CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo financiamento desta pesquisa no período de novembro de 1998 a setembro de 1999.

À Blocaus Pré Fabricados Ltda., especialmente ao seu diretor, engenheiro Luiz Francisco Teixeira Marcondes e ao engenheiro Gerson Lindner pela doação dos blocos de concreto utilizados nesta pesquisa.

À Betonbras, especialmente ao engenheiro(a) Joelcio Stocco e Silvia Santos, pela doação do agregado miúdo utilizado no programa experimental.

Aos bolsistas Fábio Couto, Georg's Niques e Marcelo Romagna Macarini, pela dedicação e competência, derramando o próprio sangue no trabalho experimental.

Aos técnicos do LMCC, Luiz Henrique dos Santos e Renato Santana da Lapa pelos ensinamentos e amizade durante os 12 meses em que convivemos no dia-a-dia.

Ao professor Luiz Alberto Gomez pela amizade e apoio técnico no trabalho experimental.

À minha irmã Silvana, pelo exemplo, incentivo e pelas dicas.

À minha família Cristiano, Laís, Lucas, Manuela, Marcelo, Marina, Mário José, Mayara, Murilo, Sandra e Silvia, por estarem sempre ao meu lado.

A Leroy Curtis Belew e Katherine Belew pelos ensinamentos.

Ao colega Ricardo José Kuerten Mendes pelo apoio e dicas na análise dos resultados.

Aos colegas de mestrado Alexandre Müller, André Matte Sagave, Eduardo Rizatti, Flávio Santos, Helga Ferreira Martins, Itamar Ribeiro Gomes, Leslie Maria Finger Roman, Mara Regina Gomes, Maria Luiza Lopes de Oliveira, Sofia Laurindo Machado, Vaneide Gomes e Walter Olivier Alves pela grande convivência.

Aos professores João Carlos Souza e Sílvia Hickel do Prado pelos ensinamentos e apresentação neste Programa de Pós-Graduação.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina pelos ensinamentos.

À Irizete Odete Menezes pelo incentivo.

A todos os amigos(as) que me rodeiam e me fazem ser feliz.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram nesta pesquisa.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	viii
Lista de Tabelas	xii
Lista de Símbolos e Abreviaturas	xv
Lista de Siglas	xviii
Resumo	xix
Abstract	xx

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

1.1 – Introdução	01
1.2 – Objetivo Principal	03
1.3 – Objetivos Específicos	03
1.4 – Hipóteses	03
1.5 – Estrutura do Trabalho	04

CAPÍTULO 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 – Definição e classificação dos componentes dos prismas de blocos de concreto grauteados e não grauteados	05
2.1.1 – Bloco de concreto	05
2.1.2 – Argamassa de assentamento	10
2.1.3 – Grautes	16
2.1.4 – Prismas	19
2.2 – Fatores que influenciam na resistência do prisma	20
2.2.1 – Resistência do bloco	20
2.2.2 – Resistência da argamassa	22
2.2.3 – Resistência do graute	22
2.2.4 – Módulo de elasticidade	24
2.2.5 – Espessura da junta	24
2.2.6 – Tipo de assentamento	25
2.2.7 – Relação altura/espessura	25
2.2.8 – Capeamento	27
2.3 – Resistência à compressão da alvenaria	28

2.4 – Ruptura em alvenaria	30
----------------------------	----

CAPÍTULO 3: PROGRAMA EXPERIMENTAL

3.1 – Introdução	32
3.2 – Ensaio de caracterização dos materiais empregados	32
3.2.1 – Blocos	32
3.2.2 – Argamassas de assentamento	35
3.2.3 – Grautes	39
3.3 – Prismas	41
3.4 – Equipamentos para a determinação das resistências à compressão	45

CAPÍTULO 4: ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 – Blocos	47
4.2 – Argamassas	48
4.3 – Grautes	51
4.4 – Prismas	54
4.4.1 – Resultados dos ensaios de prismas	54
4.4.2 – Influência da resistência do bloco na resistência do prisma	58
4.4.3 – Influência da resistência da argamassa na resistência do prisma	62
4.4.4 – Influência da resistência do graute na resistência do prisma	68
4.4.4.1 – Comparações das tensões de ruptura	68
4.4.4.2 – Comparações das cargas de ruptura	72
4.4.5 – Influência do tipo de assentamento na resistência dos prismas	74
4.4.6 – Comparação dos resultados dos ensaios com as especificações da norma britânica BS 5628: Part 1 (1992)	77
4.4.7 – Módulo de deformação e formas de ruptura dos prismas	83

CAPÍTULO 5: CONCLUSÕES

Conclusões	94
------------	----

CAPÍTULO 6: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referências bibliográficas	97
----------------------------	----

ANEXOS

Anexo A	105
Anexo B	113
Anexo C	120
Anexo D	137
Anexo E	178
Anexo F	190

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Resistência à compressão característica da alvenaria de blocos, construída com blocos vazados com relação h/t entre 2 e 4, BS 5628: Part 1 (1992)	21
Figura 2.2 – Aumento da resistência à compressão da parede em função do aumento da resistência do graute GOMES (1983)	23
Figura 3.1 – Bloco de concreto, (a) perspectiva, (b) face de assentamento	33
Figura 3.2 – Bloco de concreto corte transversal (medidas em mm)	33
Figura 3.3 – Esquema de realização do ensaio de resistência à tração por compressão, ASTM C 1006 (1984)	35
Figura 3.4 – Comparação entre a areia utilizada e a especificada pela BS 1200 (1976)	37
Figura 3.5 – Aparato para aquisição das deformações transversais e longitudinais	39
Figura 3.6 – Granulometria da brita utilizada	40
Figura 3.7 – (a) Prismas com assentamento total, (b) prismas com assentamento lateral utilizados nos ensaios	42
Figura 3.8 – Leitura das deformações nos prismas com extensômetro mecânico	44
Figura 3.9 – Esquema de obtenção das deformações (medidas em mm)	45
Figura 3.10 – Chapa para ensaios de resistência à compressão de blocos e prismas (medidas em mm); (a) chapa superior (b) chapa inferior	46
Figura 4.1 – Gráfico tensão x deformação das argamassas	50
Figura 4.2 – Gráfico tensão x deformação dos grautes	52
Figura 4.3 – Influência da resistência do bloco na resistência dos prismas sem graute com argamassamento total	58
Figura 4.4 – Influência da resistência do bloco na resistência dos prismas sem graute com argamassamento lateral	59
Figura 4.5 – Influência do bloco na resistência dos prismas grauteados moldados com argamassa A1 e argamassamento total	59
Figura 4.6 – Influência do bloco na resistência dos prismas grauteados moldados com argamassa A2 e argamassamento total	60
Figura 4.7 – Influência da resistência do bloco na resistência dos prismas grauteados moldados com argamassa A1 e assentamento lateral	61

Figura 4.8 – Influência da resistência do bloco na resistência dos prismas grauteados moldados com argamassa A2 e argamassamento lateral	62
Figura 4.9 – Influência da resistência da argamassa na resistência dos prismas não grauteados moldados com assentamento total	63
Figura 4.10 – Influência da resistência da argamassa na resistência dos prismas não grauteados e moldados com assentamento lateral	63
Figura 4.11 – Influência da resistência da argamassa na resistência dos prismas grauteados moldados com blocos B1 (assentamento total)	64
Figura 4.12 – Influência da resistência da argamassa na resistência dos prismas grauteados moldados com blocos B2 (assentamento total)	65
Figura 4.13 – Influência da resistência da argamassa na resistência dos prismas grauteados moldados com blocos B3 (assentamento total)	65
Figura 4.14 – Influência da resistência da argamassa na resistência dos prismas grauteados moldados com blocos B1 (assentamento lateral)	66
Figura 4.15 – Influência da resistência da argamassa na resistência dos prismas grauteados moldados com blocos B2 (assentamento lateral)	66
Figura 4.16 – Influência da resistência da argamassa na resistência dos prismas grauteados moldados com blocos B3 (assentamento lateral)	67
Figura 4.17 – Influência da resistência do graute na resistência dos prismas com argamassa A1 e assentamento total	68
Figura 4.18 – Influência da resistência do graute na resistência dos prismas com argamassa A2 e assentamento total	69
Figura 4.19 – Influência da resistência do graute na resistência dos prismas com argamassa A1 e assentamento lateral	70
Figura 4.20 – Influência da resistência do graute na resistência dos prismas com argamassa A2 e assentamento lateral	71
Figura 4.21 – Influência da resistência do graute na resistência dos prismas com argamassa A1 e assentamento total	72
Figura 4.22 – Influência da resistência do graute na resistência dos prismas com argamassa A2 e assentamento total	73
Figura 4.23 – Influência da resistência do graute na resistência dos prismas com argamassa A1 e assentamento lateral	73

Figura 4.24 – Influência da resistência do graute na resistência dos prismas com argamassa A2 e assentamento lateral	74
Figura 4.25 – Influência do tipo de assentamento dos prismas sem graute	75
Figura 4.26 – Influência do tipo de assentamento dos prismas grauteados com G1	76
Figura 4.27 – Influência do tipo de assentamento dos prismas grauteados com G2	76
Figura 4.28 – Influência do tipo de assentamento dos prismas grauteados com G3	76
Figura 4.29 – Influência do tipo de assentamento dos prismas grauteados com G4	77
Figura 4.30 – Comparação entre as resistências à compressão dos prismas especificados pela BS 5628: Part 1 (1992) e os ensaiados, (sem graute e com argamassamento total)	78
Figura 4.31 – Comparação entre as resistências à compressão dos prismas especificados pela BS 5628: Part 1 (1992) e os ensaiados, (sem graute e com argamassamento lateral)	78
Figura 4.32 – Comparação entre as resistências à compressão dos prismas especificados pela BS 5628: Part 1 (1992) e os ensaiados, com graute G1 e com argamassamento total)	79
Figura 4.33 – Comparação entre as resistências à compressão dos prismas especificados pela BS 5628: Part 1 (1992) e os ensaiados, (com graute G1 e com argamassamento lateral)	79
Figura 4.34 – Comparação entre as resistências à compressão dos prismas especificados pela BS 5628: Part 1 (1992) e os ensaiados, (com graute G2 e com argamassamento total)	80
Figura 4.35 – Comparação entre as resistências à compressão dos prismas especificados pela BS 5628: Part 1 (1992) e os ensaiados, (com graute G2 e com argamassamento lateral)	80
Figura 4.36 – Comparação entre as resistências à compressão dos prismas especificados pela BS 5628: Part 1 (1992) e os ensaiados, (com graute G3 e com argamassamento total)	81
Figura 4.37 – Comparação entre as resistências à compressão dos prismas especificados pela BS 5628: Part 1 (1992) e os ensaiados, (com graute G3 e com argamassamento lateral)	81
Figura 4.38 – Comparação entre as resistências à compressão dos prismas especificados pela BS 5628: Part 1 (1992) e os ensaiados, (com graute G4 e com argamassamento total)	82

Figura 4.39 – Comparação entre as resistências à compressão dos prismas especificados pela BS 5628: Part 1 (1992) e os ensaiados, (com graute G4 e com argamassamento lateral)	84
Figura 4.40 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A1-S/G-AT	84
Figura 4.41 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A2-S/G-AT	84
Figura 4.42 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A1-S/G-AL	84
Figura 4.43 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A2-S/G-AL	85
Figura 4.44 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A1-G1-AT	85
Figura 4.45 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A2-G1-AT	86
Figura 4.46 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A1-G1-AL	86
Figura 4.47 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A2-G1-AL	86
Figura 4.48 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A1-G4-AT	87
Figura 4.49 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A2-G4-AT	87
Figura 4.50 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A1-G4-AL	88
Figura 4.51 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A2-G4-AL	88
Figura 4.52 – Gráfico tensão x deformação dos prismas B1-S/G	89
Figura 4.53 – Gráfico tensão x deformação dos prismas B3-S/G	89
Figura 4.54 – Gráfico tensão x deformação dos prismas B1-G1	89
Figura 4.55 – Gráfico tensão x deformação dos prismas B3-G1	90
Figura 4.56 – Gráfico tensão x deformação dos prismas B1-G4	90
Figura 4.57 – Gráfico tensão x deformação dos prismas B3-G4	90
Figura 4.58 – Modo de ruptura do prisma B3-A1-S/G-AL	91
Figura 4.59 – Modo de ruptura do prisma B3-A2-S/G-AT	91
Figura 4.60 – Modo de ruptura do prisma B3-A1-G2-AL	92
Figura 4.61 – Modo de ruptura do prisma B3-A2-G2-AT	92
Figura 4.62 – Modo de ruptura do prisma B3-A1-G1-AT	93
Figura 4.63 – Foto das fissuras e da junta interna	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Valores mínimos de resistência característica f_{bk} à compressão (MPa) NBR 6136 (1994)	06
Tabela 2.2 – Dimensões padronizadas dos blocos de concreto vazados segundo a NBR 6136 (1994)	07
Tabela 2.3 – Espessura mínima das paredes dos blocos, NBR 6136 (1994)	07
Tabela 2.4 – Resistência mínima à compressão de blocos de concreto vazados segundo a ASTM C 90 (1991)	07
Tabela 2.5 – Valores máximos de umidade dos blocos, NBR 6136 (1994)	08
Tabela 2.6 – Resistência à tração dos blocos de concreto, MOHAMAD (1998)	09
Tabela 2.7 – Limites granulométricos do agregado, NBR 7211 (1987)	10
Tabela 2.8 – Condições mínimas para dosagem não experimental da argamassa NBR8798 (1985)	11
Tabela 2.9 – Exigências mínimas das argamassas, NBR 8798 (1985)	12
Tabela 2.10 – Especificações dos traços das argamassas, ASTM 270-86b (1987)	13
Tabela 2.11 – Especificação das propriedades das argamassas de cimento e cal, ASTM 270-86b (1987)	13
Tabela 2.12 – Limites granulométricos do agregado ASTM C 144-84 (1987)	13
Tabela 2.13 – Traços das argamassas de assentamento, BS 5628: Part 1 (1992)	14
Tabela 2.14 – Limites granulométricos do agregado, BS 1200 (1976)	14
Tabela 2.15 – Módulo de deformação das argamassas utilizadas por GOMES (1983)	16
Tabela 2.16 – Condições mínimas para dosagem não experimental do graute, NBR 8798 (1985)	17
Tabela 2.17 – Exigências mínimas para o graute, NBR 8798 (1985)	17
Tabela 2.18 – Traço dos grautes (em volume), ASTM C 476-83 (1987)	17
Tabela 2.19 – Resistências médias dos corpos-de-prova moldados em cilindros metálicos e extraídos, CALÇADA (1998) e MENDES (1998)	18
Tabela 2.20 – Módulo de elasticidade, BS 5628: Part 2 (1985)	19
Tabela 2.21 – Resistência dos prismas ensaiados por KHALAF (1996)	23
Tabela 2.22 – Influência da espessura da junta na resistência do prisma, MOHAMAD (1998)	24
Tabela 2.23 – Resistências dos prismas, COLVILLE e WOLDE-TINSAE (1991)	27
Tabela 2.24 – Resistências médias para diferentes tipos de capeamento,	

MOHAMAD (1998)	28
Tabela 2.25 – Resistência característica à compressão da alvenaria de blocos vazados com relação (h/t) entre 2 e 4, BS 5628: Part 1 (1992)	29
Tabela 2.26 – Resistência característica à compressão da alvenaria de blocos maciços com relação (h/t) entre 2 e 4, BS 5628: Part 1 (1985)	29
Tabela 3.1 – Tolerâncias máximas de fabricação de blocos vazados de concreto, NBR 6136 (1994)	33
Tabela 3.2 – Denominações dos blocos de concreto	33
Tabela 3.3 – Denominações das argamassas	35
Tabela 3.4 – Características das argamassas	36
Tabela 3.5 – Massas unitárias dos materiais	37
Tabela 3.6 – Composição granulométrica da areia, NBR 7217 (1987)	37
Tabela 3.7 – Características físicas da areia	38
Tabela 3.8 – Denominações, traços e resistências esperadas	39
Tabela 3.9 – Características físicas da brita	40
Tabela 3.10 – Denominação do tipo de assentamento	41
Tabela 3.10 – Denominação dos prismas	42
Tabela 3.11 – Umidade médias dos blocos de concreto	43
Tabela 4.1 – Resistências médias à compressão dos blocos de concreto	47
Tabela 4.2 – Resistências médias à tração dos blocos de concreto	47
Tabela 4.3 – Características físicas dos blocos de concreto	48
Tabela 4.4 – Módulo de elasticidade dos blocos de concreto	48
Tabela 4.5 – Relação água/cimento e índice de consistência médios das argamassas	49
Tabela 4.6 – Características mecânicas das argamassas	49
Tabela 4.7 – Resistências à compressão médias das argamassas utilizadas nos ensaios	49
Tabela 4.8 – Relação água/cimento e slump médio dos grautes utilizados nos ensaios	51
Tabela 4.9 – Características mecânicas dos grautes	52
Tabela 4.10 – Resistência à compressão média dos grautes utilizados nos ensaios	53
Tabela 4.11 – Resistências médias à compressão dos prismas com assentamento total	55
Tabela 4.12 – Resistências médias à compressão dos prismas com assentamento lateral	56

Tabela 4.13 – Módulo de elasticidade dos prismas ensaiados	57
Tabela 4.14 – Regressões obtidas para os prismas com argamassa A1 e argamassamento total	69
Tabela 4.15 – Regressões obtidas para os prismas com argamassa A2 e argamassamento total	70
Tabela 4.16 – Regressões obtidas para os prismas com argamassa A1 e argamassamento lateral	71
Tabela 4.17 – Regressões obtidas para os prismas com argamassa A2 e argamassamento lateral	72
Tabela 4.18 – Resultados das regressões das retas	75
Tabela 5.1 – Comparação entre os resultados das resistências à compressão dos prismas ensaiados e os propostos por MOHAMAD (1998)	96

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

A1	Argamassa com traço 1 : 1 : 6
A2	Argamassa com traço 1: 0,5 : 4,5
AL	Argamassamento lateral
A_{liq}	Área líquida
A_{br}	Área bruta
ARG	Argamassa
AT	Argamassamento total
B1	Bloco de concreto com resistência à compressão média de 14,86 MPa
B2	Bloco de concreto com resistência à compressão média de 24,06 MPa
B3	Blocos de concreto com resistência à compressão média de 32,65 MPa
BLC	Bloco de concreto
C	Comprimento do bloco de concreto
CV	Coefficiente de variação
CP_r	Corpo de prova
cm	Centímetros
cm^2	Centímetros quadrados
dm^3	Decímetro cúbico
$D_{máx}$	Diâmetro máximo do agregado
E_a	Módulo de elasticidade da argamassa
E_{as}	Módulo de elasticidade secante da argamassa
E_{at}	Módulo de elasticidade tangente da argamassa
E_b	Módulo de elasticidade do bloco de concreto
E_g	Módulo de elasticidade do graute
f_a	Resistência à compressão da argamassa
$f_{a/c}$	Relação água/cimento
f_b	Resistência à compressão do bloco de concreto
f_{bk}	Resistência característica à compressão dos blocos de concreto
f_{bliq}	Resistência do bloco de concreto na área líquida
f_g	Resistência à compressão do graute
f_m	Resistência à compressão da alvenaria não grauteada
f_{pj}	Resistência média à compressão do prisma ensaiado

f_{pk}	Resistência característica à compressão do prisma
f_{tb}	Resistência à tração do bloco de concreto
g	Gramas
G1	Graute com resistência média à compressão de 7,17 MPa
G2	Graute com resistência média à compressão de 13,87 MPa
G3	Graute com resistência média à compressão de 26,22 MPa
G4	Graute com resistência média à compressão de 35,90 MPa
GRT	Graute
H	Altura do bloco de concreto
h/t	Relação altura espessura
IC	Índice de consistência
i	Argamassa traço 1 : 0 a $\frac{1}{4}$: 3
ii	Argamassa traço 1 : $\frac{1}{2}$: 4 a $4\frac{1}{2}$
iii	Argamassa traço 1 : 1 : 5 a 6
iv	Argamassa tipo 1 : 2 : 8 a 9
kg	Kilograma
kgf	Kilograma força
kN	Kilo Newton
L	Largura do bloco de concreto
M	Argamassa traço 1 : 0,25 : 3
m	Metro
m^3	Metro cúbico
min	Minuto
mm	Milímetros
MPa	Mega Pascal
N	Argamassa traço 1 : 1 : 6
p	Página
P	Carga
ppm	Partes por milhão
S	Argamassa traço 1 : 0,5 : 4,5
Sd	Desvio padrão
seg	Segundo
S/G	Prismas sem graute
T	Resistência à tração por compressão

%	Percentagem
w_b	Massa unitária do bloco de concreto
v.	Volume
V_a	Proporção do agregado miúdo no traço da argamassa
V_{ch}	Proporção de cal hidratada no traço da argamassa
γ_c	Massa unitária do cimento no estado solto
γ_{ch}	Massa unitária da cal hidratada no estado solto
γ_a	Massa unitária do agregado miúdo no estado seco e solto
V_h/V_o	Coefficiente médio de inchamento do agregado
°C	Graus Celsius

LISTA DE SIGLAS

ABCI	Associação Brasileira da Construção Industrializada
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACI	American Concrete Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
BS	British Standard
BSI	British Standard Institution
CEB	Comité Euro – International du Béton
CP	Cimento Portland
CH	Cal hidratada
FIB	Federation Internationale du Bâtiment
LMCC	Laboratório de Materiais de Construção Civil
MR	Methode RILEM
NCMA	National Concrete Masonry Association
NBR	Norma Brasileira
RILEM	Réunion Internationale des Laboratoires D' Essais Et De Recherches Sur Les Matériaux Et Les Constructions
RJ	Rio de Janeiro
RS	Rio Grande do Sul
SC	Santa Catarina
SP	São Paulo
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO

O trabalho teve como objetivo principal estudar as propriedades mecânicas e o modo de ruptura de prismas de blocos de concreto grauteados e não grauteados submetidos à compressão axial.

Foram moldados 60 tipos de prismas, com três blocos de diferentes resistências à compressão, dois tipos de argamassas (1:1:6) e (1:0,5:4,5), quatro grautes com diferentes resistências à compressão e dois tipos de assentamento, assentamento total e lateral. Foram realizados vários ensaios nos componentes dos prismas. Dos blocos foram determinadas as dimensões, resistências à compressão, resistências à tração, absorção e o módulo de elasticidade. Nas argamassas e grautes foram determinadas as resistências à compressão, módulo de elasticidade e coeficiente de Poisson. As deformações dos prismas foram monitoradas através de “demec gauges” durante o ensaio de compressão.

Posteriormente, foi feita uma análise estatística para a avaliação da influência da resistência à compressão do bloco, argamassa, graute e tipo de assentamento na resistência do prisma. Também foram feitas comparações entre as resistências especificadas pela BS 5628: Part 1 (1992) e os resultados obtidos neste estudo. Os principais resultados foram:

Para prismas não grauteados o aumento na resistência do bloco, aumenta a resistência à compressão do prisma, embora de forma não diretamente proporcional. O mesmo não ocorre para prismas grauteados, que a partir de um determinado nível de resistência do bloco, a medida em que se aumenta a resistência do graute, quando se utiliza argamassa de baixa resistência, não se obtém aumento de resistência nos prismas. Não há ganho de resistência na alvenaria usando-se graute com resistência acima da resistência do bloco na área líquida. A melhor eficiência da alvenaria foi obtida com grautes e blocos de resistências aproximadamente iguais. Para os diferentes tipos de assentamento utilizados, pode-se concluir que, no caso de assentamento de argamassa apenas nas laterais (AL) com graute, o uso de blocos mais resistentes contribui para o aumento da resistência do prisma de forma mais significativa do que no caso em que o assentamento de argamassa seja feito em todas as faces do bloco (AT).

Em relação à resistência à compressão da argamassa de assentamento, de uma maneira geral, pode-se afirmar que, para prismas grauteados, a influência da resistência da argamassa na resistência dos prismas é menos importante do que para os prismas não grauteados.

ABSTRACT

The aim of the work was to investigate the mechanical properties and failure modes of both grouted and ungrouted concrete block prisms under axial compression.

Sixty types of prisms were moulded. Three blocks of different compressive strength, two types of mortars (1:1:6) and (1:0,5:4,5), four types of grout with different compressive strength and two bedding types being, face-shell and full bedded were used.

Tests of coordinate dimensions, compressive and tensile strength, water absorption and the Young's modulus were carried out to characterize material properties used in the prisms. Compressive strength, Young's modulus and Poisson ratio were also obtained for mortars and grouts. The prisms strain were measured using "demec-gauges" and the stress-strain relationships were determined.

A statistical analysis was carried out to evaluate the influence of the compressive strength of blocks, mortars, grouts and bedding types in the compressive strength of prisms. Comparisons between the strength specified by BS 5628: Part 1 (1992) and the results obtained in this study are made. The main results are listed below:

For ungrouted prisms an increase of the compressive strength of blocks, results in increasing prism compressive strength, although not directly proportional.

For grouted prisms with low strength mortar, if the compressive strength of blocks was increased above a certain level, the compressive strength of prisms did not increase. Prisms grouted with grouts of higher compressive strength than block compressive strength did not presented increase in the strength. Better results were obtained using block and grout of similar compressive strength.

For the mortars used in the experiments it was observed that the compressive strength of mortars had a more significant importance when prisms were ungrouted.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 – Introdução

A alvenaria estrutural é um dos sistemas construtivos que vem sendo utilizado pelo homem desde os primórdios da história das civilizações.

PRADO (1995), relata vários exemplos da utilização da alvenaria na antigüidade, tais como, as pirâmides do Egito, grande muralha da China, as grandes catedrais, entre outros, que permanecem íntegros até os dias de hoje.

Estas edificações eram construídas com base na experiência dos construtores, resultando em estruturas super dimensionadas, pois o potencial dos materiais empregados não eram totalmente conhecidos.

O Manual Técnico de Alvenaria da ABCI (1990), mostra um exemplo da grande desinformação sobre as características físicas e mecânicas dos materiais empregados e o uso de teoria de projeto inadequada, que foi a construção do edifício Monadnock Building, em Chicago, com dezesseis pavimentos, no final do século XIX. As paredes do primeiro pavimento deste edifício tinham 180 cm de espessura, sendo considerado na época como limite dimensional máximo para estruturas de alvenaria calculadas pelos métodos empíricos. Se fosse calculado hoje, empregando os mesmos materiais, as paredes resistentes do primeiro pavimento teriam 30 cm de espessura.

Devido aos desconhecimento das características dos materiais e com o surgimento de estruturas de aço e concreto armado, a alvenaria estrutural não foi muito utilizada.

Segundo CAMPOS (1993), com a evolução tecnológica, a alvenaria estrutural, que era composta por blocos pesados e pouco funcionais, passou, com o uso de blocos vazados de concreto, a ser feita com elementos de peso e esbeltez idênticos aos utilizados nas alvenarias de vedação e a atingir elevadas resistências à compressão.

PRADO (1995), descreve que em 1948 foi elaborada, na Inglaterra, a primeira norma para cálculo de alvenaria estrutural, conhecida como CP 111 “Structural Recommendation for Load Bearing Walls”, baseada no critério das tensões admissíveis. Esta norma, CP 111, foi substituída em 1978 pela BS 5628: Part 1 “Structural Use of Unreinforced Masonry”, baseada nos métodos dos estados limites.

Em 1966, nos Estados Unidos, foi publicada a norma “Specification for the Design of Load Bearing Concrete Masonry” pela National Concrete Masonry Association – NCMA”, sendo que esta norma incentivou a construção em alvenaria estrutural de blocos de concreto naquele país.

Segundo ALY (1992), no ano de 1977, formou-se junto ao Comitê Brasileiro (CB 2) da Associação Brasileira de Normas Técnicas, o primeiro grupo de estudos para a elaboração da norma Brasileira de alvenaria estrutural.

As construções em alvenaria estrutural com blocos de concreto no Brasil, tiveram início em 1968, com a construção do conjunto habitacional Central Park da Lapa, com edifícios de quatro pavimentos em alvenaria armada.

Na década de 80 a alvenaria estrutural tornou-se um sistema construtivo atraente, devido as vantagens econômicas, e por ser um sistema cujos componentes básicos são industrializados.

Entre os vários métodos construtivos em alvenaria estrutural, o método da alvenaria grauteada, que consiste em preencher os vazios dos blocos de concreto das paredes para aumentar a área resistente e conseqüentemente aumentar a resistência da parede, é uma opção bastante utilizada. No entanto, o comportamento estrutural desta alvenaria, por ter sido pouco pesquisado, gera dúvidas aos projetistas.

Devido a esta carência de pesquisas em nosso país, pouco conhecimento do meio técnico, determinação empírica das características dos materiais, e o uso inadequado da norma estrangeira (BS) na definição dos materiais (tradição em cerâmica na Inglaterra), esta pesquisa procurou estudar o comportamento da alvenaria grauteada através da influência dos materiais componentes, de modo que estes resultados possam fornecer ao meio técnico, dados que auxiliem no dimensionamento da alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto grauteados e não grauteados visando diminuição de custos e maior segurança estrutural.

1.2 – Objetivo principal

O objetivo principal deste trabalho foi estudar a influência dos materiais constituintes na resistência à compressão da alvenaria de blocos de concreto grauteados e não grauteados, com a verificação da resistência à compressão, módulo de elasticidade e modo de ruptura dos prismas e de cada componente destes.

1.3 – Objetivos específicos

- Determinar a resistência à compressão e à tração dos blocos de concreto;
- Determinar as resistências à compressão e o módulo de elasticidade das argamassas e grautes;
- Estudar a influência dos blocos, argamassas, grautes e forma de assentamento na resistência à compressão da alvenaria;
- Determinar a resistência à compressão e o módulo de elasticidade de prismas de blocos de concreto com diferentes características;
- Verificar o modo de ruptura dos diferentes prismas e compará-los com os apresentados por vários pesquisadores;

1.4 – Hipóteses

- O graute é o principal responsável pela resistência à compressão da alvenaria grauteada;
- O aumento da resistência do bloco é o principal responsável pelo aumento da alvenaria não grauteada e grauteada;
- Existe aderência entre bloco e graute;
- O forma de assentamento influi no aumento da resistência da alvenaria grauteada e não grauteada.

1.5 – Estrutura do trabalho

O presente trabalho está estruturado em seis capítulos.

No capítulo 1 faz-se uma breve introdução da alvenaria estrutural, descrevem-se os objetivos e as hipóteses desta pesquisa.

No capítulo 2 é apresentada a revisão bibliográfica sobre o comportamento da alvenaria não grauteada e grauteada, as definições e classificações dos blocos, argamassas e grautes. Apresentam-se ainda os vários fatores que influenciam na resistência dos prismas, como se obtém a resistência à compressão da alvenaria e como ocorre a ruptura da alvenaria.

O capítulo 3 apresenta a metodologia empregada no programa experimental. São apresentados a caracterização dos materiais utilizados, a conversão dos traços, os métodos de produção das argamassas e grautes, os procedimentos de moldagem dos prismas, os métodos de ensaios empregados para blocos, argamassas e prismas e os equipamentos utilizados para os ensaios de resistência à compressão.

O capítulo 4 mostra os resultados dos ensaios com blocos, argamassas, grautes e prismas, a forma de ruptura dos prismas e a influência dos materiais na resistência à compressão da alvenaria.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões.

O capítulo 6 apresenta as referências bibliográficas.

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 – Definição e classificação dos componentes dos prismas de blocos de concreto grauteados e não grauteados

2.1.1 – Bloco de concreto

A norma brasileira NBR 6136 (1994), define bloco de concreto como elemento de alvenaria cuja área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta, sendo que área bruta é a área da seção perpendicular aos eixos dos furos, sem desconto das áreas dos vazios, e área líquida, a área média da seção perpendicular aos eixos dos furos descontadas as áreas máximas dos vazios.

Segundo a norma americana ASTM C 90 (1991), bloco de concreto é uma unidade obtida a partir da mistura de cimento Portland, água e agregados minerais, com ou sem adição de outros materiais.

A norma britânica BS 6073 (1981), define bloco de concreto como a unidade de alvenaria que excede as dimensões máximas dos tijolos, seja no comprimento, na altura ou na largura, e acrescenta ainda que o bloco deve ter altura máxima de seis vezes a largura.

As três normas definem bloco de concreto de maneira incompleta. A brasileira e a britânica referem-se somente às dimensões que o bloco deve exceder, sem mencionar os materiais constituintes dos blocos de concreto. A americana só se refere aos materiais que constituem o bloco.

MEDEIROS e SABBATINI (1993), definem bloco de concreto como: “unidade de alvenaria constituída pela mistura homogênea, adequadamente proporcionada, de cimento Portland, agregado miúdo e graúdo, conformada através de vibração e prensagem possuindo dimensões superiores a 250 x 120 x 55 mm (comprimento x largura x altura)”.

A NBR 6136 (1994) classifica os blocos vazados de concreto quanto ao seu uso, em duas classes:

- Classe AE – para uso geral, como em paredes externas acima do nível do solo, que podem estar expostas à umidade ou intempéries, e que não recebem revestimento de argamassa de cimento;
- Classe BE – limitada ao uso acima do nível do solo, em paredes externas com revestimento de argamassa de cimento, para proteção contra intempéries e em paredes não expostas às intempéries.

A norma brasileira classifica os blocos de concreto vazados quanto à resistência, conforme mostra a Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Valores mínimos de resistência característica f_{bk} à compressão (MPa), NBR 6136 (1994)

Classe de Resistência	Classe AE	Classe BE
4,5	- *	4,5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12
13	13	13
14	14	14
15	15	15
16	16	16

* Classe de resistência não permitida para blocos classe AE

Os blocos de concreto devem possuir dimensões modulares, sendo que o módulo padrão deve ser igual a 10 cm ou submódulo (M/2), sendo que este somente é admitido para compatibilização de interseção da parede com blocos M-15.

As dimensões modulares e submodulares dos blocos de concreto e as dimensões das paredes destes, são mostradas respectivamente na Tabela 2.2 e Tabela 2.3.

A NBR 6136 (1994), permite ainda uma tolerância de $\pm 2\text{mm}$ para a largura e $\pm 3\text{mm}$ para a altura e comprimento.

Tabela 2.2 – Dimensões padronizadas dos blocos de concreto segundo a NBR 6136 (1994)

Dimensões Nominais (cm)	Designação	Dimensões padronizadas (mm)		
		Largura	Altura	Comprimento
20x20x40	M-20	190	190	390
20x20x20		190	190	190
15x20x40	M-15	140	190	390
15x20x20		140	190	190

Tabela 2.3 – Espessura mínima das paredes dos blocos, NBR 6136 (1994)

Designação	Paredes Longitudinais* (mm)	Paredes Transversais	
		Parede* (mm)	Espessura equivalente** (mm/m)
M-15	25	25	188
M-20	32	25	188

* Média das medidas das 3 paredes tomadas no ponto mais estreito

** Soma das espessuras de todas as paredes transversais aos blocos (em mm), dividida pelo comprimento nominal do bloco (em metros lineares)

A ASTM C 90 (1991), classifica os blocos de concreto por classes de resistência, porém tem sua resistência mínima à compressão estabelecida pela classificação de acordo com o uso, como mostra a Tabela 2.4.

Tabela 2.4 – Resistência mínima à compressão de blocos de concreto segundo a ASTM C 90 (1991)

Classificação	Resistência à compressão (MPa)	
	Média de 3 blocos	Valor Individual
N	6,88	5,51
S	4,82	4,13

A classificação dos blocos da norma americana N e S correspondem respectivamente a classificação AE e BE da norma brasileira. A norma americana ainda classifica os blocos em tipo I (com controle de umidade) e tipo II (sem controle de umidade).

A NBR 6136 (1994), admite a utilização de blocos cuja absorção de água seja inferior a 10 % .

A Tabela 2.5 mostra os valores máximos de umidade e retração linear admitidos pela norma brasileira, sendo que estes valores são os mesmos adotados pela norma americana.

Tabela 2.5 – Valores máximos de umidade dos blocos, NBR 6136 (1994)

Retração Linear (%)	Umidade máxima em percentagem do Valor da absorção p/ diferentes condições de umidade relativa do ar no local da obra		
	Úmido *	Média **	Árido ***
≤ 0,03	45	40	35
>0,03 a ≤ 0,045	40	35	30
>0,045 a ≤ 0,065	35	30	25

* Umidade relativa anual média superior a 75 %

** Umidade relativa anual média entre 50 % e 75 %

*** Umidade relativa anual média inferior a 50 %

A retração por secagem é ocasionada pela diminuição do volume do bloco quando a água existente no seu interior evapora e é definida pela NBR 12117 (1991), como a variação de uma dimensão do corpo-de-prova devido à secagem a partir de uma condição saturada até uma massa e um comprimento de equilíbrio, sob condições de secagem acelerada padronizadas e que, de acordo com a NBR 6136 (1994), deve ser menor ou igual a 0,065 %.

As principais características mecânicas dos blocos são: resistência à compressão, resistência à tração, módulo de elasticidade e coeficiente de Poisson.

A resistência à compressão do bloco é a característica mais importante a ser determinada. Segundo a BS 5628: Part 1 (1992), a resistência à compressão da alvenaria é determinada principalmente pela resistência à compressão do bloco.

A alvenaria quando carregada axialmente, dependendo da rigidez dos materiais, sofrerá tensões de tração no bloco.

MOHAMAD (1998), em sua dissertação de mestrado, utilizou o método da norma ASTM C 1006 (1984) para o ensaio de tração por compressão, e os resultados são mostrados na Tabela 2.6.

Tabela 2.6 – Resistência à tração dos blocos de concreto, MOHAMAD (1998)

Bloco M1				Bloco M2			
Resist. compressão		Resistência à tração		Resist. compressão		Resistência à tração	
Média (MPa)	CV (%)	Média (MPa)	CV (%)	Média (MPa)	CV (%)	Média (MPa)	CV (%)
10,7	5,12	1,19	6,22	15,7	10	1,50	6

CHEEMA e KLINGNER (1986), utilizaram a seguinte fórmula para determinar a resistência à tração dos blocos:

$$f_{tb} = 0,41 \sqrt{fb} \quad (2.1)$$

Onde:

f_{tb} = resistência à tração do bloco em MPa;

fb = resistência à compressão do bloco em MPa.

Não existem ensaios normalizados para se determinar o módulo de elasticidade do bloco de concreto.

O ACI – Building Code 318, adota para concretos de massa específica entre 1442 e 2483 Kg/m³, a seguinte equação para a determinação do módulo de elasticidade secante dos blocos.

$$E_b = 0,0428 \cdot f_b^{1/2} \cdot w_b^{1,5} \quad (2.2)$$

Onde:

E_b = módulo de elasticidade do bloco em MPa;

w_b = massa unitária do bloco em kg/m³;

f_b = resistência à compressão do bloco em MPa.

O CEB – FIB Mode Code (1990), apud MOHAMAD (1998), especifica que o módulo de elasticidade do concreto pode ser obtido pela equação:

$$E_b = 2,5 \times 10^4 \cdot (f_b/10)^{1/3} \quad (2.3)$$

Onde:

E_b = módulo de elasticidade do bloco em MPa;

f_b = resistência à compressão do bloco aos 28 dias em MPa.

2.1.2 – Argamassa de assentamento

Argamassa de assentamento, segundo a NBR 8798 (1985), é o elemento utilizado na ligação entre os blocos de concreto, garantindo distribuição uniforme de esforços. É composto de agregado miúdo, água e cal ou outra adição destinada a conferir plasticidade e retenção de água de hidratação à mistura.

MÜLLER (1999) comenta que o cimento Portland é o principal responsável pela resistência da argamassa, além de acelerar o endurecimento. Já a cal hidratada atua como plastificante da mistura, devido à sua capacidade de retenção de água e, conseqüentemente, conferindo trabalhabilidade. O autor conclui ainda que, variando-se as proporções entre cimento e cal obtém-se argamassas com propriedades diversas, que adequam-se ao seu uso para assentamento, revestimento, grauteamento ou rejunte.

Os agregados devem ser compostos por grãos de minerais duros, compactos, duráveis e isentos de substâncias de natureza orgânica que possam afetar a hidratação e o endurecimento do cimento.

De acordo com a NBR 8798 (1985), os agregados devem atender às especificações da NBR 7211 (1987), como mostra a Tabela 2.7. A granulometria dos agregados deve estar dentro dos limites de somente uma das zonas.

Tabela 2.7 – Limites granulométricos do agregado, NBR 7211 (1987)

Peneiras ABNT (mm)	Porcentagem, em peso, retida acumulada na peneira ABNT			
	ZONA 1 (muito fina)	ZONA 2 (fina)	ZONA 3 (média)	ZONA 4 (grossa)
9,5	0	0	0	0
6,3	0 a 3	0 a 7	0 a 7	0 a 7
4,8	0 a 5*	0 a 10	0 a 11	0 a 12
2,4	0 a 5*	0 a 15*	0 a 25*	5* a 40
1,2	0 a 10*	0 a 25*	10 a 45*	30* a 70
0,6	0 a 20	21 a 40	41 a 65	66 a 85
0,3	50 a 85*	60* a 88*	70* a 92*	80* a 95
0,15	85** a 100	90** a 100	90** a 100	90** a 100

* pode haver tolerância de até 5 unidades de por cento em um só dos limites marcados com * ou distribuídos em vários deles;

** para agregado miúdo resultante de britamento este limite poderá ser 80.

A determinação das proporções dos materiais, para a mistura das argamassas, segundo a NBR 8798 (1985), pode ser experimental ou não experimental.

A dosagem experimental tem por finalidade estabelecer o traço da argamassa para que este tenha a resistência e a trabalhabilidade prevista, expressa esta última pela consistência. Pode ser feita por qualquer método baseado na correlação entre as características de resistência e durabilidade da argamassa e a relação água/cimento, levando-se em conta a trabalhabilidade desejada.

A dosagem não experimental, feita em canteiro de obra, por processo rudimentar, somente deve ser permitida para obras de pequeno vulto, respeitadas as seguintes condições e dispensado o controle da resistência:

- a resistência característica do prisma de projeto deve ser menor ou igual a 6,0 MPa para prisma de bloco vazado, na área líquida, ou 3,0 MPa para prisma grauteado;
- trabalhabilidade necessária à argamassa deve ser obtida com o proporcionamento especificado na Tabela 2.8.

Tabela 2.8 – Condições mínimas para dosagem não experimental da argamassa, NBR 8798 (1985)

Traço	Materiais				Água
	Cimento	Cal Hidratada	Agregado Miúdo $D_{máx} = 4,8 \text{ mm}$		
			Seco	Umidade 5% Inchamento 25 %	
Massa	1,00	$\leq 0,12$	$\leq 4,0$	-	$\leq 0,80$
Volume	1 saco	$\leq 10 \text{ dm}^3$	$\leq 133 \text{ dm}^3$	-	$\leq 40 \text{ dm}^3$
			-	$\leq 166 \text{ dm}^3$	$\leq 32 \text{ dm}^3$
Por m^3 de argamassa	$\geq 400\text{kg}$	$\leq 60 \text{ kg}$	$\leq 1000 \text{ dm}^3$	-	$\leq 320 \text{ dm}^3$
	$\leq 600 \text{ kg}$		-	$\leq 1250 \text{ dm}^3$	$\leq 240 \text{ dm}^3$

As argamassas podem ser misturadas manualmente ou mecanicamente. O amassamento manual emprega-se excepcionalmente em pequenos volumes ou em obras de pequeno porte. Para a mistura manual, segundo a NBR 8798 (1985), deve-se seguir o seguinte procedimento:

- a) o amassamento deve ser realizado sobre um estrado ou superfície plana impermeável e resistente;

- b) misturar primeiramente a seco os agregados e o cimento de maneira a obter-se cor uniforme;
- c) adicionar aos poucos a água necessária, prosseguindo-se a mistura até a obtenção de uma massa de aspecto uniforme. Não é permitido amassar de cada vez, volume de argamassa superior ao correspondente a 50 kg;
- d) quando for empregada pasta de cal, em lugar de cal hidratada em pó, aquela deve ser lançada por último, colocando toda água no início da mistura, descontando-se a água contida na pasta de cal.

Para o amassamento mecânico, deve-se seguir o seguinte procedimento:

- a) colocar parte da água (70 %) e todo o agregado pondo o misturador em funcionamento;
- b) colocar o cimento com o misturador já em funcionamento;
- c) após algumas voltas do misturador, colocar a cal hidratada e o resto da água.

O tempo de mistura da argamassa deve durar de 3 a 5 minutos.

A norma permite a remistura da argamassa, pelo pedreiro, sempre que for necessário restabelecer a trabalhabilidade, nas primeiras duas horas e meia.

A NBR 8798 (1985), especifica alguns valores quanto ao desempenho da argamassa, como é mostrado na Tabela 2.9.

Tabela 2.9 – Exigências mínimas das argamassas, NBR 8798 (1985)

Propriedade	Exigência
Índice de Consistência	230 ± 10 mm
Retenção de água	≥ 75 %
Resistência à compressão axial	≥ 9 MPa

A norma americana ASTM C 270-86b (1987), especifica o uso das argamassas de assentamento para alvenaria estrutural quanto ao traço e quanto às propriedades. Quanto ao traço da argamassa, a norma recomenda que os materiais constituintes devem atender às especificações da ASTM e que a escolha dos traços deve ser feita de acordo com a Tabela 2.10.

Tabela 2.10 – Especificações dos traços das argamassas, ASTM 270-86b (1987)

Tipo de Argamassa	Traço em Volume		
	Cimento	Cal	Areia
M	1	0,25	de 2,25 a 3 vezes a soma dos volumes de aglomerantes
S	1	0,25 a 0,50	
N	1	0,50 a 1,25	
O	1	1,25 a 2,25	

Quanto às propriedades a escolha da argamassa de assentamento deve ser feita objetivando-se as propriedades de retenção de água, quantidade de ar incorporado pela mistura e resistência à compressão, sendo que estas propriedades são mostradas na Tabela 2.11.

Tabela 2.11 – Especificação das propriedades das argamassas de cimento e cal, ASTM C 270-86b (1987)

Tipo de argamassa	Resistência média à compressão 28 dias (MPa)	Retenção de água (%)	Ar incorporado (%)
M	17,2	75	12
S	12,4	75	12
N	5,2	75	14*
O	2,4	75	14*

Somente para argamassas de laboratório

* quando estiver armadura incorporada à junta de argamassas, a quantidade de ar incorporado não deve ser maior que 12 %

De acordo com norma ASTM C 270-86b (1987), os agregados devem atender as especificações da norma ASTM C 144-84 (1987), como mostra a Tabela 2.12.

Tabela 2.12 – Limites granulométricos do agregado, ASTM C 144-84 (1987)

Peneiras (mm)	Percentagem que passa (em peso)	
	Areia natural	Areia produzida
4,75	100	100
2,36	90 a 100	95 a 100
1,18	70 a 100	70 a 100
0,60	40 a 75	40 a 75
0,30	10 a 35	20 a 40
0,15	2 a 15	10 a 25
0,075	-	0 a 10

A norma britânica BS 5628: Part 1 (1992), especifica a produção e o uso das argamassas de assentamento para alvenaria estrutural. A escolha da classe e do tipo da argamassa a empregar é feita tendo por referência os requisitos estruturais e as características dos componentes escolhidos para a execução das alvenarias.

A Tabela 2.13 mostra as classes específicas de cada tipo de argamassa, as proporções (em volume) dos materiais para a execução.

De acordo com a BS 5628: Part 1 (1992) os agregados das argamassas de assentamento devem atender as especificações da BS 1200 (1976), como mostra a Tabela 2.14.

Tabela 2.13 – Traços das argamassas de assentamento, BS 5628: Part 1 (1992)

Aumento da resistência →	Aumento da capacidade de acomodação de movimentos devidos ao assentamento, variações de temperatura ←	Tipo de Arg.	Traço da argamassa (em volume)			Resistência média à compressão aos 28 dias (MPa)	
			Cim:cal:areia	Cimento de alvenaria: Areia	Cim : areia c/ plastificante	Ensaio em laboratório	Ensaio em obra
		(i)	1:0 a ¼:3	-	-	16,0	11,0
		(ii)	1:½:4 a 4½	1:2½ a 3½	1:3 a 4	6,5	4,5
		(iii)	1:1:5 a 6	1:4:5 a 6	1:5 a 6	3,6	2,5
		(iv)	1:2:8 a 9	1:5½ a 6½	1:7 a 8	1,5	1,0

Aumento da resistência ao congelamento durante a construção →
 ← Melhoria das juntas e conseqüente resistência à penetração da chuva

Tabela 2.14 – Limites granulométricos do agregado, BS 1200 (1976)

Peneiras (mm)	Porcentagem passante (em peso)
5,0	100
2,36	90 a 100
1,18	70 a 100
0,60	40 a 80
0,30	5 a 40
0,15	0 a 10

Como se observa, as exigências da norma brasileira em relação à resistência à compressão das argamassas é bem mais rigorosa do que as das normas americana e britânica. A norma brasileira não justifica a razão desta especificação

Segundo SABBATINI (1986), as argamassas de assentamento devem apresentar certas propriedades tanto no estado fresco como no endurecido, que são:

- a) trabalhabilidade (consistência, plasticidade e coesão) suficiente para que o pedreiro produza o trabalho com rapidez e economia satisfatórios a execução da alvenaria;
- b) capacidade de retenção de água suficiente para que uma elevada sucção do bloco não prejudique a função de ligante;
- c) adquirir rapidamente alguma resistência após assentada de modo a resistir aos esforços atuantes durante a construção;
- d) desenvolver resistência e módulo de elasticidade adequados para não comprometer a alvenaria de que faz parte, acomodando deformações da parede e evitando a fissuração;
- e) ter adequada aderência ao bloco a fim de que a interface (bloco argamassa) possa resistir a esforços de cisalhamento e tração, além de prover à alvenaria juntas estanques ao ar e à água;
- f) durabilidade tal que não afete a outros materiais ou da construção como um todo.

Segundo ROMAN et al. (1999), a resistência à compressão depende do tipo e da quantidade de cimento usado na mistura. É importante notar que uma grande resistência não é necessariamente sinônimo da melhor solução estrutural. A argamassa deve ser resistente o suficiente para suportar os esforços que a parede será submetida. Os autores afirmam ainda que a resistência da argamassa não deve exceder a resistência dos blocos da parede, de maneira que as fissuras que venham ocorrer devido a expansões térmicas ou outros movimentos da parede ocorram na junta.

Outra propriedade importante da argamassa para o desempenho estrutural da alvenaria é o módulo de deformação da mesma.

Algumas técnicas e equações para a determinação da deformação têm sido propostas.

A NBR 8522 (1994), calcula o módulo de deformação através do diagrama tensão x deformação, obtido nos pontos 0,5 MPa e 30 % da carga de ruptura.

GOMES (1983), determinou, através do projeto de norma 18:04.02-0001/1982 – ABNT, que é a NBR 8522 (1984), plano III, o módulo de deformação secante da argamassa, pela origem e a 40 % da carga de ruptura.

Os resultados obtidos para os traços 1:0,62:4 e 1:0,62:6 (traço em massa) são mostrados na Tabela 2.15.

Tabela 2.15 – Módulo de deformação das argamassas utilizadas por GOMES (1983)

Tipo de parede	Traço (em massa)	Resistência à compressão (MPa)	Módulo de deformação (MPa)
C	1:0,62:6	5,8	7000
D	1:0,62:6	4,8	5000
E	1:0,62:4	10,2	9600
F	1:0,62:6	5,11	7100
H	1:0,62:6	5,4	6800

CHEEMA e KLINGNER (1986), em seus estudos determinaram o módulo de elasticidade tangente e secante da argamassa em função da resistência à compressão, através das fórmulas abaixo:

$$E_{at}=1000 \cdot f_a \quad (2.4)$$

$$E_{as}=500 \cdot f_a \quad (2.5)$$

Onde:

E_{at} = módulo de elasticidade tangente da argamassa

E_{as} = módulo de elasticidade secante da argamassa

f_a = resistência à compressão da argamassa (MPa)

2.1.3 – Grautes

A NBR 8798 (1985), define graute como sendo o elemento para preenchimento dos vazios dos blocos e canaletas de concreto para solidarização da armadura a estes elementos e aumento de capacidade portante, composto de cimento, agregado miúdo, agregado graúdo, água e cal ou outra adição destinada a conferir trabalhabilidade e retenção de água de hidratação à mistura.

Existem dois tipos de graute. O graute fino, que é o graute cujo agregado possui dimensão máxima inferior ou igual a 4,8mm e o graute grosso, cujo agregado possui dimensão superior a 4,8mm até $\frac{1}{3}$ da menor dimensão dos furos a serem preenchidos.

As especificações das areias (agregado miúdo) para grautes, das normas brasileira e americana, são as mesmas descritas para as argamassas, especificadas no item 2.1.2.

A Tabela 2.16 mostra as condições mínimas para dosagem não experimental do graute, e a Tabela 2.17, apresenta as exigências mínimas para o graute da NBR 8798 (1985).

Tabela 2.16 – Condições mínimas para dosagem não experimental do graute, NBR 8798 (1985)

Traço		Materiais						Água
		Cimento	Cal Hidratada	Miúdo $D_{máx} = 4,8\text{mm}$		Graúdo $D_{máx} = 19\text{mm}$		
				Seco	Umidade 5% Inchamento 25 %	Seco	Umidade 5% Inchamento 25%	
Graute fino	Massa	1,00	$\leq 0,04$	$\leq 2,30$	-	-	-	$\leq 0,75$
	Volume	1 saco	$\leq 3,5 \text{ dm}^3$	$\leq 88 \text{ dm}^3$	-	-	-	$\leq 37 \text{ dm}^3$
				-	$\leq 110 \text{ dm}^3$	-	-	$\leq 32 \text{ dm}^3$
	p/ m^3 de graute	$\geq 450 \text{ kg}$ $\leq 600 \text{ kg}$	$\leq 24 \text{ Kg}$	$\leq 1000 \text{ dm}^3$	-	-	-	$\leq 450 \text{ dm}^3$
-				$\leq 1250 \text{ dm}^3$	-	-	$\leq 380 \text{ dm}^3$	
Graute grosso	Massa	1,00	$\leq 0,04$	$\leq 2,20$	-	$\leq 1,70$	-	$\leq 0,70$
	Volume	1 saco	$\leq 3,5 \text{ dm}^3$	$\leq 88 \text{ dm}^3$	-	$\leq 66 \text{ dm}^3$	-	$\leq 35 \text{ dm}^3$
				-	$\leq 110 \text{ dm}^3$	-	$\leq 73 \text{ dm}^3$	$\leq 26 \text{ dm}^3$
	p/ m^3 de graute	$\geq 350 \text{ kg}$ $\leq 500 \text{ kg}$	$\leq 24 \text{ Kg}$	$\leq 900 \text{ dm}^3$	-	$\leq 600 \text{ dm}^3$	-	$\leq 350 \text{ dm}^3$
-				$\leq 1130 \text{ dm}^3$	-	$\leq 660 \text{ dm}^3$	$\leq 280 \text{ dm}^3$	

Tabela 2.17 – Exigências mínimas para o graute, NBR 8798 (1985)

Propriedade	Exigência
Índice de Consistência	$200 \pm 30 \text{ mm}$
Retenção de água	-
Resistência à compressão axial	$\geq 14 \text{ MPa}$

Os traços do graute especificados pela norma americana ASTM C 476-83 (1987) são mostrados na Tabela 2.18.

Tabela 2.18 – Traço dos grautes (em volume), ASTM C 476-83 (1987)

Tipo de Graute	Partes em volume		Agregados secos	
	Cimento Portland ou c/ Adições	Cal hidratada ou pasta de cal	Finos	Graúdos
Graute fino	1	0 a 1/10	$2 \frac{1}{4}$ a 3	-
Graute grosso	1	0 a 1/10	$2 \frac{1}{4}$ a 3	1 a 2

A norma britânica BS 5628: Part 2 (1985), recomenda para o graute o traço em volume , nas seguintes proporções (cimento : cal : areia : agregado graúdo):

$$1 : 0 \text{ a } 0,25 : 3 : 2$$

A norma especifica ainda que o diâmetro máximo do agregado graúdo é de 10 mm e o slump varia de 75 a 175 mm.

As diferenças entre as três normas está em relação ao ensaio de resistência à compressão. A norma brasileira recomenda moldar os corpos de prova cilíndricos de 15 X 30 cm, a norma americana recomenda moldar os corpos de prova em contato com as faces dos blocos de 7,5 X 7,5 X 15 cm e a norma britânica recomenda o ensaio em corpos de provas cúbicos de 10 X 10 cm.

CALÇADA (1998) e MENDES (1998), utilizaram métodos semelhantes ao da norma americana, que consiste no preenchimento de blocos com graute, para posterior extração. Como pode ser observado na Tabela 2.19, estes autores não tiveram diferenças significativas entre a resistência obtida através do corpos-de-prova extraídos e os moldados em cilindros metálicos.

Tabela 2.19 – Resistências médias dos corpos-de-prova moldados em cilindros metálicos e extraídos, CALÇADA (1998) e MENDES (1998)

CALÇADA		MENDES	
Resistência média (MPa)		Resistência média (MPa)	
Moldados em cilindros metálicos	Extraídos	Moldados em cilindros metálicos	Extraídos
14,95	15,63	12,37	13,92
28,67	28,94	49,57	45,26

Segundo a NBR 6118 (1978), o módulo de elasticidade do graute pode ser estimado, na ausência de dados experimentais, através da equação:

$$E_g = 0,9 \cdot 6600 \cdot (f_g)^{1/2} \quad (2.6)$$

Onde:

E_g = módulo de elasticidade secante do graute (MPa)
 f_g = resistência à compressão do graute (MPa)

Segundo MEHTA e MONTEIRO (1994), o módulo de elasticidade à compressão dos concretos, varia de 14000 a 40000 MPa e o coeficiente de Poisson varia de 0,15 a 0,20.

A norma BS 5628: Part 2 (1985), sugere que os módulos de elasticidade dos grautes seja em função da sua resistência, como mostra a Tabela 2.20.

Tabela 2.20 – Módulo de elasticidade, BS 5628: Part 2 (1985)

Resistência do graute aos 28 dias (MPa)	Módulo de elasticidade (MPa)
20	24000
25	25000
30	26000
40	28000
50	30000
60	32000

2.1.4 – Prismas

Os ensaios de prismas vêm sendo empregados por muitos pesquisadores para a determinação da resistência à compressão. Estes ensaios apresentam a vantagem de serem mais rápidos e econômicos do que os ensaios de paredes, além de não exigirem uma estrutura laboratorial tão grande quanto estes.

A norma NBR 8215 (1983) cita dois métodos de preparo dos prismas. No método A, os prismas são moldados em laboratório com diversos tipos de argamassas, grautes e blocos. No método B os prismas são moldados em obra, com os mesmos materiais e mão-de-obra em uso na estrutura. O prisma deve ser composto pela justaposição de dois blocos unidos por uma junta de argamassa com 1 cm de espessura.

A norma cita ainda que, o resultado da resistência à compressão é a média do ensaio de três prismas.

A norma ASTM E 447-84 (1987), recomenda que os prismas possuam três blocos assentados a prumo, com duas juntas de argamassas.

SABBATINI (1984), FRANCO (1987) e MÜLLER (1989), recomendam que as pesquisas em alvenaria empreguem os corpos de provas com 3 blocos de altura.

Outra característica mecânica importante que pode ser determinada com os prismas é o módulo de deformação da alvenaria.

KNUTSON e NIELSEN (1995), em seus estudos apresentam um método padronizado para a obtenção do módulo de elasticidade da alvenaria. As curvas do diagrama tensão x deformação dos materiais são aproximadas ou por uma parábola ou por uma curva logarítmica, que são chamadas de curvas de RITTER.

O método proposto pelos autores, consiste na determinação da inclinação de uma secante entre dois pontos na curva tensão x deformação. Os corpos-de-prova são carregados a uma taxa constante de deformação ou alternativamente em aumentos de carga em tempos iguais até 75 % da resistência estimada. Depois disso, o corpo-de-prova deve ser carregado até a ruptura em um período fixo de tempo (15 ± 3) minutos.

Os resultados do ensaio por este método pode ser usado para determinar o módulo de elasticidade secante da alvenaria, através da equação (2.7).

$$E_{alv} = \frac{0,35 \cdot f_c - 0,05 \cdot f_c}{\epsilon_{0,35} - \epsilon_{0,05}} \quad (2.7)$$

Onde:

E_{alv} = inclinação da secante entre os pontos de 0,05 e 0,35 da carga de ruptura;

f_c = resistência da alvenaria

$\epsilon_{0,05}$ = deformação correspondente a uma tensão de 0,05 da tensão ruptura;

$\epsilon_{0,35}$ = deformação correspondente a uma tensão de 0,35 da tensão de ruptura.

Os resultados principais destes ensaios são desta maneira, a determinação de f_c e E_{alv} . Este módulo secante é muito próximo do módulo secante da origem até 40 % da tensão de ruptura, mas tem a vantagem de que os primeiros 5 % do carregamento são ignorados. Isto é devido à falta de precisão na medida das deformações no início do teste, quando a deformação é determinada pelo movimento da aplicação do carregamento nas faces.

2.2 – Fatores que influenciam na resistência do prisma

2.2.1 – Resistência do bloco

A resistência à compressão do bloco é a principal característica na resistência dos prismas e paredes, sendo que esta característica é válida principalmente quando estes não são grauteados.

No entanto o aumento de resistência das alvenarias não é proporcional ao aumento da resistência à compressão do bloco. A BS 5628: Part 1 (1992), estabelece as curvas de crescimento da resistência da parede com a resistência do bloco como pode ser visto na Figura 2.1.

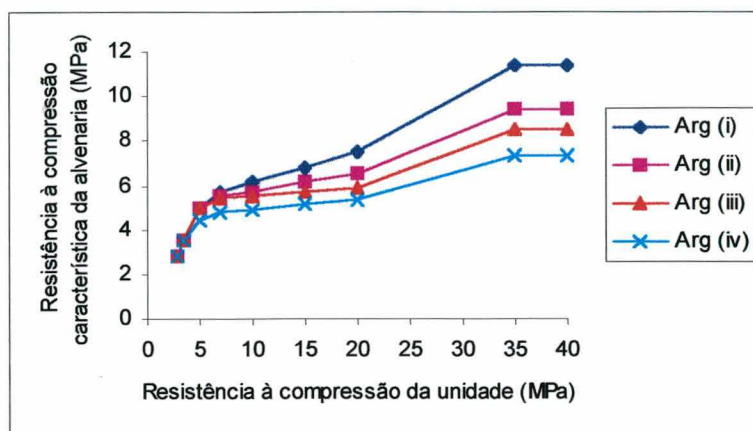


Figura 2.1 – Resistência à compressão característica da alvenaria de blocos, construída com blocos vazados com relação h/t ente 2 e 4, BS 5628: Part 1 (1992)

Pode ser observado que, para blocos acima de 35 MPa, a norma não admite considerar crescimento da resistência da parede.

ALY e SABBATINI (1994) citam que os autores DRYSDALE e HAMID observaram que o aumento percentual da resistência à compressão do elemento parede de alvenaria grauteado será menor quanto maior for a resistência à compressão do bloco. Os referidos autores explicam o fato admitindo que o valor máximo da resistência à compressão das paredes dos blocos é atingida com um nível de deformação menor que o do graute, sendo que o graute não se encontra confinado e a capacidade resistente é controlada tanto pela ruptura do bloco, como também pela própria capacidade resistente que estará submetida à esforços de compressão axial.

Estes autores fazem outra observação: “a tendência do aumento percentual na resistência à compressão das paredes grauteadas em relação às paredes não grauteadas é inversamente proporcional ao aumento da resistência do bloco utilizado na moldagem das mesmas, ou seja, os maiores ganhos de resistência se dão nos blocos menos resistentes”.

2.2.2 – Resistência da argamassa

A resistência da argamassa não é tão significativa para a resistência da parede quanto à resistência do bloco, principalmente na alvenaria grauteada.

GOMES (1983), concluiu que, nas paredes submetidas à compressão simples, a resistência da argamassa de assentamento não precisa ultrapassar a resistência à compressão dos blocos, sob pena de se produzir uma argamassa muito rígida a qual não é adequada para o desempenho das paredes.

MENDES (1998), em sua dissertação, concluiu que para um mesmo bloco cerâmico, os melhores resultados de resistência à compressão são obtidos com o aumento da resistência da argamassa. As argamassas utilizadas por MENDES (1998), no entanto, também eram menos resistentes que o bloco pesquisado.

MOHAMAD (1998), pesquisando prismas não grauteados, verificou que quando usou uma argamassa fraca, menos resistente do que o bloco, ocorreu um descolamento na parte externa das paredes com blocos de concreto, e a ruptura foi dúctil. Quando utilizou argamassa com a mesma resistência do bloco na área líquida, a ruptura foi essencialmente frágil, ocorrendo no sentido da seção transversal do prisma. O autor conclui ainda que deve haver uma compatibilidade entre a argamassa e o tipo de bloco, recomendando que a resistência à compressão da argamassa seja entre 0,7 e 1 vez a resistência à compressão do bloco na área bruta.

2.2.3 – Resistência do graute

A resistência do graute influi na resistência do prisma e parede, mas vários pesquisadores, afirmam que a resistência à compressão de prismas grauteados é sempre inferior a de prismas não grauteados na área líquida.

GOMES (1983) conclui que, para o graute colaborar no aumento da resistência das paredes, é necessário que a resistência seja, no mínimo, igual à dos blocos. O mesmo autor, mostra a evolução do aumento da resistência das paredes com o aumento da resistência do graute (Figura 2.2).

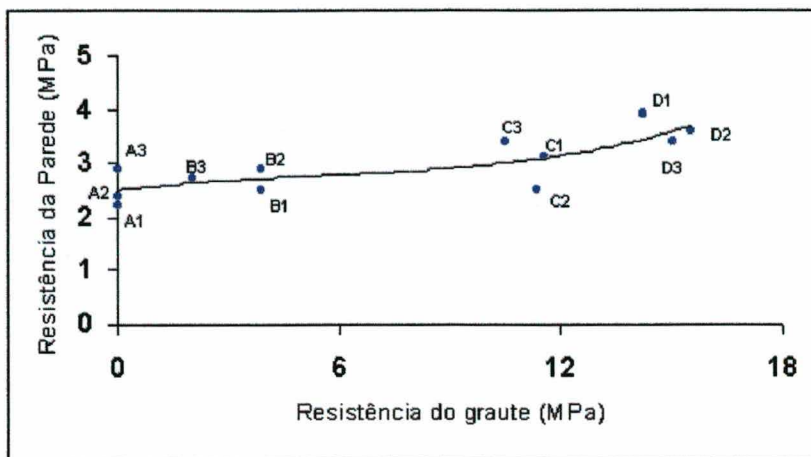


Figura 2.2 – Aumento da resistência à compressão da parede em função do aumento da resistência do graute, GOMES (1983).

Segundo KHALAF (1996), o efeito do aumento da resistência da argamassa para prismas grauteados apresenta efeito insignificante. Uma explicação seria a influência de tensões de confinamento horizontal exercida sobre a junta de argamassa pelo graute, que aumenta a resistência da argamassa. O autor ainda conclui que, o aumento da resistência da argamassa tem pouca influência na resistência do prisma de blocos de concreto grauteados. O autor obteve os resultados mostrados na Tabela 2.21, e concluiu que o aumento na resistência da argamassa de 191 % resultou num aumento da resistência do prisma de 20 %.

Tabela 2.21 – Resistência dos prismas ensaiados por KHALAF (1996)

Blocos	Resistência à compressão (MPa) (ensaios em cubos)		Resistência à compressão de prismas (3 blocos de altura)	
	Argamassas	Grautes	Área Líquida	Área Bruta
24,3	9,2	-	17,8	10,0
	15,4	-	17,4	9,6
	26,5	-	21,4	12,0
	9,2	19,4	-	15,8
	13,5	32,0	-	17,9
	15,4	8,6	-	13,8
	15,4	15,7	-	11,4
	20,2	23,5	-	13,4
	16,4	10,0	-	13,9
	16,5	28,8	-	14,5
	26,8	34,0	-	19,3

2.2.4 – Módulo de elasticidade

Os módulos de elasticidade dos materiais constituintes dos prismas e paredes também são um fator importante.

KHALAF (1996), obteve maiores resultados de resistência à compressão em prismas, devido a similaridade das características de deformação entre graute e bloco. Estes foram alcançados usando-se concreto moldado em cubo com resistência à compressão 45% a 50% superior à resistência à compressão de um cubo moldado com o material do bloco.

2.2.5 – Espessura da junta

O aumento da espessura da junta provoca redução na resistência do prisma e a diminuição da espessura da junta, provoca um aumento na resistência do prisma.

SAHLIN apud ROMAN (1991), comenta que a resistência da alvenaria diminui, em aproximadamente 15 %, para cada aumento de 3 mm na espessura e vice-versa, considerando como base uma junta de 1 cm.

KHALAF (1996), através de estudos experimentais concluiu que, no aumento da espessura da junta de argamassa de 5 para 12 mm, houve um decréscimo da resistência dos prismas grauteados de 12 % e 18 %.

MOHAMAD (1998), realizou testes em prismas de blocos de concreto, com juntas de 7 e 10 mm. O autor concluiu que, com a diminuição da espessura da junta houve um aumento na eficiência (resistência do prisma/resistência do bloco) da alvenaria de 34 %, e um aumento na resistência à compressão da alvenaria de 32,3 %. Os resultados são mostrados na Tabela 2.22.

Tabela 2.22 –Influência da espessura da junta na resistência do prisma, MOHAMAD (1998)

Resistência das argamassas (MPa)	Resistência dos blocos (MPa)	Espessura das juntas (mm)	Resistência dos prismas (MPa)	Eficiência da alvenaria
4,90	15,67	7	11,7	0,75
5,41		10	8,84	0,56

2.2.6 – Tipo de assentamento

O tipo de assentamento é um fator que pode alterar a resistência do prisma. A ausência de argamassa nas paredes transversais da face de assentamento dos blocos provoca concentração de tensões nas paredes laterais dos blocos causando a redução na resistência do prisma ou parede. Todavia, o aumento de resistência, obtido quando se utiliza argamassa em toda a face transversal não é proporcional ao ganho de área de argamassa.

GANESAN e RAMAMURTHY (1992), utilizaram o método de elementos finitos para estudar o comportamento de prismas com diferentes tipos de assentamento, e concluíram que prismas com argamassas, só nas faces, alcançam altas concentrações de tensão lateral nas paredes transversais dos blocos. Nestes casos, a fissuração inicia na parede transversal central. Os autores encontraram concentrações de tensões de tração lateral na parede transversal central dos blocos dos prismas com argamassamento lateral da ordem de 3 MPa.

COLVILLE e WOLDE-TINSAE (1990), estudaram a influência do tipo de assentamento na resistência à compressão da alvenaria de blocos de concreto baseados na revisão de dados de vários autores. Foram analisados 224 prismas, sendo 115 prismas com assentamento lateral e 109 com assentamento total.

As conclusões dos autores sobre os resultados foram:

- A resistência à compressão dos prismas vazados deve ser calculada com base na área de assentamento da argamassa;
- A resistência à compressão dos prismas vazados (calculado na área de assentamento da argamassa) é aproximadamente 8 % menor para prismas com assentamento total do que para prismas com assentamento lateral;
- Para projetos usuais propostos, a resistência à compressão da alvenaria construída com assentamento lateral ou com assentamento total pode ser conservador se for considerado o teste do prisma com assentamento total.

2.2.7 – Relação altura/espessura

COLVILLE e WOLDE-TINSAE (1991), fazem um revisão dos dados de

ensaios de prismas de 7 referências. Os parâmetros avaliados foram, a altura do prisma, tipo de argamassa e resistência do graute. Fatores de correção são apresentados para a influência da altura do prisma bem como relações correspondentes à resistência à compressão para a resistência das unidades e resistência do graute.

Foram avaliados 153 prismas grauteados de blocos de concreto vazados, como mostra a Tabela 2.23.

As conclusões dos autores foram:

- Prismas de 3 a 5 blocos são mais confiáveis, evitando-se assim as restrições dos pratos da prensa e flambagem. Prismas com 2 unidades de altura sofrem grande influência de confinamento pelos pratos da prensa. Neste estudo foi observada uma queda de resistência de 28 % entre prismas de 2 e 3 blocos de altura. Para prismas de 3 e 5 blocos de altura foi observada uma redução de apenas 8 %;
- Estimativas de resistência à compressão da alvenaria de blocos deve ser obtida através de testes de prismas de 2 ou 3 blocos de altura usando as seguintes relações:

Resistência à compressão da alvenaria = 0,66 x resistência prisma de 2 blocos;

Resistência à compressão da alvenaria = 0,90 x resistência prisma de 3 blocos.

- A resistência à compressão de prismas de alvenaria grauteada de blocos de concreto não é significativamente afetada pelo tipo de argamassa;
- A resistência à compressão de prismas de 3 blocos de altura grauteados assentados com juntas amarradas (utilização de meio bloco na segunda fiada) é menor do que a dos prismas assentados a prumo (3 blocos inteiros).
- A resistência à compressão dos prismas de 3 blocos de altura, grauteados e assentados a prumo pode ser estimada com a seguinte equação:

$$\text{Resist. do prisma grauteado} = 0,68 \cdot [f_{\text{bliq}} (\% \text{ solid} / 100) + f_g \cdot (1 - \{\% \text{ solid}/100\})] \quad (2.8)$$

Onde:

f_{bliq} = resistência do bloco na área líquida;
 f_g = resistência à compressão do graute;
 % solid = percentagem da área sólida do bloco.

Tabela 2.23 – Resistências dos prismas, COLVILLE e WOLDE-TINSAE (1991)

Resist. Bloco (MPa)	Tipo de Arg.	Espessura da parede do bloco (mm)	Resistência à compressão dos prismas (MPa)			
			Número de blocos			
			2	3	4	5
17,29	M	203	22,12	14,97	-	13,17
	S		19,66	14,43	-	14,94
	N		20,64	12,84	-	13,12
37,55	M	203	34,61	25,08	-	22,32
	S		31,96	24,80	-	22,75
	N		31,09	24,20	-	19,84
46,48	M	305	38,67	27,19	-	21,56
	S		34,19	25,20	-	23,14
	N		32,81	22,12	-	21,81
19,77	M	305	27,77	16,96	-	15,14
	N		21,28	17,74	-	15,91
	S		22,69	16,40	-	15,63
22,46	N	203	21,97	16,97	-	-
19,17	S	203	16,70	14,88	14,48	12,98
25,57	S	203	16,59	13,39	11,70	11,66

M = argamassa traço 1 : 0,25 : 3

S = argamassa traço 1 : 0,5 : 4,5

N = argamassa traço 1 : 1 : 6

Segundo PRUDÊNCIO (1986), prismas são normalmente ensaiados entre pratos de aço de prensas, os quais são muito mais rígidos que a alvenaria, sendo que estes pratos restringem por fricção a expansão lateral. Esta ação prejudica a forma de ruptura normal de um prisma, aumentando a carga necessária para rompê-lo. Com o aumento da razão altura/espessura (h/t) este confinamento, passa a ter uma influência cada vez menor nas resistências obtidas nos ensaios.

2.2.8 – Capeamento

MOHAMAD (1998) utilizou quatro tipos de capeamento (capeamento a base de cimento, capeamento a base de cimento e aplicação de mollicote, capeamento a base de cimento e aplicação de uma camada de grafite e sem capeamento) para a determinação das resistências à compressão de blocos de concreto. Os resultados são mostrados na Tabela 2.24.

Tabela 2.24 – Resistências médias para diferentes tipos de capeamento,
MOHAMAD (1998)

Bloco	Tipo de capeamento	Média (MPa)
M1	A	10,7
M1	B	11,58
M1	C	9,46
M1	D	10,55
M2	A	15,67
M2	B	14,48
M2	C	11,62
M2	D	12,9

A=capeamento a base de cimento

B= capeamento a base de cimento e aplicação de mollicote

C= capeamento a base de cimento e aplicação de uma camada de grafite

D= sem capeamento

M1= Bloco de concreto com resistência à compressão média de 10,70 MPa

M2= Bloco de concreto com resistência à compressão média de 15,67 MPa

2.3 – Resistência à compressão da alvenaria

Para determinar a resistência à compressão da alvenaria pode-se empregar vários métodos, tais como: ensaio de paredes, ensaios de prismas e paredinhas, equações baseadas em dados experimentais e equações baseadas nas propriedades dos materiais.

Ensaio de prismas e paredinhas são os mais utilizados pelo meio técnico, porque são realizados com os mesmos materiais da obra, e podem ser facilmente ensaiados à compressão em qualquer laboratório que tenha uma prensa de porte médio.

Já os ensaios de paredes, não são muito utilizados, pois estes necessitam de vários equipamentos de grande porte para a realização dos ensaios à compressão.

De acordo com a BS 5628: Part 1 (1985), a resistência característica à compressão da alvenaria depende principalmente da resistência à compressão da unidade. A Tabela 2.25, mostra os valores adotados na resistência característica à compressão da alvenaria de blocos vazados e a Tabela 2.26 mostra os valores adotados pela norma britânica para a resistência característica à compressão da alvenaria de blocos maciços.

Os tipos e resistências das argamassas, recomendadas pela norma BS 5628 Part:1 (1992), já foram apresentadas no item 2.1.2, Tabela 2.13.

Tabela 2.25 – Resistência característica à compressão da alvenaria de blocos vazados com relação altura/espessura (h/t) entre 2 e 4, BS 5628 Part:1 (1992)

Tipo de Arg.	Resistência à compressão do bloco (MPa)				
	5	10	15	20	35 (ou >)
(i)	5	6,1	6,8	7,5	11,4
(ii)	5	5,7	6,1	6,5	9,4
(iii)	5	5,5	5,7	5,9	8,5
(iv)	4,4	4,9	5,1	5,3	7,3

Tabela 2.26 – Resistência característica à compressão da alvenaria de blocos maciços com relação altura/espessura (h/t) entre 2 e 4, BS 5628 Part:1 (1992)

Tipo de Arg.	Resistência à compressão do bloco (MPa)				
	5	10	15	20	35 (ou >)
(i)	5	8,8	12,0	14,8	22,8
(ii)	5	8,4	10,6	12,8	18,8
(iii)	5	8,2	10,0	11,6	17,0
(iv)	4,4	7,0	8,8	10,4	14,6

MOHAMAD (1998), em sua dissertação de mestrado, propõe equações para a determinação da resistência da alvenaria não grauteada, em função da razão de rigidez entre os materiais. A relação entre a resistência à compressão dos prismas pela argamassa, é dada pela equação 2.9, e a resistência à compressão dos prismas pela resistência à tração do bloco é dada pela equação 2.10. Para um mesmo grupo de materiais (bloco e argamassa) a equação válida, será a que fornece o menor resultado de resistência à compressão.

$$f_m = f_a \cdot 0,5794 \cdot (E_a/E_b)^{-1,1093} \quad (2.9)$$

$$f_m = f_{bt} \cdot [5,4491 \cdot (E_a/E_b)^2 + 3,6377 \cdot (E_a/E_b) + 10,219] \quad (2.10)$$

Onde:

f_m = resistência à compressão da alvenaria não grauteada

f_a = resistência à compressão da argamassa

f_{bt} = resistência do bloco à tração

E_a = módulo de elasticidade da argamassa

E_b = módulo de elasticidade do bloco

KHALAF et al. (1994), propõem a equação 2.11 para prismas grauteados e não grauteados em relação a área bruta.

$$f_m = 0,3 \cdot f_b + 0,2 \cdot f_a + 0,25 \cdot f_g \quad (2.11)$$

Onde:

f_m = resistência à compressão da alvenaria (área bruta)

f_b = resistência à compressão do bloco (área bruta)

f_a = resistência à compressão da argamassa

f_g = resistência à compressão do graute

2.4 – Ruptura em alvenaria

CHEEMA E KLINGNER (1986), classificam os tipos de ruptura que podem ocorrer na alvenaria não grauteada, como:

- tração no bloco: ocorre onde a tensão de tração principal no bloco supera a resistência à tração do bloco;
- esmagamento do bloco: ocorre quando a tensão principal de compressão no bloco supera a resistência à compressão do bloco;
- esmagamento da argamassa: ocorre quando a tensão de compressão axial na argamassa é maior que a resistência da argamassa confinada.

Os mesmos autores classificam que para a alvenaria grauteada de blocos de concreto, podem ocorrer 5 tipos de ruptura, em ordem decrescente de ocorrência, tais como:

- fendilhamento lateral do bloco: ocorre quando a resistência à tração do bloco é alcançada. É a ruptura por tração do bloco;
- esmagamento da argamassa: ocorre quando a máxima tensão de compressão atuante na argamassa atinge a resistência de compressão da argamassa confinada;
- esmagamento do bloco: ocorre quando é atingida a resistência à compressão do bloco;

- fendilhamento da argamassa: ocorre quando é atingida a resistência à tração máxima da argamassa;
- esmagamento do graute: ocorre quando a máxima tensão de compressão atuante no graute atinge a resistência à compressão confinada do graute.

SHRIVE (1982), apud MEDEIROS e SABBATINI (1993), afirma que a alvenaria de blocos vazados de concreto apresenta ruptura através de fissuras nos septos transversais e não nas paredes das faces laterais dos blocos (septos longitudinais). O mesmo autor verificou em seus experimentos que:

- na alvenaria de blocos vazados de concreto construída com juntas horizontais apenas nos septos longitudinais, desenvolvem-se tensões de tração nos septos transversais das unidades através de um mecanismo análogo ao observado na flexão de vigas de grande altura. Este comportamento leva este tipo de alvenaria a apresentar maior resistência à compressão quando comparada com aquelas que possuem juntas de argamassa em todos os septos;
- tensões transversais desenvolvem-se nos septos longitudinais dos blocos e nas juntas horizontais de argamassa devido à migração de tensões verticais de tração. Estas tensões transversais são geralmente de pequena magnitude quando comparadas com as verticais principais;
- modificações na rigidez da argamassa ou do bloco produzem mudanças na deformação das juntas e conseqüentemente no padrão do fluxo das tensões dos septos longitudinais. Isto induz a alterações das tensões dos septos longitudinais, mas não nos septos transversais, onde a ruptura ocorre. Assim, o tipo de argamassa não afeta significativamente a resistência à compressão deste tipo de alvenaria;
- as tensões de tração, nos septos transversais dos blocos, são provocadas pela diferença entre a rigidez da argamassa e da unidade. Estas tensões são muito menores que as tensões verticais principais causadas diretamente pelos esforços de compressão.

CAPÍTULO 3

PROGRAMA EXPERIMENTAL

3.1 - Introdução

Neste capítulo será descrito o procedimento do programa experimental. São apresentados a caracterização dos materiais utilizados, a conversão dos traços, os métodos de produção das argamassas e grautes, os procedimentos de moldagem dos prismas, os métodos de ensaios empregados para blocos, argamassas e prismas e os equipamentos utilizados para os ensaios de resistência à compressão.

Todos os ensaios foram realizados no Laboratório de Materiais de Construção Civil – LMCC, da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

Cabe ressaltar, que a moldagem dos prismas e as leituras das deformações foram realizadas somente por um operador.

3.2 – Ensaio de Caracterização dos materiais empregados

3.2.1 – Blocos

Para a realização deste estudo foi recebido um lote de 700 blocos de concreto, como especifica a norma NBR 6136 (1994), com a mesma geometria, e com três resistências distintas, conforme mostra a Figura 3.1 e a Figura 3.2. As amostras não apresentavam quebras, trincas, deformações e as arestas também não apresentavam irregularidades.

As tolerâncias máximas de fabricação de blocos especificadas na NBR 6136 (1994), são apresentadas na Tabela 3.1.

As denominações dos blocos de concreto, utilizados neste estudo e suas respectivas resistências características à compressão (f_{bk}), são mostradas na Tabela 3.2.

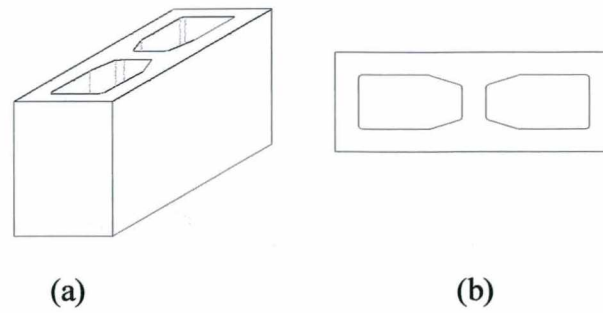


Figura 3.1 – Bloco de concreto (a) – perspectiva, (b) face de assentamento

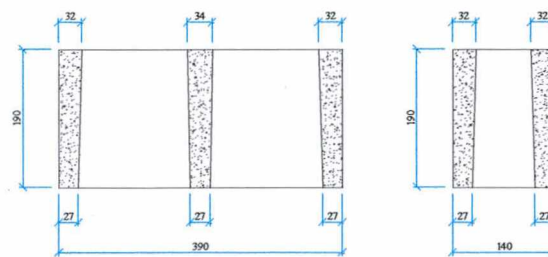


Figura 3.2 – Bloco de concreto corte transversal (medidas em mm)

Tabela 3.1 – Tolerâncias máximas de fabricação de blocos de concreto, NBR 6136 (1994)

Dimensão	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)	Desvio em relação ao esquadro (D)	Flecha (F)
Tolerância (mm)	± 2	± 3	± 3	3	3

Tabela 3.2 – Denominações dos blocos de concreto

Tipo de bloco	Resistência nominal à compressão (f_{bk}) (MPa)
B1	2,5
B2	6,0
B3	12,0

As medidas das dimensões dos blocos de concreto foram realizadas conforme especificado na NBR 8042 (1992).

A determinação da área líquida do bloco de concreto foi realizada por três métodos. O primeiro, foi realizado conforme a NBR 8043 (1983), o segundo pelo método das medidas geométricas e o terceiro foi pelo ensaio de volume deslocado.

A determinação da absorção de água e do teor de umidade dos blocos foram realizados conforme descrito pela norma NBR 12118 (1991).

O ensaio de resistência à compressão dos blocos de concreto foi realizado de acordo com a norma NBR 7184 (1991). A velocidade do carregamento do ensaio foi de $0,05 \pm 0,01$ MPa / seg.

Para a realização dos ensaios à compressão, os blocos de concreto foram capeados com pasta de cimento, 48 horas antes do ensaio, com espessura variando entre 1 e 3 mm.

O capeamento foi utilizado para corrigir as imperfeições do bloco e distribuir melhor o carregamento em toda a área da seção atuante.

Para a obtenção da resistência à tração do bloco de concreto, foi utilizado o ensaio indireto de tração por compressão da norma americana ASTM C 1006 (1984). As barras de aço cilíndricas previstas para o ensaio devem ter o diâmetro 1/8 a 1/12 da altura da amostra.

A velocidade de carregamento aplicada foi de 0,33 MPa / min. A resistência à tração foi determinada a partir da equação 3.1.

$$T = \frac{2 \cdot P}{\pi \cdot L \cdot H} \quad (3.1)$$

Onde:

T= resistência à tração por compressão (MPa)
P= carga aplicada (kN)
L= largura da amostra (mm)
H= altura da amostra (mm)

A Figura 3.3 mostra o esquema do ensaio da resistência à tração indireta.

Os módulos de elasticidade dos blocos de concreto foram determinados teoricamente através da ACI – Building Code 318, como mostra a equação 3.2.

$$E_b = 0,0428 \cdot f_b^{1/2} \cdot W_b^{1,5} \quad (3.2)$$

Onde:

E_b = módulo de elasticidade (MPa)
 f_b = resistência à compressão do bloco (MPa)
 W_b = peso unitário do bloco em kg/m^3

Para a determinação do peso unitário foi considerada a relação do peso do bloco seco ao ar, pelo volume do mesmo.

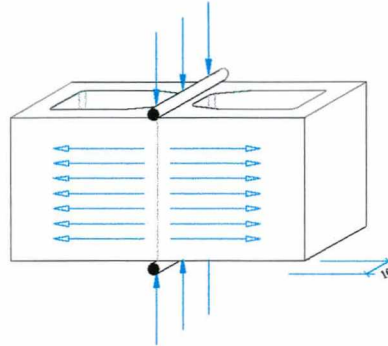


Figura 3.3 – Esquema de realização do ensaio de resistência à tração por compressão, ASTM C 1006 (1984)

3.2.2 – Argamassas de assentamento

Foram empregados, neste estudo, dois tipos de argamassas com diferentes resistências à compressão. Os traços empregados são prescritos pela norma britânica BS 5628: Part 1 (1992) como tipo (ii) e (iii), cujos traços, em volume são 1 : 1 : 6 (argamassa de baixa resistência) e 1 : 0,5 : 4,5 (argamassa de média resistência), respectivamente, e são traços comumente utilizados em obras de alvenaria estrutural no Brasil. A Tabela 3.3 mostra como as argamassas foram denominadas neste estudo.

Tabela 3.3 – Denominações das argamassas

Tipo	Traço (em volume)	Denominação
(iii)	1 : 1 : 6	A1
(ii)	1 : 0,5 : 4,5	A2

Para não introduzir no processo variáveis oriundas de medições volumétricas imprecisas, os traços das argamassas prescritos pela BS 5628: Part 1 (1992), que são apresentados em volume, foram convertidos para massa. Para esta conversão utilizou-se a equação 3.3.

$$1 : \frac{V_{ch} \cdot \gamma_c}{\gamma_c} : \frac{V_a \cdot \gamma_a}{\left(\frac{V_h}{V_o}\right) \cdot \gamma_c} \quad (3.3)$$

Onde:

V_{ch} = proporção de cal hidratada no traço da argamassa, em volume aparente (dm^3);

V_a = proporção do agregado miúdo no traço da argamassa, em volume aparente (dm^3);

γ_c = massa unitária do cimento, no estado solto (kg/dm^3);

γ_{ch} = massa unitária da cal hidratada no estado solto (kg/dm^3);

γ_a = massa unitária do agregado miúdo, no estado seco e solto (Kg/dm^3);

$\frac{V_h}{V_o}$ = coeficiente médio de inchamento do agregado, conforme NBR 6467 (1985).

Neste estudo o coeficiente foi igual a 1, uma vez que a areia utilizada estava no estado seco.

A Tabela 3.4 mostra os traços convertidos de volume para massa, a relação água/cimento ($f_{a/c}$) e a consistência das argamassas utilizadas no estudo.

As relações água/cimento foram definidas em função do ensaio da mesa de consistência “flow table”, de acordo com a MR11, para os dois tipos de argamassas, sendo mantidos iguais durante todo o estudo. Para a argamassa A1 a consistência fixada foi de 270 ± 10 mm e para a argamassa A2 a consistência fixada foi de 280 ± 10 mm. Estas consistências foram adotadas em função das argamassas apresentarem baixo índice de coesão e pouca trabalhabilidade.

Tabela 3.4 – Características das argamassas

Tipo	Traço (em volume)	Traço (em massa)	$f_{a/c}$ médio	Consistência (mm)
A1	1 : 1 : 6	1 : 0,58 : 7,54	1,72	287
A2	1 : 0,5 : 4,5	1 : 0,29 : 5,65	1,25	294

Foi utilizado o cimento Portland CP II-F-32 e a cal hidratada CH III, adquiridos no comércio da região da grande Florianópolis. Na determinação das massas unitárias, do cimento e da cal adotou-se como referência o procedimento descrito na norma NBR 7251 (1982). A Tabela 3.5. mostra os resultados para os materiais utilizados

Tendo em vista que os ensaios demandariam longo tempo, optou-se por adquirir o cimento e a cal no decorrer dos ensaios.

A areia utilizada em todos os ensaios, proveniente do Vale do Rio Tijucas, estado de Santa Catarina, recebida em um único lote, e ensacada.

Tabela 3.5 – Massas unitárias dos materiais

Cimento CP II-F-32 (kg/dm ³)	Cal hidratada CH III (kg/dm ³)	Areia (kg/dm ³)
1,17	0,68	1,47

Durante a realização dos ensaios a areia foi seca, em estufa ($105 \pm 5^\circ \text{C}$), por no mínimo 24 horas, e acondicionada em tambores plásticos devidamente fechados para não adquirir umidade do ar.

A determinação da composição granulométrica da areia foi feita de acordo com a norma NBR 7217 (1987), como mostra a Tabela 3.6.

A Figura 3.4 mostra que a areia utilizada nos ensaios está classificada entre os limites (inferior e superior) estipulados pela norma britânica BS 1200 (1976).

A Tabela 3.7, apresenta as características da areia utilizada, com as respectivas normas.

Tabela 3.6 – Composição granulométrica da areia, NBR 7217 (1987)

Peneira (mm)	% Retida acumulada	% passante acumulada
0,15	94,42	5,58
0,3	77,77	22,23
0,6	45,84	54,16
1,2	14,65	85,35
2,4	0,33	99,67
4,8	0	100

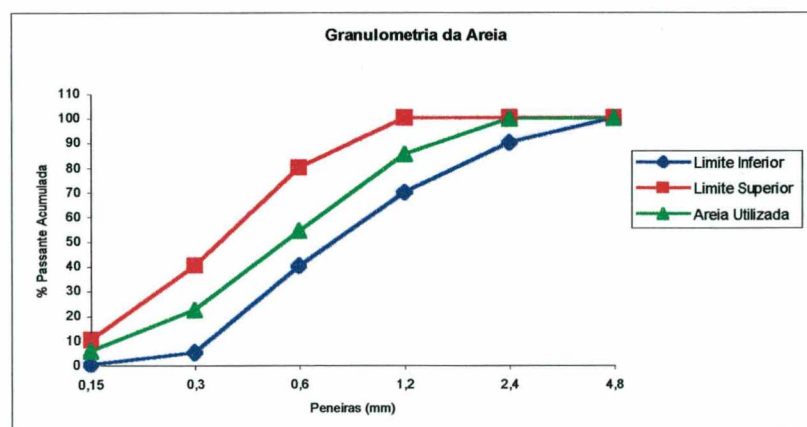


Figura 3.4 – Comparação entre a areia utilizada e a areia especificada pela BS1200 (1976)

Tabela 3.7 – Características físicas da areia

Massa específica real NBR 9776 (1987) (kg/dm ³)	Massa unitária NBR 7251 (1982) (kg/dm ³)	Módulo de finura NBR 7217 (1987)	Teor de materiais pulverulentos NBR 7219 (1987) (%)	Teor de matéria orgânica NBR 7220 (1987) (ppm)	Dimensão máxima característica (mm)
2,61	1,47	2,33	2,24	< 300	2,4

De acordo com a NBR 7211 (1987), a areia utilizada nos ensaios, foi classificada na zona 3, como sendo, areia média.

A argamassa de assentamento foi produzida em betoneira intermitente de queda livre e eixo inclinado, com capacidade de 80 litros. Antes de rodar o traço (24 horas), a areia foi misturada com a cal em baldes plásticos com 80% da água pertinente ao traço. Os baldes foram pesados e cobertos com plástico para não haver evaporação da água adicionada à mistura. Após 24 horas, era feita uma nova pesagem para determinar a quantidade de água evaporada. A seguir, era feita a mistura na betoneira por aproximadamente 5 minutos, acrescentando o cimento e a quantidade de água que faltava para obter a consistência desejada.

Para cada betonada, era feito o ensaio da mesa de consistência “flow table” para o controle de consistência da argamassa. Também eram moldados em moldes metálicos de 3 a 6 corpos de prova cilíndricos de 5 x 10 cm para posteriormente realizar o ensaio à compressão aos 28 dias de idade.

Os corpos de prova foram curados ao ar, em ambiente laboratorial durante 28 dias.

Para a obtenção das deformações longitudinais e transversais foram moldados corpos de prova cilíndricos de 10 x 20 cm em moldes metálicos.

A aquisição dos dados foi realizada pelo aparato da própria máquina de ensaio, equipado com dois extensômetros na vertical, e um na horizontal, como mostra a Figura 3.5. A distância de contato dos pontos de fixação dos extensômetros no corpo de prova “gauge length”, era de 100 mm.

Os dados eram arquivados no próprio computador da máquina de ensaios.

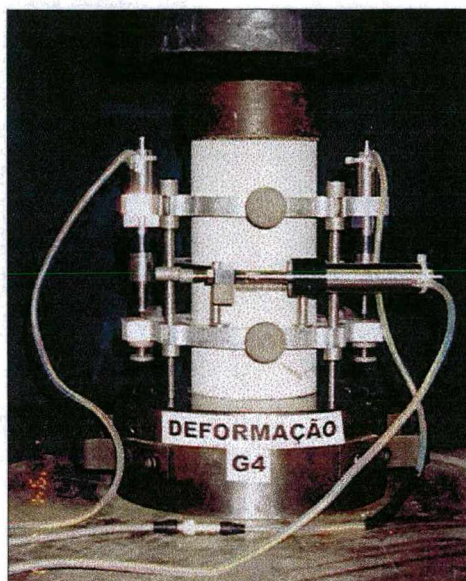


Figura 3.5 – Aparato para aquisição das deformações transversais e longitudinais

Os módulos de elasticidade das argamassas foram calculados segundo a norma NBR 8522 (1994), a partir do diagrama tensão x deformação, obtido nos pontos 0,5 MPa e 30 % da carga de ruptura.

3.2.3 – Grautes

Foram utilizados quatro tipos de grautes de resistências e módulos de elasticidade distintos.

Como o objetivo deste estudo não era estudar a dosagem de grautes, mas sim, utilizar traços que resultariam em grautes de resistências distintas, não será apresentado neste trabalho a dosagem destes. A Tabela 3.8 mostra as denominações dos grautes e as resistências esperadas. Cabe ressaltar que o G1 é uma argamassa de traço 1:1:6 (cimento, cal e areia).

Tabela 3.8 – Denominações, traços e resistências esperadas

Denominação	Traço (em massa) (cimento : brita : areia)	Resistência esperada (MPa)
S/G	-	sem graute
G1	1 : 1 : 6	6
G2	1 : 3,08 : 2,72	10
G3	1 : 1,98 : 1,98	24
G4	1 : 1,29 : 1,52	36

O slump fixado para este estudo foi de 17 ± 1 cm, determinado através do ensaio de abatimento de tronco de cone, prescrito pela norma NBR 7223 (1992).

A brita utilizada para a confecção dos grautes, foi a brita zero. Os ensaios de caracterização da brita foram os mesmos utilizados para a areia. A Tabela 3.9 apresenta as características físicas da brita.

Para determinar a massa específica da brita, foi utilizado o ensaio da balança hidrostática.

A curva granulométrica da brita é mostrada na Figura 3.6.

Tabela 3.9 – Características físicas da brita

Massa específica (kg/dm ³)	Massa unitária NBR 7251 (1982) (kg/dm ³)	Módulo de finura NBR 7217 (1987)	Dimensão máxima característica (mm)
2,61	1,32	5,61	9,5

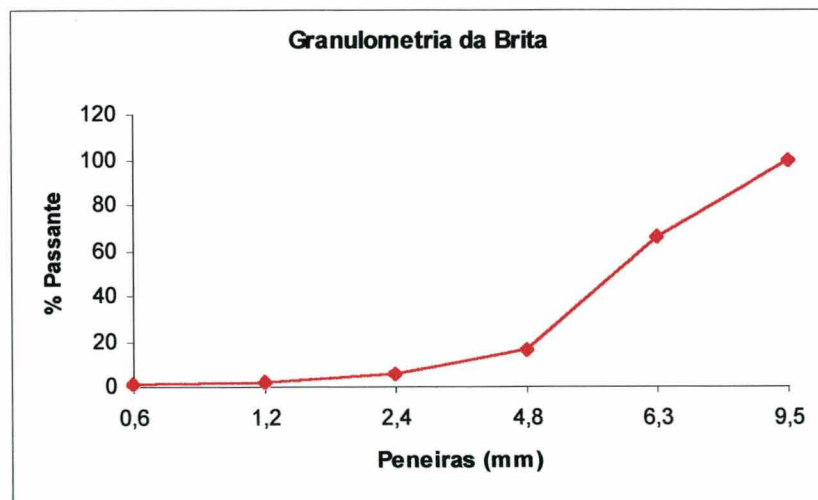


Figura 3.6 – Granulometria da brita utilizada

O cimento, areia e betoneira utilizados para a confecção dos grautes, foram os mesmos usados para a confecção das argamassas.

Para cada tipo de graute, foram moldados 3 corpos de prova cilíndricos de 10 x 20 cm, em moldes metálicos, para controlar e verificar a igualdade nas diversas vezes que foram produzidos.

A moldagem dos corpos de prova, obedeceram às prescrições da NBR 5738 (1994), e o ensaio à compressão, às prescrições da NBR 5739 (1994). O arrasamento dos corpos de prova, eram feitos duas horas após a moldagem.

Todos os corpos de prova cilíndricos foram ensaiados à compressão aos 28 dias, juntamente com os prismas nos quais foram empregados, e capeados com mistura a quente de enxofre e cimento. Os corpos de provas foram curados ao ar, em ambiente laboratorial.

A velocidade de carregamento para o ensaio de resistência à compressão adotada foi de 0,5 MPa / seg, segundo a NBR 7184 (1991).

As deformações longitudinais e transversais, e o procedimento de cálculo para a obtenção dos módulos de elasticidade e coeficiente de Poisson, foram os mesmos descritos no item 3.2.2.

3.3 – Prismas

Foram moldadas 12 séries com 15 prismas de 3 blocos de altura moldados a prumo, com índice de esbeltez (h/t) 4,21, totalizando 60 tipos de prismas com diferentes características. Cada série de 15 prismas moldados eram divididos em 5 tipos, sendo que cada tipo continha 3 prismas com as mesmas características, ou seja, 3 prismas S/G, 3 prismas com G1, 3 prismas com G2, 3 prismas com G3 e 3 prismas com G4. Optou-se por prismas de 3 blocos por estes amenizarem os efeitos gerados pelo confinamento dos pratos da prensa aos blocos das extremidades. Além disso, prismas de 3 blocos de altura, são mais representativos do modo de ruptura da alvenaria, sendo o bloco do meio, geralmente livre do confinamento gerado pelos pratos da prensa.

Cada série era composta de blocos, argamassas, grautes e tipos de assentamento diferentes umas das outras. Os tipos de assentamento utilizados neste estudo, são mostrados na Tabela 3.10 e na Figura 3.7.

Tabela 3.10 – Denominação do tipo de assentamento

Tipo de assentamento	Denominação
Argamassamento total	AT
Argamassamento lateral	AL

Argamassamento total, é o argamassamento onde toda a seção transversal do bloco é totalmente preenchida com argamassa. Assentamento lateral, é o assentamento com argamassa somente nas faces longitudinais da seção transversal do bloco.

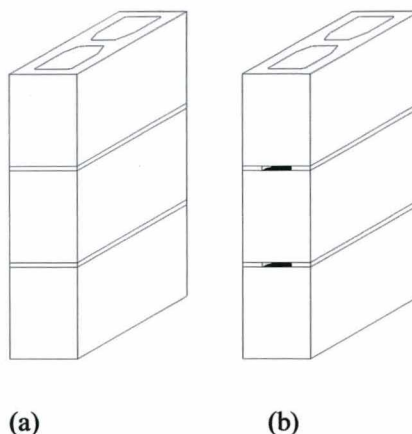


Figura 3.7 – (a) Prismas com assentamento total; (b) prismas com assentamento lateral utilizados nos ensaios

Para um melhor entendimento, a Tabela 3.11, mostra exemplos da denominação de alguns prismas.

Tabela 3.11 – Denominação dos prismas

Prisma	Denominação			
	Bloco (MPa) A_{liq}	Argamassa Tipo - (MPa)	Graute (MPa)	Argamassamento
B1-A1-S/G-AT	14,86	(iii) - 4,38	Sem graute	Total
B2-A2-G2-AT	24,06	(ii) - 7,96	13,87	Total
B3-A2-G4-AL	32,65	(ii) - 7,96	35,90	Lateral

Para a determinação das tensões dos prismas, podem ser considerados três diferentes tipos de áreas de assentamento, ou seja, área bruta (546 cm^2), área líquida (316 cm^2) e área líquida do argamassamento lateral (230 cm^2).

Os prismas foram moldados sobre uma mesa de granito, nivelada, coberta com plástico (0,5 mm) untado com óleo. Antes de moldar os prismas (48 horas), os blocos das extremidades foram capeados com pasta de cimento. As arestas, interiores e exteriores, do capeamento foram cortadas para a posterior passagem do graute.

As juntas dos prismas foram mantidas com $10 \pm 2 \text{ mm}$ de espessura.

Durante a moldagem dos prismas, optou-se por deixar as rebarbas das juntas da face interna para maior semelhança com o que acontece diariamente nas obras.

A umidade dos blocos de concreto na hora do assentamento é mostrada pela Tabela 3.12.

Tabela 3.12 – Umidade média dos blocos de concreto

Umidade média dos blocos (%)		
B1	B2	B3
29,05	51,45	56,65

O grauteamento era realizado 24 ± 2 horas depois dos prismas serem assentados, em duas camadas, sendo que o adensamento levava 30 golpes/camada com haste de socamento conforme descrito na NBR 5738 (1994). O adensamento da 1ª camada era realizado com a haste até o fundo do prisma. O adensamento na 2ª camada era realizado para a haste de socamento penetrar na camada de modo a atingir o topo da antecedente.

Antes de verter o graute nos furos dos prismas era feita a limpeza, retirando as sobras das argamassas das juntas que caíam no fundo do furo sobre a mesa de assentamento.

Os furos dos prismas não eram molhados antes de verter o graute.

Para efetuar o arrasamento dos grautes no topo dos prismas, foi deixado um excesso durante 1 hora após o graute ter sido vertido e adensado, para posterior arrasamento, por meio de uma colher de pedreiro.

Para cada graute foram moldados 3 corpos de prova cilíndricos de 10 x 20 cm, com o intuito de controlar e verificar a igualdade nas diversas vezes em que foram produzidos.

O ensaio de resistência à compressão dos prismas foram realizados quando os grautes completavam 28 dias. A velocidade de carregamento de ensaio dos prismas em que não eram monitoradas as deformações, foi de $0,05 \pm 0,01$ MPa/seg, conforme a NBR 7184 (1991).

Para não haver excentricidade de carregamento e concentrações de tensões, os prismas eram centralizados na mesa da máquina de ensaio, através de medidas nas extremidades da mesa da máquina de ensaio até o prisma, nos quatro sentidos.

De cada três prismas do mesmo tipo (mesmo bloco, argamassa, graute e tipo de assentamento), um foi reservado para a realização do ensaio de deformação. O ensaio de deformação era sempre o primeiro a ser realizado, pois se o primeiro ensaio falhasse, existiriam ainda dois prismas para serem ensaiados.

Para minimizar as pequenas irregularidades no topo dos prismas utilizou-se uma camada de papelão em todos os prismas ensaiados.

Para a realização do ensaio de deformação, foram colados nos prismas 12 “demec-points”, 24 horas antes do ensaio, para que as deformações longitudinais fossem monitoradas através do extensômetro mecânico, “demec-gauge”, como mostra a Figura 3.8.



Figura 3.8 – Leitura das deformações nos prismas com extensômetro mecânico

As leituras das deformações eram feitas a cada 25 kN (2500 kgf), até 60 % da carga de ruptura. Após 60%, as leituras eram feitas a cada 50 kN (5000kgf) nos oito pontos de medidas, sendo que todas as oito deformações levavam de 20 a 30 segundos para serem medidas. A Figura 3.8 mostra o prisma e os pontos de medidas das deformações.

Cabe ressaltar que as leituras foram realizadas somente por um operador em todos os ensaios durante todo o estudo.

As leituras das deformações eram encerradas quando a primeira fissura aparecia.

A carga de serviço era anotada manualmente quando aparecia a 1ª fissura. Já a carga de ruptura, era armazenada pela própria máquina de ensaio.

Através das leituras das deformações foram obtidos os gráficos tensão x deformação e os módulos de elasticidade dos prismas.

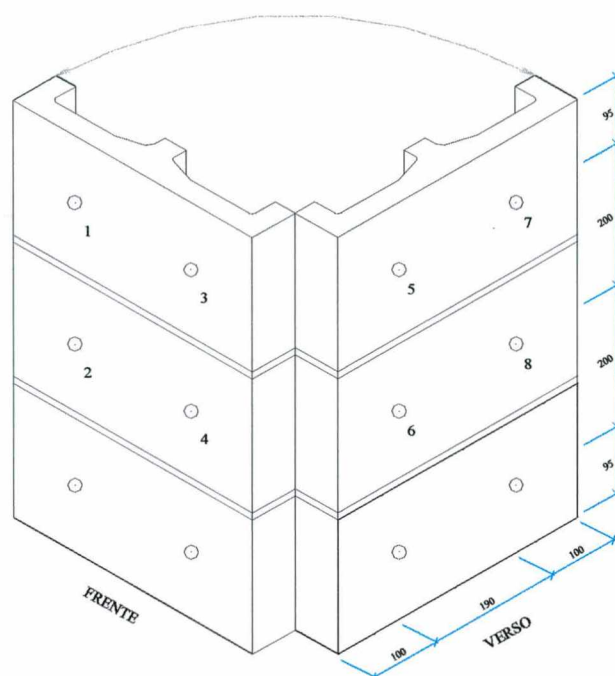


Figura 3.9 – Esquema de obtenção das deformações (medidas em mm)

3.4 – Equipamentos para a determinação das resistências à compressão

Para a realização de todos os ensaios neste estudo foi utilizada a prensa de sistema hidráulico controlada por computador SHIMADZU UH 2000 kN A do Laboratório de Materiais de Construção Civil – UFSC.

Na realização dos ensaios de resistência à compressão de grautes e argamassas, foram utilizados os pratos da própria prensa.

Já para a realização dos ensaios de resistência à compressão dos blocos e prismas de concreto, foi projetada uma chapa de aço rígida para ser acoplada aos pratos da prensa, como mostra a Figura 3.9.

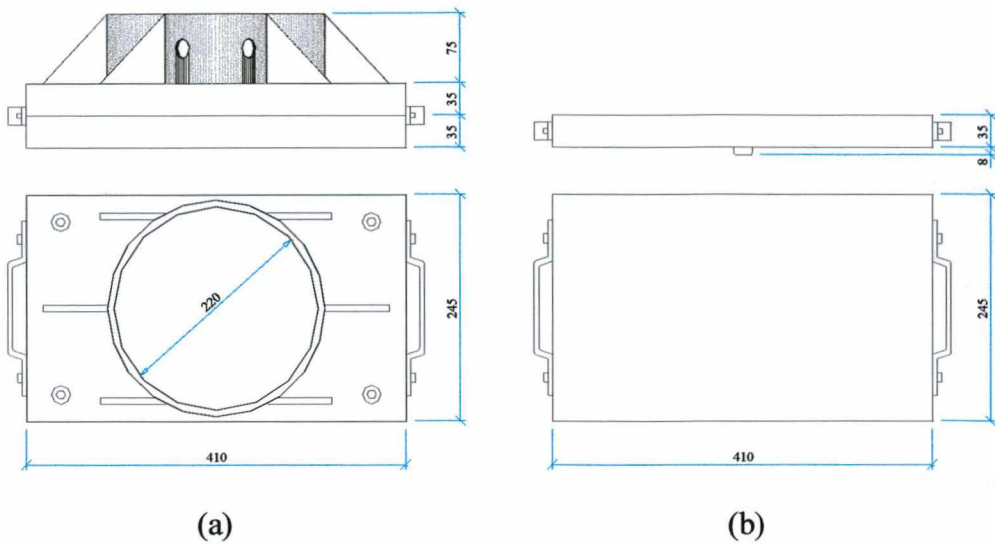


Figura 3.10 – Chapa para ensaios de resistência à compressão de blocos e prismas (medidas em mm); (a) chapa superior; (b) chapa inferior

Optou-se por acoplar a chapa de aço no prato superior da prensa por este possuir uma rótula de 200 mm.

As faces de contato das chapas foram retificadas para obter a planicidade zero.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 – Blocos

Para cada tipo de bloco, B1, B2 e B3 foram ensaiadas 6 unidades à compressão, 6 unidades à tração e 6 unidades à absorção, em 3 diferentes idades ao longo do estudo experimental, totalizando 18 unidades para cada tipo.

Na Tabela 4.1 são apresentadas as resistências à compressão e na Tabela 4.2 as resistências à tração dos diferentes blocos. Os resultados de cada bloco são mostrados no Anexo A nas Tabelas A.1 a A.18.

Tabela 4.1 – Resistências médias à compressão dos blocos de concreto

Bloco	N° CP _r	Área Bruta (546 cm ²)			Área Líquida (316 cm ²)		
		Média (MPa)	Sd (MPa)	CV (%)	Média (MPa)	Sd (MPa)	CV (%)
B1	18	8,60	0,38	4,53	14,86	0,65	4,53
B2	18	13,92	0,97	7,11	24,06	1,51	7,11
B3	18	18,90	1,50	7,92	32,65	2,58	7,92

Tabela 4.2 – Resistências médias à tração dos blocos de concreto

Bloco	N° CP _r	Média (MPa)	Sd (MPa)	CV (%)
B1	18	0,91	6,19	8,95
B2	18	1,44	0,17	12,17
B3	18	1,75	3,28	9,39

A resistência média à tração dos blocos de concreto obtidas nos ensaios foi aproximadamente 6 % da resistência à compressão para os três blocos. Estes resultados são considerados baixos, pois para concreto a resistência à tração é próxima a 10 % da resistência à compressão.

A Tabela 4.3 mostra as dimensões nominais e reais, área líquida, área bruta, absorção e massa unitária de cada bloco. Os resultados de cada corpo de prova são mostrados no Anexo A nas Tabelas A.19 a A.21.

Tabela 4.3 – Características físicas dos blocos de concreto

Bloco	Dimensões (mm)						Área Bruta (cm ²)	Área Líquida AT (cm ²)	Área Líquida AL (cm ²)	Absorção (%)	Massa Unitária (kg/m ³)
	Nominais			Reais							
	L	H	C	L	H	C					
B1	140	190	390	141	190	391	546	316	230	8,11	2070
B2	140	190	390	140	191	392	546	316	230	7,01	2150
B3	140	190	390	140	190	391	546	316	230	5,92	2220

* L=Largura, H=altura e C=comprimento

Pode-se observar através da Tabela 4.3 que a área líquida para assentamento total e assentamento lateral, correspondem à 57,87% e 42,12 % respectivamente, da área bruta.

Os módulos de elasticidade dos blocos de concreto, determinados através da equação (2.2), item 2.1.1, da ACI – Building Code 318, são apresentados na Tabela 4.4. Os resultados individuais dos módulos de elasticidade dos blocos são mostrados no Anexo A, na Tabela A.22.

Tabela 4.4 – Módulo de elasticidade dos blocos de concreto

Tipo de Bloco	Módulo de Elasticidade * (E _b) (MPa)*
B1	15540
B2	20930
B3	25581

*Resistência do bloco na área líquida

4.2 – Argamassas

Os ensaios das argamassas tiveram como objetivo determinar a resistência à compressão, o módulo de elasticidade e Poisson, sendo que estes dados serviram para avaliar o comportamento dos prismas e também para avaliar a variabilidade das argamassas durante o programa experimental. Os corpos de prova de argamassas foram ensaiados à compressão uniaxial aos 28 dias de idade, juntamente com os prismas.

A relação água cimento ($f_{a/c}$) e o índice de consistência médios das argamassas utilizadas nos ensaios dos prismas são mostrados na Tabela 4.5. Os resultados individuais do $f_{a/c}$ e índice de consistência das argamassas são apresentados no Anexo B, nas Tabelas B.1 à B.12.

Tabela 4.5 – Relação água/cimento e índice de consistência médios das argamassas

Argamassa	$f_{a/c}$	IC (mm)
A1	1,72	287,0
A2	1,26	294,3

A Tabela 4.6, apresenta os resultados médios dos ensaios de corpos de prova para a determinação das características mecânicas e a Tabela 4.7, apresenta as resistências à compressão dos corpos de prova das argamassas das 12 séries de prismas moldados neste estudo. No Anexo B, nas Tabelas B.01 à B.12 são apresentados os resultados individuais de cada traço.

Tabela 4.6 – Características mecânicas das argamassas

Argamassa	Nº CP _r	Resistência (MPa)	Sd (MPa)	CV (%)	E _a (MPa)	CV (%)	Poisson	CV (%)
A1	3	4,84	0,13	2,78	5781	12,62	0,12	12,62
A2	3	6,50	0,71	11,0	7222	23,06	0,12	-

Tabela 4.7 – Resistências à compressão médias das argamassas utilizadas nos ensaios

Argamassa	Moldagem	Nº CP _r	Resistência (MPa)	Sd (MPa)	CV (%)
A1 (iii)	1	6	3,90	0,38	9,75
	2		5,57	0,23	4,20
	3		3,80	0,21	5,66
	4	3	4,83	0,37	7,60
	5		3,90	0,21	5,47
	6		4,27	0,30	7,07
	Média			4,38	0,28
A2 (ii)	1	6	7,68	0,64	8,29
	2		7,39	0,33	4,51
	3		7,81	0,19	2,44
	4	3	7,90	0,44	5,63
	5		9,84	0,30	3,05
	6		7,14	0,39	5,52
	Média			7,96	0,38

Pode-se verificar na Tabela 4.7 que, com exceção de um resultado para a argamassa A1 (5,57 MPa) e um resultado para a argamassa A2 (9,84 MPa), houve pequena variação das médias. A variação nestas duas amostras pode ser creditada à grande variação de temperatura e umidade do ar ao longo do trabalho. Cabe ressaltar que os ensaios foram executados em 11 meses (nov.1998 a set. 1999).

Para a determinação dos diagramas tensão x deformação, 3 corpos de prova foram ensaiados. Os módulos de elasticidade foram calculados de acordo com a NBR 8522 (1984), a partir do diagrama tensão x deformação, nos pontos 0,5 MPa e 30 % da carga de ruptura. A Figura 4.1 mostra o gráfico tensão x deformação das argamassas utilizadas neste estudo. As deformações e tensões obtidas nos ensaios dos corpos de prova para traçar as curvas tensão x deformação, são mostradas no Anexo B, Tabela B.13 e B.14.

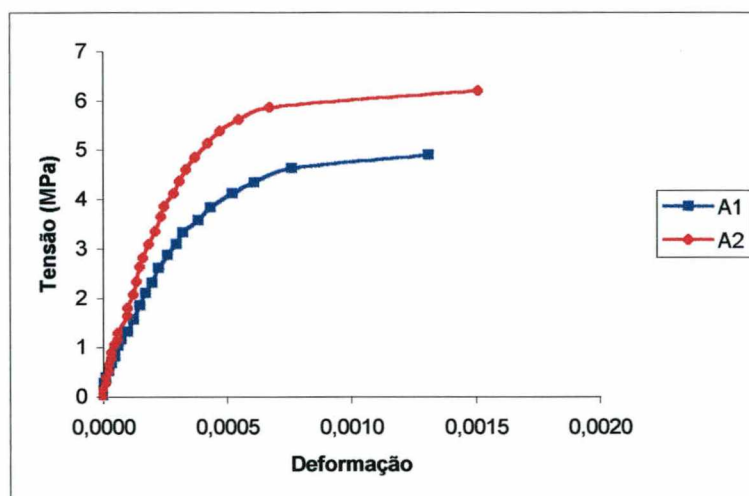


Figura 4.1 – Gráfico tensão x deformação das argamassas

Como pode ser observado na Figura 4.1 e na Tabela 4.6, as argamassas utilizadas neste estudo possuem diferentes módulos de elasticidade, sendo que o objetivo de se utilizar argamassas com diferentes módulos de elasticidade foi alcançado.

4.3 – Grautes

Os 4 tipos de grautes utilizados neste programa experimental, foram ensaiados para obtenção das mesmas características mecânicas já descritas para as argamassas.

A Tabela 4.8 mostra os resultados médios dos $f_{a/c}$ e o slump dos grautes moldados nos prismas.

Tabela 4.8 - Relação água/cimento e slump médio dos grautes utilizados nos ensaios

Graute	G1	G2	G3	G4
$f_{a/c}$	1,58	0,82	0,55	0,44
Slump (cm)	-	16,1	17,0	18,0

A Tabela 4.9 apresenta os resultados médios dos ensaios de corpos de prova para a determinação das características mecânicas dos grautes, e a Tabela 4.10 mostra os resultados médios das resistências à compressão dos corpos de prova dos grautes utilizados nos ensaios. No Anexo C, Tabela C.01 à C.48, são apresentados os resultados individuais de cada traço.

Para a determinação dos diagramas tensão x deformação, 3 corpos de provas foram ensaiados. Os módulos de elasticidade foram calculados de acordo com a NBR 8522 (1984), a partir do diagrama tensão x deformação, nos pontos 0,5 MPa e 30 % da carga de ruptura. A Figura 4.2 mostra o gráfico tensão deformação dos grautes utilizados neste estudo. As deformações e tensões obtidas nos ensaios dos corpos de prova para traçar as curvas tensão x deformação são mostradas no Anexo C, Tabela C.49 à C.52.

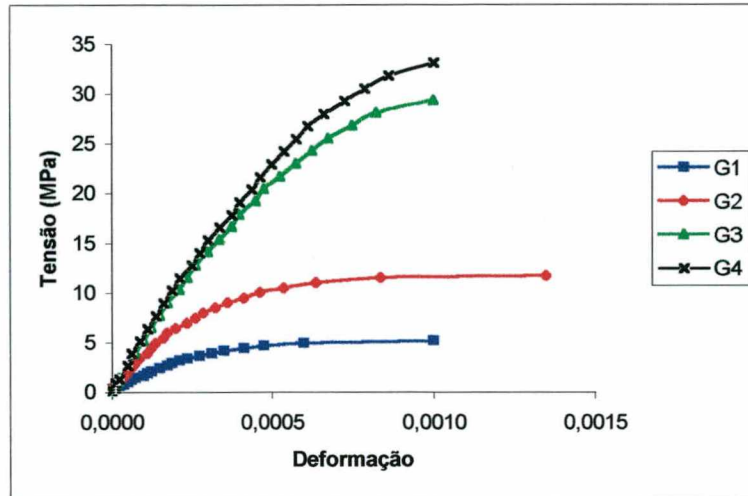


Figura 4.2 – Gráfico tensão x deformação dos grautes

Como pode ser observado na Figura 4.2, os grautes utilizados neste estudo possuem diferentes módulos de elasticidades. Observa-se também que os grautes G3 e G4 apresentaram comportamento bastante semelhantes.

Tabela 4.9 – Características mecânicas dos grautes

Graute	Nº CP _r	Resistência à compressão (MPa)	CV (%)	E _g (MPa)	CV (%)	Poisson
G1	3	5,88	11,62	6805	17,67	0,11
G2	3	12,53	7,02	17263	14,58	0,14
G3	2	29,40	0,55	25692	0,84	0,15
G4	2	32,88	2,02	26843	2,18	0,17

Tabela 4.10 – Resistência à compressão média dos grautes utilizados nos ensaios

Graute	Moldagem	Nº CPr	Resistência (MPa)	CV (%)	Graute	Moldagem	Nº CPr	Resistência (MPa)	CV (%)
G1	3	1	7,55	6,81	G3	3	1	27,12	0,34
		2	6,37	2,40			2	26,79	1,00
		3	7,81	2,55			3	27,22	1,22
		4	6,63	2,71			4	25,08	4,68
		5	7,40	3,43			5	27,27	6,03
		6	6,79	1,87			6	27,64	4,12
		7	7,17	6,37			7	25,78	5,84
		8	6,57	9,35			8	28,42	6,90
		9	6,95	3,25			9	23,82	12,88
		10	6,26	1,39			10	28,50	1,56
		11	8,22	6,15			11	21,45	10,62
		12	8,33	3,17			12	25,53	4,12
	Média		7,17	4,12		Média		26,22	4,94
G2	3	1	13,86	4,50	G4	3	1	38,01	4,40
		2	15,10	2,43			2	37,01	2,37
		3	14,51	4,53			3	38,30	0,45
		4	14,70	6,93			4	34,91	4,05
		5	13,10	2,57			5	39,60	7,77
		6	16,37	2,96			6	40,62	3,17
		7	15,02	2,86			7	33,90	7,17
		8	12,45	3,58			8	35,72	0,80
		9	13,00	6,14			9	32,41	6,73
		10	12,81	3,29			10	33,83	4,45
		11	11,92	6,31			11	31,86	2,88
		12	13,68	3,81			12	34,66	7,72
	Média		13,87	4,16		Média		35,90	4,33

Optou-se neste estudo por não extrair corpos de prova de grautes a partir dos prismas pois vários pesquisadores, tais como, CALÇADA (1998), MENDES (1998) e SCRIVENER e BAKER (1988), mostraram não haver diferenças significativas na resistência dos grautes moldados em cilindros metálicos e extraídos de blocos.

4.4 – Prismas

4.4.1 – Resultados dos ensaios de prismas

Para a realização deste estudo experimental foram moldados 60 tipos de prismas de diferentes características. Para cada tipo de prisma foi moldada uma amostra de 3 prismas, totalizando 180 corpos de prova.

De acordo com a NBR 8215 (1983), a resistência à compressão de cada tipo de prisma é dada pela média dos resultados obtidos em uma amostra de 3 prismas.

Os resultados médios da resistência à compressão obtidos para cada tipo de prisma são mostrados nas Tabelas 4.11 e 4.12, juntamente com o fator de eficiência e a percentagem de carga em que o prisma começava a romper. Os resultados individuais de cada tipo de prisma são mostrados no Anexo D, nas Tabelas D.01 a D.60.

Para a análise do comportamento dos prismas, foram calculados os módulos de elasticidade, obtidos através da curva tensão x deformação. Para os prismas não grauteados a tensão utilizada foi calculada em função da área líquida do mesmo. Para a prisma não grauteado com assentamento total, a área líquida é 316 cm^2 e para prisma não grauteado com assentamento lateral, a área líquida é 230 cm^2 . Para os demais prismas, ou seja, prismas grauteados, foi utilizada a área bruta de 546 cm^2 .

A Tabela 4.13 apresenta os módulos de elasticidade dos vários tipos de prismas ensaiados neste estudo. As deformações adquiridas nos vários tipos de prismas são mostradas no Anexo D, nas Tabelas D.61 a D.120.

Tabela 4.11 - Resistências médias à compressão dos prismas com assentamento total

TIPO de PRISMA			Bloco A_{liq}^* (MPa)	Bloco A_{br}^{**} (MPa)	Argamassa (MPa)	Graute (MPa)	Prisma A_{liq}^* (316cm ²) (MPa)	Prisma A_{br}^{**} (546cm ²) (MPa)	Fator de Eficiência da Alvenaria	Ruptura (%)
B1	A1	S/G	17,68	10,23	3,90		12,47	7,22	0,70	87,20
		G1				7,55	9,17	0,52	79,80	
		G2				13,86	12,92	0,73	89,76	
		G3				27,12	15,50	0,87	68,13	
		G4				38,01	18,20	1,03	42,43	
B2	A1	S/G	27,42	15,86	5,57		15,73	9,10	0,57	49,58
		G1				7,81	11,01	0,40	67,00	
		G2				14,51	14,40	0,52	68,70	
		G3				27,22	16,48	0,60	63,88	
		G4				38,30	19,09	0,69	47,30	
B3	A1	S/G	28,98	16,77	3,80		17,06	9,87	0,58	79,70
		G1				7,40	11,61	0,40	61,36	
		G2				13,10	15,77	0,54	69,60	
		G3				27,27	17,12	0,59	62,37	
		G4				39,60	20,27	0,70	56,62	
B1	A2	S/G	12,50	7,23	7,68		8,00	4,63	0,64	54,74
		G1				6,31	5,56	0,44	90,10	
		G2				15,10	11,15	0,89	79,28	
		G3				26,79	12,90	1,03	61,06	
		G4				37,01	15,76	1,26	55,57	
B2	A2	S/G	24,06	13,92	7,39		17,89	10,35	0,74	49,62
		G1				6,81	10,92	0,45	65,05	
		G2				14,70	17,05	0,70	54,29	
		G3				25,08	17,84	0,74	59,45	
		G4				34,91	21,11	0,87	56,09	
B3	A2	S/G	33,52	19,40	7,81		22,04	12,76	0,65	52,24
		G1				6,70	11,35	0,33	75,33	
		G2				16,37	16,71	0,50	65,77	
		G3				27,64	17,07	0,51	47,03	
		G4				40,62	17,14	0,51	65,42	

* A_{liq} = área líquida (316 cm²) para não grauteados e (546 cm²) para grauteados;

** A_{br} = área bruta (546 cm²)

Tabela 4.12 – Resistências médias à compressão dos prismas com argamassamento lateral

TIPO de PRISMA			Bloco A_{liq} *	Bloco A_{br} **	Argamassa (MPa)	Graute (MPa)	Prisma A_{liq} *** (230cm ²) (MPa)	Prisma A_{br} ** (546cm ²) (MPa)	Fator de Eficiência da Alvenaria	Ruptura (%)
B1	A1	S/G	14,39	8,32	4,83		10,08	4,24	0,70	87,00
		G1				7,17	6,05	0,42	100,00	
		G2				15,02	12,65	0,88	94,61	
		G3				25,78	15,00	1,04	100,00	
		G4				33,90	15,81	1,10	100,00	
B2	A1	S/G	20,70	11,98	3,90		15,88	6,69	0,77	92,96
		G1				6,95	9,62	0,46	91,82	
		G2				13,00	14,46	0,70	100,00	
		G3				23,82	17,11	0,82	96,40	
		G4				32,41	19,53	0,94	72,78	
B3	A1	S/G	35,46	20,52	4,27		20,55	8,65	0,58	53,71
		G1				8,22	13,04	0,36	40,23	
		G2				11,92	17,08	0,48	61,63	
		G3				21,45	20,12	0,56	60,29	
		G4				31,86	20,44	0,57	58,80	
B1	A2	S/G	14,39	8,32	7,90		12,20	5,13	0,84	84,14
		G1				6,57	8,16	0,56	100,00	
		G2				12,45	13,10	0,91	93,64	
		G3				28,42	16,69	1,16	76,33	
		G4				35,72	17,34	1,20	66,46	
B2	A2	S/G	20,70	11,98	9,84		17,23	7,26	0,83	67,76
		G1				6,26	10,29	0,49	90,00	
		G2				12,81	16,10	0,77	75,00	
		G3				28,50	18,51	0,89	71,70	
		G4				33,83	20,52	1,00	65,31	
B3	A2	S/G	35,46	20,52	7,14		23,56	9,92	0,66	68,10
		G1				8,33	13,54	0,38	71,33	
		G2				13,68	18,18	0,51	56,50	
		G3				25,53	20,13	0,56	71,43	
		G4				34,66	25,12	0,71	59,43	

* A_{liq} = área líquida (316 cm²)** A_{br} = área bruta (546 cm²)*** A_{liq} = área líquida de assentamento (230 cm²) para não grauteado e (546 cm²) para grauteados

Como pode ser observado nas Tabelas 4.11 e 4.12, o fator de eficiência dos prismas não grauteados, para o mesmo tipo de bloco, B2 e B3 no argamassamento total e B1, B2 e B3 no argamassamento lateral, aumenta quando a resistência à compressão

da argamassa é aumentada, mostrando que deve haver uma compatibilização entre a resistência à compressão da argamassa com a resistência à compressão do bloco.

Já para o bloco B1, argamassamento total, não houve ganho de resistência com o aumento de resistência da argamassa, comprovando que para blocos de menor resistência a resistência da argamassa não tem influência significativa na resistência da alvenaria.

Tabela 4.13 – Módulo de elasticidade dos prismas ensaiados

ARGAMASSAMENTO TOTAL				ARGAMASSAMENTO LATERAL			
BLC	ARG	GRT	E_p (MPa)	BLC	ARG	GRT	E_p (MPa)
B1	A1	S/G	10934	B1	A1	S/G	10481
		G1	5857			G1	7712
		G2	12308			G2	12260
		G3	13333			G3	14297
		G4	10829			G4	14507
B1	A2	S/G	15192	B1	A2	S/G	11354
		G1	8562			G1	9482
		G2	17342			G2	15641
		G3	18673			G3	15719
		G4	18673			G4	16601
B2	A1	S/G	12774	B2	A1	S/G	11643
		G1	6800			G1	8774
		G2	19074			G2	12621
		G3	10855			G3	15704
		G4	12766			G4	18159
B2	A2	S/G	28557	B2	A2	S/G	22656
		G1	26628			G1	13550
		G2	28562			G2	15704
		G3	22637			G3	20699
		G4	26057			G4	18866
B3	A1	S/G	7586	B3	A1	S/G	16585
		G1	11464			G1	12260
		G2	10900			G2	16093
		G3	16618			G3	18801
		G4	20364			G4	21197
B3	A2	S/G	29468	B3	A2	S/G	19668
		G1	24891			G1	16339
		G2	24819			G2	18291
		G3	29295			G3	21681
		G4	32678			G4	22273

4.4.2 – Influência da resistência do bloco na resistência do prisma

As Figuras 4.3 e 4.4 mostram os resultados obtidos para prismas não grauteados com argamassamento total e lateral respectivamente.

Pode-se observar que para prismas não grauteados, tanto no argamassamento total quanto lateral, para uma argamassa de mesmo traço, a medida que se aumenta a resistência do bloco, aumenta a resistência do prisma. Este aumento da resistência do prisma não é, no entanto, diretamente proporcional ao aumento de resistência do bloco.

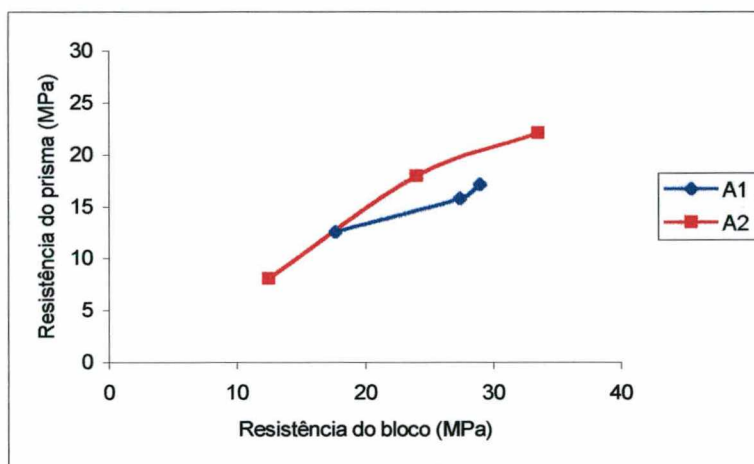


Figura 4.3 – Influência da resistência do bloco na resistência dos prismas sem graute com argamassamento total

O teste estatístico utilizado neste estudo foi a comparação múltipla de médias pelo teste ANOVA (análise de grupos com níveis fixos). Para um melhor entendimento este teste é descrito no Anexo E.

A análise de variância das resistências dos prismas da Figura 4.3, para os dois tipos de argamassas, indicou, para um nível de confiança de 95%, que não há diferença significativa entre os grupos dos blocos B2 e B3, indicando não haver influência da resistência à compressão do bloco na resistência à compressão dos prismas não grauteados.

A análise de variância das resistências dos prismas da Figura 4.4, com o mesmo tipo de argamassa, para os blocos B1, B2 e B3, indicou, para um nível de confiança de 95%, que há diferença significativa entre os grupos, indicando haver influência da resistência à compressão do bloco na resistência à compressão dos prismas não

grauteados. Para um melhor entendimento, os resultados das análises de variância de cada figura, são mostrados no Anexo E.

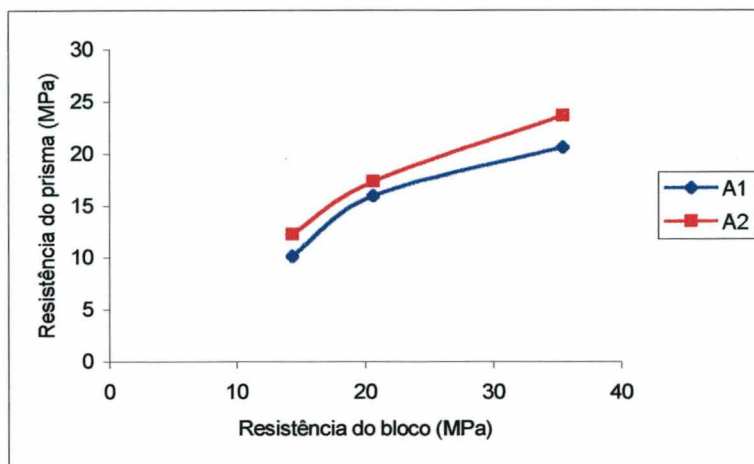


Figura 4.4 – Influência da resistência do bloco na resistência dos prismas sem graute com argamassamento lateral

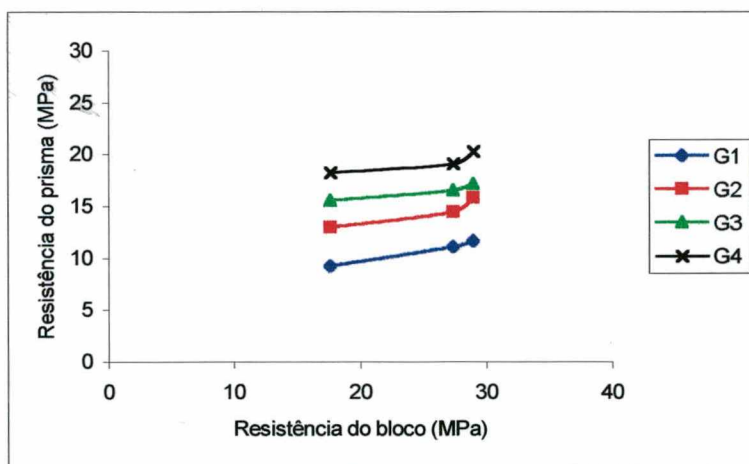


Figura 4.5 – Influência do bloco na resistência dos prismas grauteados moldados com argamassa A1 e argamassamento total

A Figura 4.5 mostra os resultados obtidos para os três tipos de bloco grauteados, com argamassa A1 e argamassamento total. A análise de variância entre as resistências dos prismas moldados com blocos B1, B2 e B3, grauteados com graute G1, indicou que, para um nível de confiança de 95%, não há diferença significativa entre as médias dos prismas moldados com blocos B2 e B3, indicando que o aumento da resistência à compressão do bloco não influenciou na resistência à compressão do prisma grauteado.

Já para os prismas moldados com graute G2, observou-se que não há diferença significativa entre os resultados obtidos com os blocos (B1 e B2) e (B2 e B3), para um nível de confiança de 95%, indicando que o aumento da resistência do bloco não influenciou no aumento da resistência destes prismas.

Analisando as variâncias entre as resistências dos prismas moldados com blocos B1, B2 e B3, grauteados com G3, observou-se a um nível de confiança de 95% que não há diferença significativa entre os prismas moldados com blocos (B1, B2 e B3), (B1 e B2) e (B2 e B3) indicando que o aumento da resistência do bloco não influenciou no aumento da resistência destes prismas.

Para os prismas moldados com blocos B1, B2 e B3, grauteados com G4, através da análise de variância, observou-se a um nível de confiança de 95 %, que não há diferença significativa entre os prismas moldados com blocos B1, B2 e B3, indicando que o aumento da resistência do bloco não influenciou na resistência dos prismas.

Das análises acima, pode-se concluir que, à medida em que se aumenta a resistência do graute, quando se utiliza argamassa menos resistente (como é o caso da argamassa A1), não se obtém aumento de resistência nos prismas aumentando a resistência do bloco.

A Figura 4.6 mostra os resultados obtidos para prismas moldados com argamassa A2 e com assentamento total

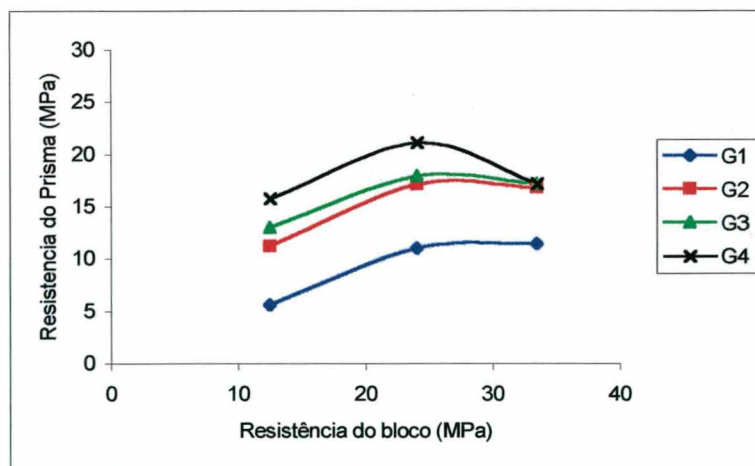


Figura 4.6 – Influência do bloco na resistência dos prismas grauteados moldados com argamassa A2 e argamassamento total

A análise de variância para os prismas grauteados com G1, G2 e G3, mostram que há um aumento significativo na resistência dos mesmos com o aumento da

resistência dos blocos até estes atingirem uma resistência em torno de 23 MPa. Após, o aumento na resistência do bloco não implica em aumento da resistência do prisma.

Em relação aos prismas grauteados com G1, G2 e G3, observou-se a um nível de confiança de 95% que não há diferença significativa entre os resultados dos prismas moldados com blocos B2 e B3.

Já para os prismas grauteados com G4, observou-se a um nível de confiança de 95% que não há diferença significativa entre os resultados dos prismas moldados com blocos (B1 e B3) e (B2 e B3).

Com o aumento da resistência do bloco, observou-se inicialmente um aumento na resistência do prisma e, posterior redução. Não há razão aparente para explicar estes resultados.

Na Figura 4.7 podem ser observados os resultados obtidos em prismas com diferentes resistências de blocos e grautes e com argamassamento lateral (argamassa A1).

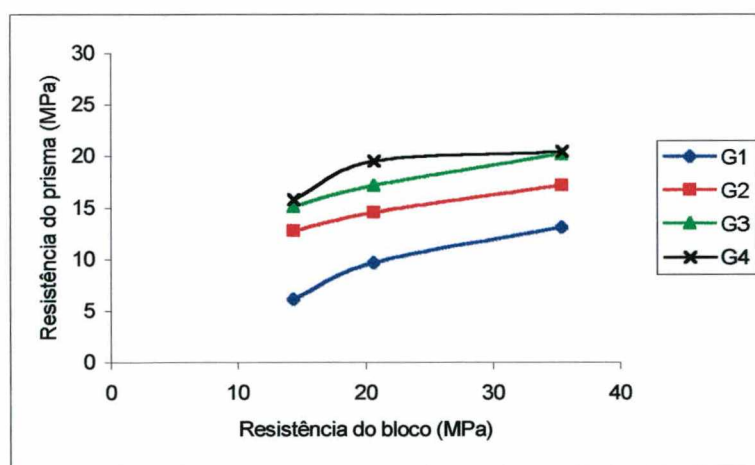


Figura 4.7 – Influência da resistência do bloco na resistência dos prismas grauteados moldados com argamassa A1 e assentamento lateral

A análise de variância entre as resistências dos prismas da Figura 4.7, indicou a um nível de confiança de 95% que, somente para os prismas moldados com blocos B2 e B3, grauteados com G4, não há aumento de resistência dos prismas com o aumento da resistência dos blocos.

A Figura 4.8 mostra os resultados para prismas grauteados argamassados lateralmente com argamassa A2.

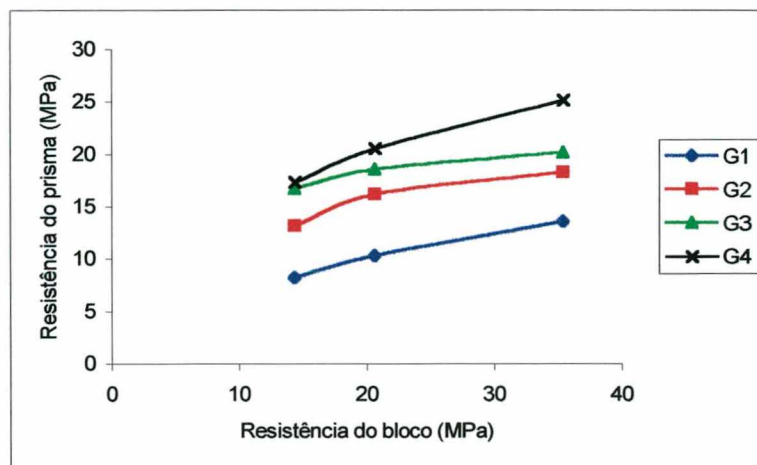


Figura 4.8 – Influência da resistência do bloco na resistência dos prismas grauteados moldados com argamassa A2 e argamassamento lateral

Neste caso, a análise de variância indicou que apenas entre os resultados com blocos (B1 e B2) e (B2 e B3), grauteados com G3, não há diferença significativa. No entanto, pode ser observado que para todos os tipos de grautes utilizados, o incremento de resistência do prisma com o aumento da resistência dos blocos não é diretamente proporcional.

Comparando os resultados obtidos para os dois diferentes tipos de assentamento utilizados, pode-se concluir que, no caso de assentamento de argamassa apenas nas laterais (AL) com graute, o uso de blocos mais resistentes contribui para o aumento da resistência do prisma de forma mais significativa do que no caso em que o assentamento de argamassa seja feito em todas as faces do bloco (AT).

4.4.3 – Influência da resistência da argamassa na resistência do prisma

As Figuras 4.9 e 4.10 mostram os resultados obtidos para prismas não grauteados com assentamento total e lateral, respectivamente, com dois tipos de argamassas utilizadas.

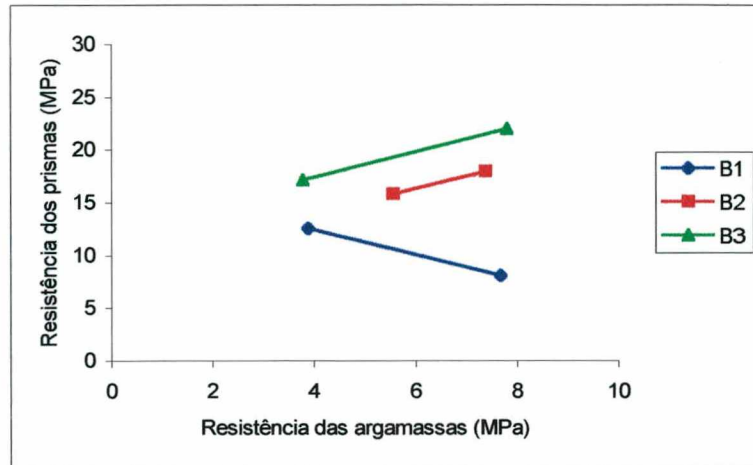


Figura 4.9 – Influência da resistência da argamassa na resistência dos prismas não grauteados e moldados com assentamento total

Analisando as variâncias entre as resistências dos prismas da Figura 4.9, para os prismas moldados com blocos B1, B2 e B3, com diferentes tipos de argamassas, sem graute, observou-se a um nível de confiança de 95%, que não há diferença significativa entre os prismas moldados com blocos B2, indicando que a resistência à compressão da argamassa não influenciou na resistência à compressão destes prismas. Os resultados para o bloco B1 mostram diminuição da resistência do prisma com o aumento da resistência da argamassa. Não há razão aparente para estes resultados, que estão em desacordo com os resultados esperados.

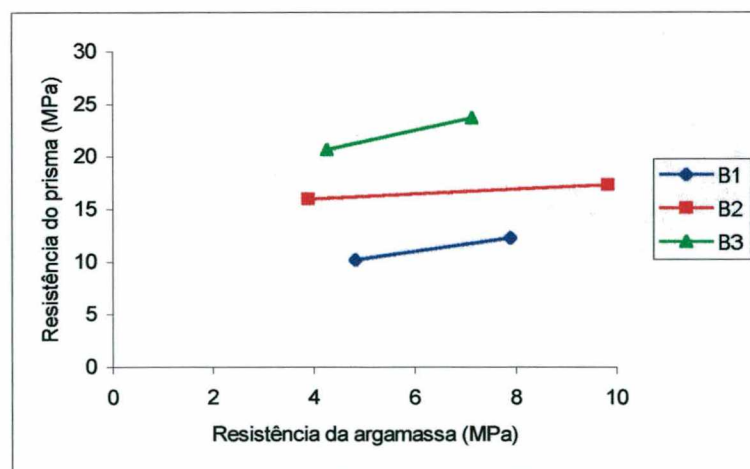


Figura 4.10 – Influência da resistência da argamassa na resistência dos prismas não grauteados e moldados com assentamento lateral

A análise entre as resistências dos prismas da Figura 4.10, mostra que não há diferença significativa entre os prismas moldados com blocos B2 e B3, indicando que a resistência à compressão da argamassa não influenciou na resistência à compressão destes prismas. Já para o bloco B1, observa-se que, estatisticamente, é significativo o aumento da resistência do prisma com o aumento da resistência da argamassa.

As Figuras 4.11 a 4.16 estão relacionadas com às resistências dos prismas grauteados assentados com diferentes resistências de argamassas.

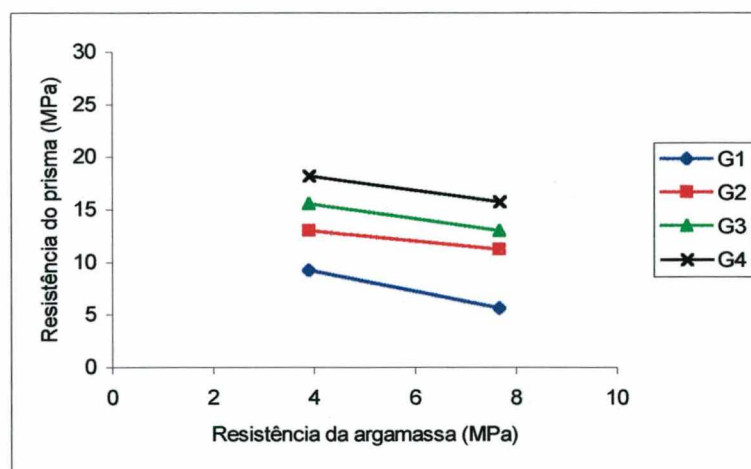


Figura 4.11 – Influência da resistência da argamassa na resistência dos prismas grauteados moldados com blocos B1 (assentamento total)

Analisando as variâncias entre as resistências dos prismas da Figura 4.11, para os prismas moldados com blocos B1, com diferentes tipos de argamassas e diferentes tipos de grautes (G1, G2, G3 e G4), observou-se a um nível de confiança de 95%, para todas as combinações, com exceção dos prismas moldados com G4, houve redução estatisticamente significativa, na resistência dos prismas com o aumento da resistência da argamassa.

Para os prismas com blocos B2 (Figura 4.12), obteve-se resultado inverso. Analisando-se as variâncias entre as resistências dos prismas, observou-se a um nível de confiança de 95%, que não há diferença significativa entre os prismas moldados com os grautes G1, G3 e G4, indicando que a resistência à compressão da argamassa não influenciou na resistência à compressão destes prismas. Já para o graute G2, a resistência do prisma aumenta significativamente com o aumento da resistência da argamassa.

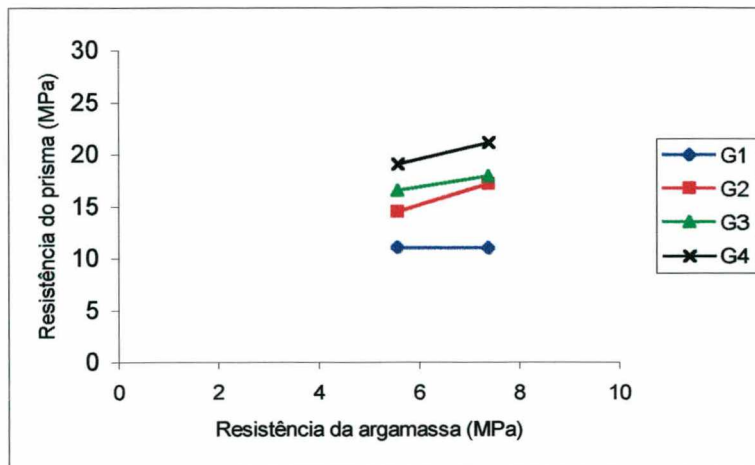


Figura 4.12 – Influência da resistência da argamassa na resistência dos prismas grauteados moldados com blocos B2 (assentamento total)

A Figura 4.13 mostra os resultados obtidos para o bloco B3 com os dois traços de argamassa. A análise de variância entre as resistências dos prismas indicou, para um nível de confiança de 95%, que não há diferença significativa entre os prismas moldados com os grautes G1, G3 e G4, indicando que a resistência à compressão da argamassa não influenciou na resistência à compressão destes prismas.

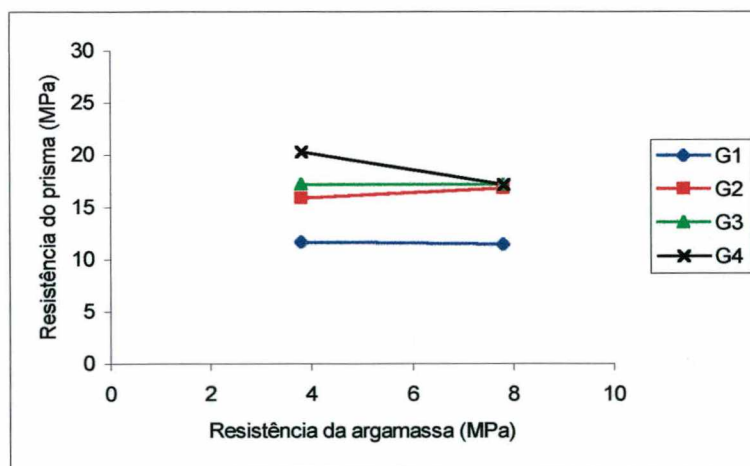


Figura 4.13 – Influência da resistência da argamassa na resistência dos prismas grauteados moldados com blocos B3 (assentamento total)

As Figuras 4.14 a 4.16 estão relacionadas aos resultados obtidos com diferentes argamassas para prismas com assentamento lateral (AL).

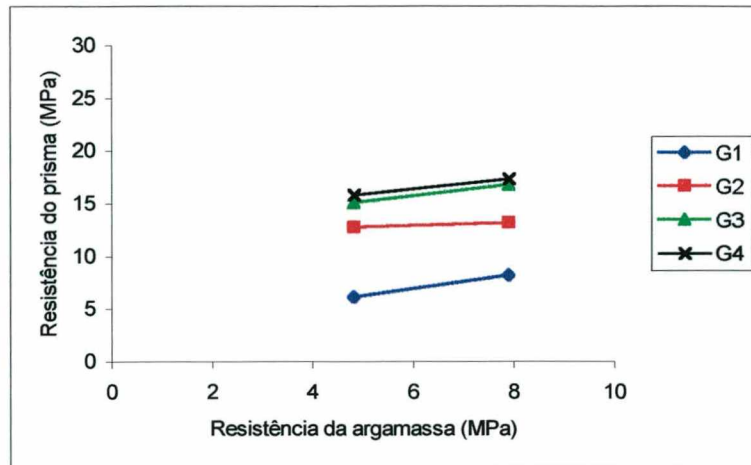


Figura 4.14 – Influência da resistência da argamassa na resistência dos prismas grauteados moldados com blocos B1 (assentamento lateral)

Analisando-se as variâncias entre as resistências dos prismas da Figura 4.14, para os prismas moldados com blocos B1, com diferentes tipos de argamassas e diferentes tipos de grautes (G1, G2, G3 e G4), observou-se a um nível de confiança de 95%, que não há diferença significativa entre os prismas moldados com os grautes G2, G3 e G4, indicando que a resistência à compressão da argamassa não influenciou a resistência à compressão destes prismas.

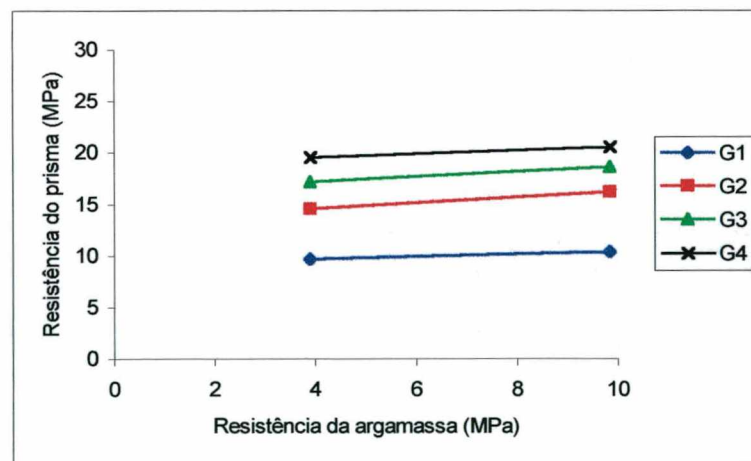


Figura 4.15 – Influência da resistência da argamassa na resistência dos prismas grauteados moldados com blocos B2 (assentamento lateral)

A análise de variância dos prismas da Figura 4.15, para os prismas moldados com blocos B2, indica para um nível de confiança de 95%, que não há diferença significativa entre os prismas moldados com o graute G1, G3 e G4, indicando que a resistência à compressão da argamassa não influenciou na resistência à compressão destes prismas.

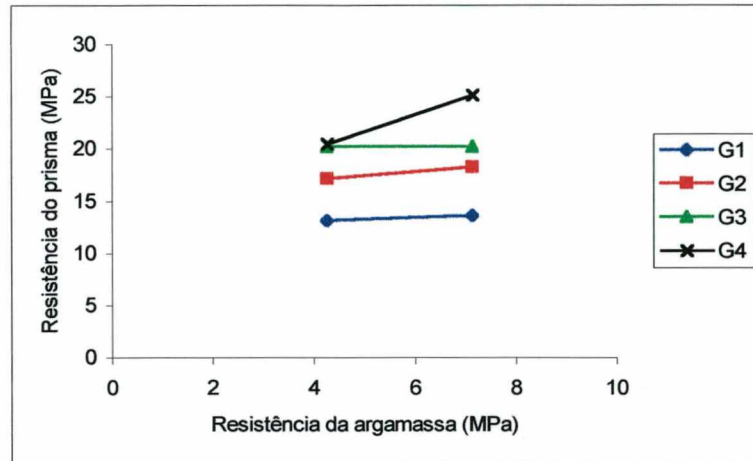


Figura 4.16 – Influência da resistência da argamassa na resistência dos prismas grauteados moldados com blocos B3 (assentamento lateral)

Analisando as variâncias entre as resistências dos prismas da Figura 4.16, para os prismas moldados com blocos B3, com diferentes tipos de argamassas e diferentes tipos de grautes (G1, G2, G3 e G4), observou-se a um nível de confiança de 95%, que não há diferença significativa entre os prismas moldados com o graute G1, G2 e G3, indicando que a resistência à compressão da argamassa não influenciou na resistência à compressão destes prismas.

De maneira geral, pode-se afirmar que, para prismas grauteados, a influência da resistência da argamassa na resistência dos prismas é menos importante do que para os prismas não grauteados.

4.4.4 – Influência da resistência do graute na resistência do prisma

4.4.4.1 – Comparação das tensões de ruptura

As Figuras 4.17 a 4.20 mostram as resistências obtidas para prismas com os três tipos de blocos, grauteados e não grauteados, argamassas A1 e A2 e assentamento total e lateral. Os resultados obtidos para prismas com argamassa A1 e assentamento total podem ser vistos na Figura 4.17. Observa-se que, para grautes de baixa resistência, há inicialmente uma redução na tensão resistida pelos prismas, comparando-se com os prismas não grauteados (tensão calculada na área líquida). Com o aumento da resistência do graute, ocorreu um aumento quase linear na resistência dos prismas, dentro da faixa de resistência de graute ensaiada. Para o bloco B1, obteve-se uma maior tensão de ruptura já para o graute G2. Para o bloco B2 e B3, a análise de variância mostrou que apenas para o graute G3 a tensão de ruptura do prisma grauteado foi maior que a tensão de ruptura, na área líquida, obtida com o prisma não grauteado.

Analisando as variâncias entre as resistências dos prismas da Figura 4.17, observou-se a um nível de confiança de 95%, que, com exceção dos resultados para o bloco B1 com grautes G3 e G4, há diferença significativa na resistência dos prismas, grauteados indicando que o aumento da resistência à compressão do graute influi na resistência à compressão dos prismas.

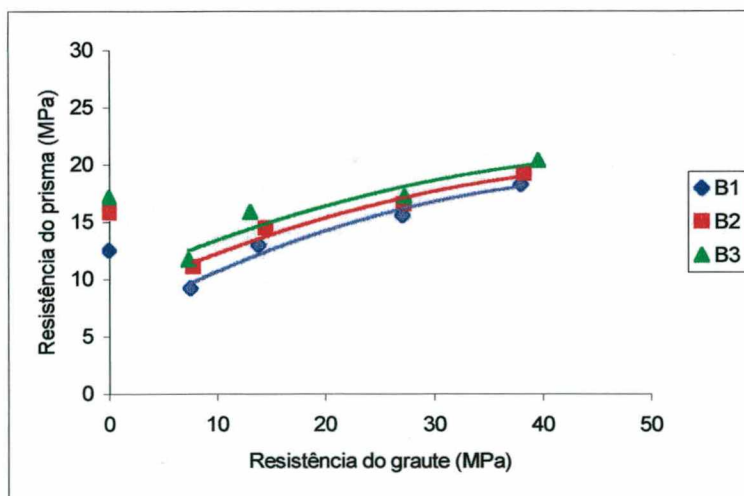


Figura 4.17 – Influência da resistência do graute na resistência dos prismas com argamassa A1 e assentamento total

As regressões de segunda ordem obtidas, para prismas grauteados moldados com argamassa A1 e argamassamento total, indicam ótima correlação para os três tipos de bloco (Tabela 4.14).

Tabela 4.14 – Regressões obtidas para os prismas com argamassa A1 e argamassamento total

Tipo de Bloco	A	B	C	R ²
B1	-0,0051	+0,5065	+6,0675	0,9727
B2	-0,004	+0,4291	+8,2745	0,9712
B3	-0,0037	+0,4076	+9,6352	0,9067

Onde:

$$\text{Resistência do prisma} = a x^2 + bx + c$$

x = resistência do graute

A Figura 4.18 mostra os resultados obtidos para prismas com argamassamento total e argamassa A2.

A análise de variância mostra que, para o bloco B1, após um decréscimo inicial da tensão de ruptura para o graute menos resistente (G1), há um aumento de resistência com o aumento da resistência do graute.

Para os blocos mais resistentes, B2 e B3, às tensões de ruptura dos prismas grauteados, com exceção do prisma com o bloco B2 e graute G4, são menores ou iguais às tensões de ruptura obtidas com os prismas não grauteados, com os respectivos blocos na área líquida.

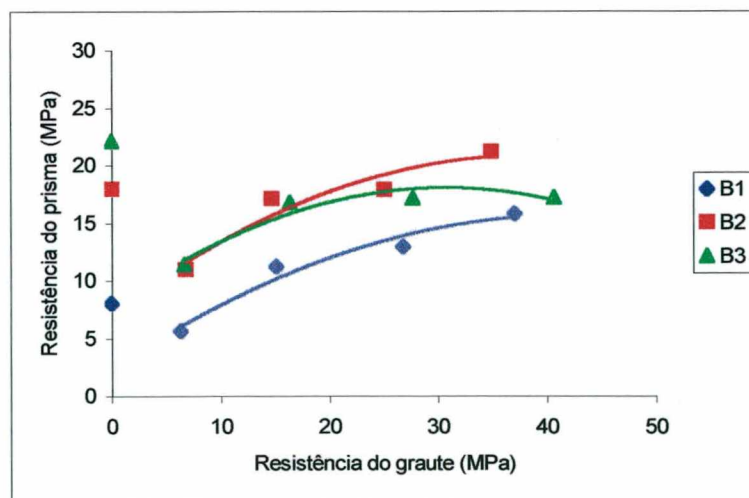


Figura 4.18 – Influência da resistência do graute na resistência dos prismas com argamassa A2 e assentamento total

As regressões de segunda ordem obtidas, para prismas grauteados moldados com argamassa A2 e argamassamento total, Tabela 4.15, indicam ótima correlação para os três tipos de blocos.

Tabela 4.15 – Regressões obtidas para os prismas com argamassa A2 e argamassamento total

Tipo de Bloco	a	b	C	R ²
B1	-0,0075	+0,6317	+2,2902	0,9597
B2	-0,0093	+0,7148	+7,0864	0,9185
B3	-0,0109	+0,6703	+7,7157	0,9258

A Figura 4.19 mostra os resultados obtidos para prismas com assentamento lateral e argamassa A1. Para os blocos B1 e B2, observa-se que, após uma queda na tensão de ruptura nos prismas com graute de baixa resistência comparados com os prismas não grauteados, há um aumento na resistência dos prismas moldados com grautes mais resistentes. O mesmo não acontece com o bloco B3, mais resistente, para o qual não ocorre aumento da resistência à compressão com o aumento da resistência do graute. Para este tipo de bloco, a análise de variância mostrou que não há diferença significativa, para um nível de confiança de 95%, entre os resultados para prismas não grauteados e prismas grauteados com G3 e G4.

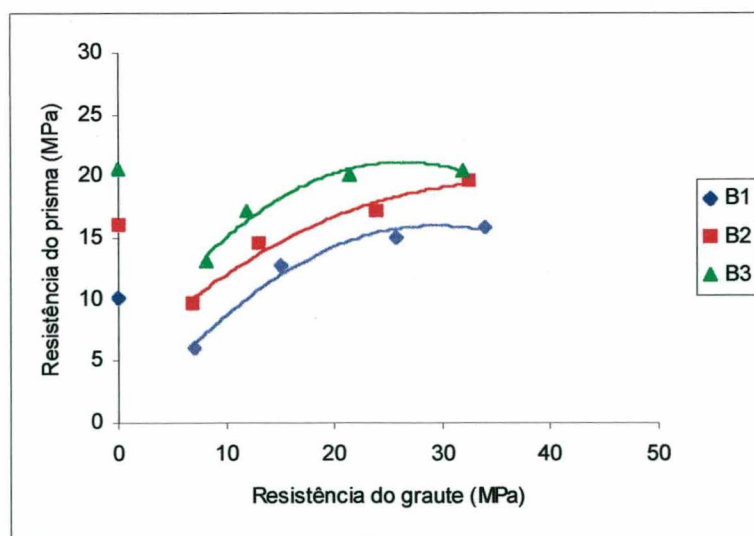


Figura 4.19 – Influência da resistência do graute na resistência dos prismas com argamassa A1 e assentamento lateral

Através da análise de variância, para os prismas moldados com blocos B2, pode-se observar que há diferença significativa no aumento da resistência, entre os prismas não grauteados e grauteados com G4.

As regressões de segunda ordem obtidas, para prismas moldados com argamassa A1 e argamassamento lateral, Tabela 4.16, indicam ótima correlação para os três tipos de blocos.

Tabela 4.16 – Regressões obtidas para os prismas com argamassa A1 e argamassamento lateral

Tipo de Bloco	a	b	C	R ²
B1	-0,0196	+1,1474	-0,8808	0,9804
B2	-0,0115	+0,8135	+4,948	0,9719
B3	-0,0233	+1,2225	+5,0399	0,9712

Os resultados obtidos com assentamento lateral para os prismas moldados com argamassa A2, podem ser vistos na Figura 4.20.

Para este tipo de argamassa, o aumento de resistência dos prismas obtidos com o aumento da resistência do graute não é estatisticamente significativo para os blocos B1 e B2. Em relação ao blocos B3, ocorreu um aumento significativo na resistência com o uso do graute G4. No entanto, mesmo para este tipo de prisma, a análise de variância mostrou não haver diferença significativa para os resultados obtidos com os prismas sem graute.

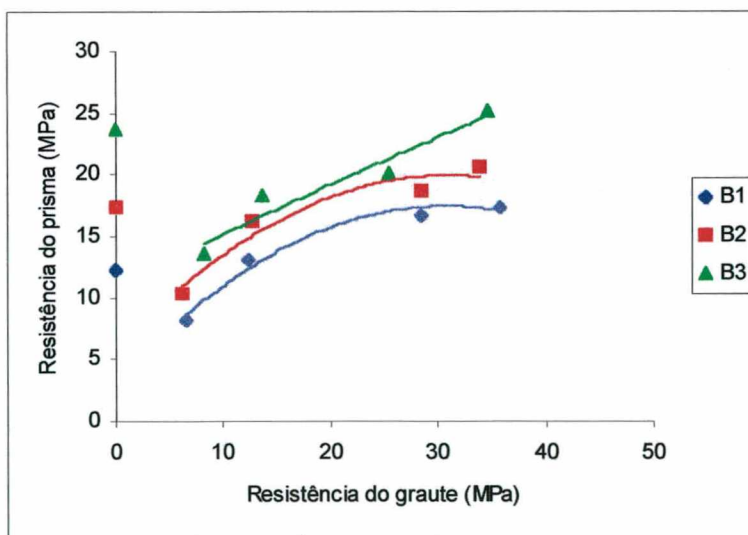


Figura 4.20 – Influência da resistência do graute na resistência dos prismas com argamassa A2 e assentamento lateral

As regressões de segunda ordem obtidas, para prismas moldados com argamassa A2 e argamassamento lateral, Tabela 4.17, indicam ótima correlação para os três tipos de bloco.

Tabela 4.17 – Regressões obtidas para os prismas com argamassa A2 e argamassamento lateral

Tipo de Bloco	a	b	C	R ²
B1	-0,0152	+0,9299	+3,1347	0,9768
B2	-0,0147	+0,9103	+5,754	0,9365
B3	-0,0008	+0,4265	+10,915	0,9314

4.4.4.2 – Comparação das cargas de ruptura

As Figuras 4.21 a 4.24 mostram que, quando se trata de carga que o prisma resiste, e não de tensão (carga/área resistente), a resistência à compressão dos prismas não grauteados são sempre inferiores aos grauteados, com apenas uma exceção (Figura 4.22, bloco B3).

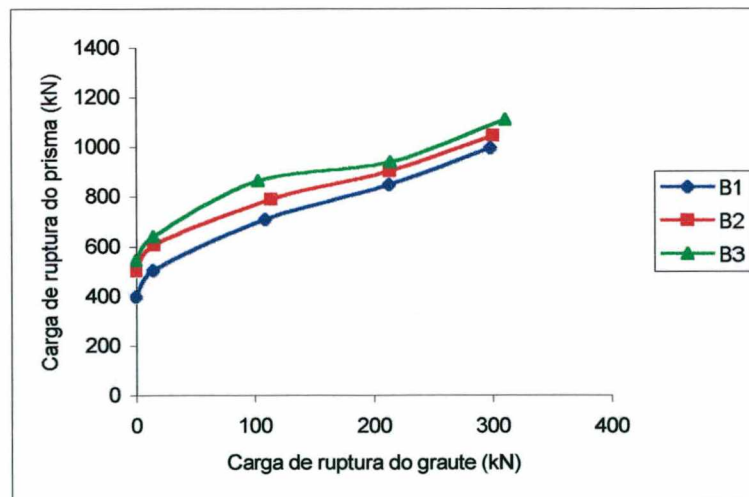


Figura 4.21 – Influência da resistência do graute na resistência dos prismas com argamassa A1 e assentamento total

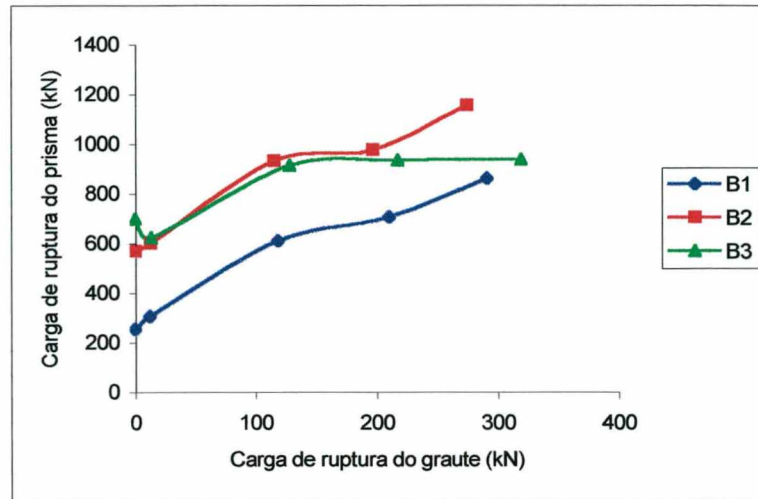


Figura 4.22 – Influência da resistência do graute na resistência dos prismas com argamassa A2 e assentamento total

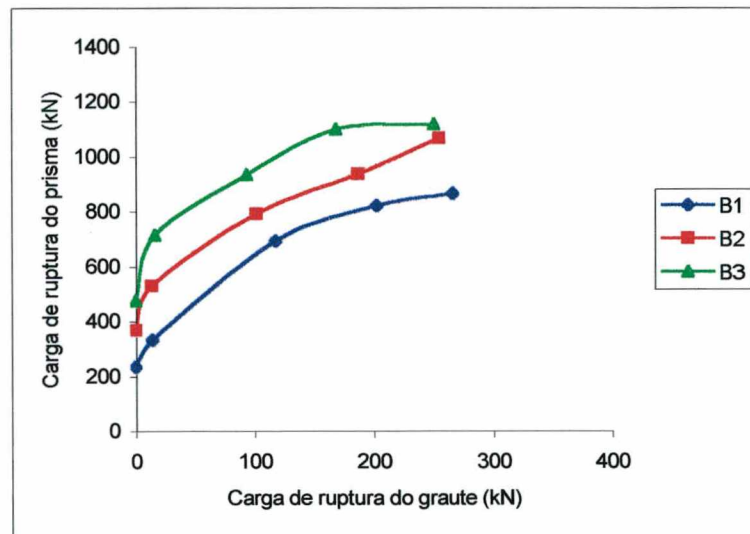


Figura 4.23 – Influência da resistência do graute na resistência dos prismas com argamassa A1 e assentamento lateral

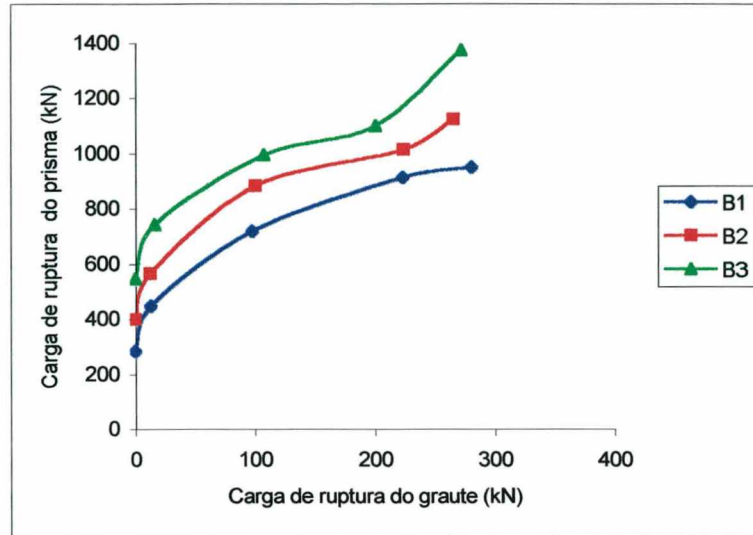


Figura 4.24 – Influência da resistência do graute na resistência dos prismas com argamassa A2 e assentamento lateral

4.4.5 – Influência do tipo de assentamento na resistência dos prismas

Em função da impossibilidade de testar-se todos os prismas com blocos de mesma resistência, (devido a diferentes idades de cura), para poder-se testar a influência do tipo de assentamento na resistência à compressão dos prismas, foi necessário utilizar-se um teste estatístico denominado “comparação de funções lineares”.

Este teste baseia-se em uma análise de variância onde são comparadas as variâncias dos pontos em relação a sua reta de ajuste com a variância.

Inicialmente ajusta-se, por mínimos quadrados, a reta para cada conjunto diferente de pontos e calcula-se a variância destes pontos em relação a reta ajustada.

Depois, calcula-se uma única reta, utilizando-se todos os pontos, calculando-se também a variância destes pontos em relação a esta reta.

Para saber-se se existe uma diferença significativa entre as diferentes retas, calcula-se uma relação entre as variâncias conforme equação apresentada no Anexo F. Se o valor F calculado, for superior ao valor de F tabelado para um dado nível de confiabilidade, admite-se que existe uma diferença significativa entre as retas, ou seja, existe uma influência do tipo de assentamento na resistência à compressão dos prismas. Se for menor, aceita-se a hipótese da igualdade.

As Figuras 4.25 a 4.29 mostram os resultados obtidos para prismas com assentamento total e lateral.

A Tabela 4.18, mostra os resultados das regressões das retas obtidos (mais detalhes no Anexo F).

Tabela 4.18 – Resultados das regressões das retas

Tipos de Prismas	$F_{\text{calculado}}$	F_{tabelado}	Análise
S/G-A1-AT e S/G-A1-AL	1,4122	3,74	Não diferem
S/G-A2-AT e S/G-A2-AL	2,4284	3,74	Não diferem
G1-A1-AT e G1-A1-AL	4,48079	3,74	Diferem
G1-A2-AT e G1-A2-AL	3,1529	3,74	Não diferem
G2-A1-AT e G2-A1-AL	2,3346	3,74	Não diferem
G2-A2-AT e G2-A2-AL	1,1473	3,74	Não diferem
G3-A1-AT e G3-A1-AL	10,4528	3,74	Diferem
G3-A2-AT e G3-A2-AL	5,88104	3,74	Diferem
G4-A1-AT e G4-A1-AL	0,34079	3,74	Não diferem
G4-A2-AT e G4-A2-AL	6,5725	3,74	Diferem

Pode-se observar que com exceção dos resultados G1-A1, G3-A1, G3-A2 e G4 A2, a maioria dos prismas não apresentam diferença na resistência à compressão para a diferente forma de assentamento, com um nível de probabilidade de 95%.

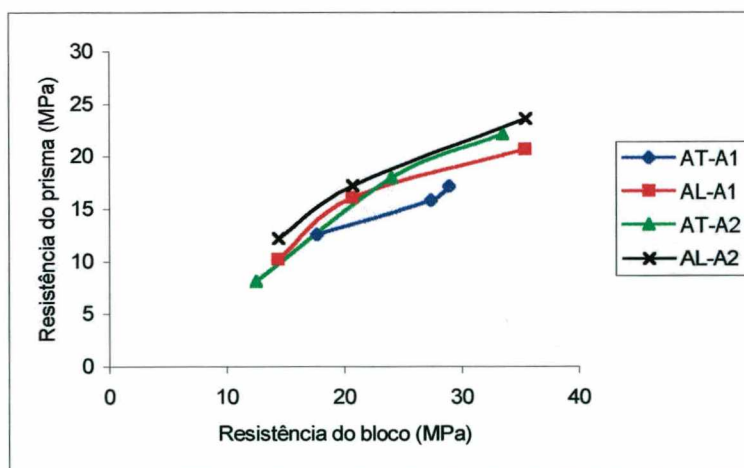


Figura 4.25 – Influência do tipo de assentamento dos prismas sem graute

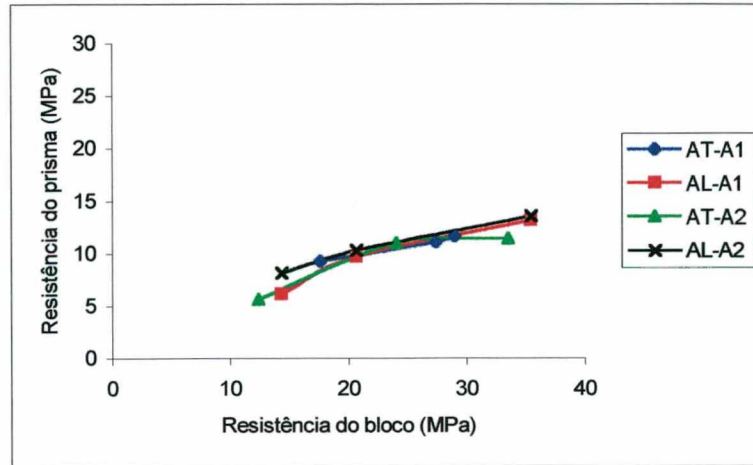


Figura 4.26 – Influência do tipo de assentamento dos prismas grauteados com G1

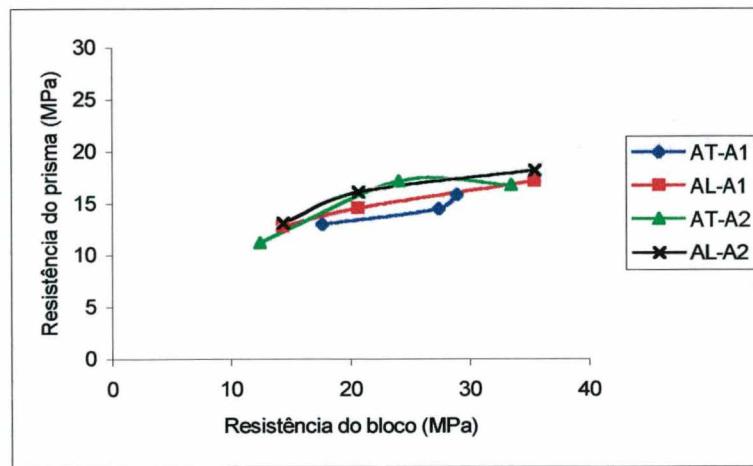


Figura 4.27 – Influência do tipo de assentamento dos prismas grauteados com G2

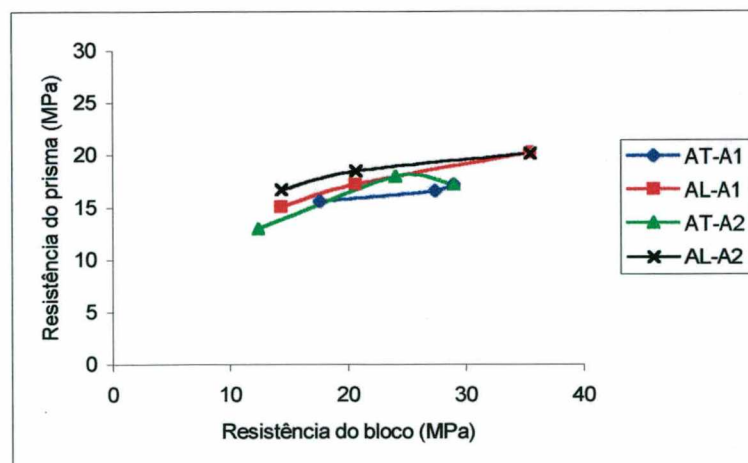


Figura 4.28 – Influência do tipo de assentamento dos prismas grauteados com G3

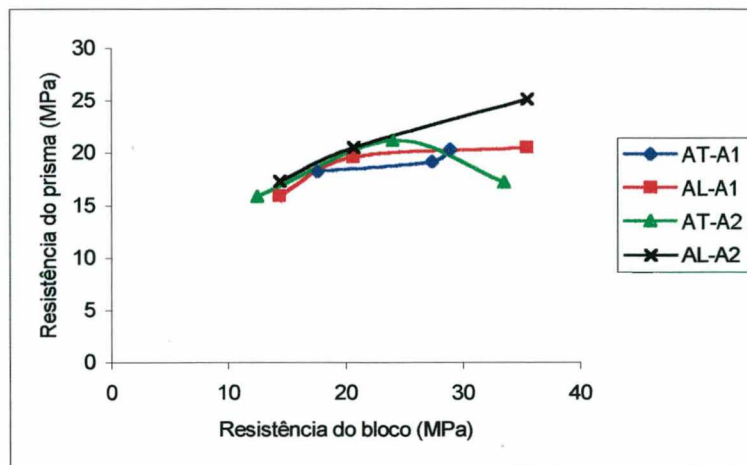


Figura 4.29 – Influência do tipo de assentamento dos prismas grauteados com G4

4.4.6 – Comparação dos resultados dos ensaios com as especificações da norma britânica BS 5628: Part 1 (1992)

Quando projetam alvenaria estrutural em bloco de concreto, muitos projetistas brasileiros tomam como base as especificações da norma britânica, BS 5628: Part 1 (1992), que estabelece a resistência do prisma a ser considerada como função de resistência do bloco e do tipo de argamassa. A norma recomenda a realização de ensaios de paredes construídas com os materiais a serem utilizados na obra. Para a impossibilidade de adotar este procedimento, são especificadas as resistências a serem utilizadas. A norma apresenta duas tabelas para blocos com a relação h/t 0,6 e entre 2 e 4, sendo (h) a altura do blocos e (t) a espessura do mesmo. Para valores intermediários, deve ser feita uma interpolação entre as duas tabelas.

Com o objetivo de comparar as resistências de prismas com as de paredes, foi calculada a resistência característica dos prismas ensaiados neste estudo.

Sabendo que a resistência à compressão da alvenaria é uma distribuição normal, para o número de amostra $n=3$, o valor de t da distribuição de “Student” é 2,92. Logo a equação para a obtenção da resistência característica é mostrada abaixo.

$$f_{pk} = f_{pj} - 2,92 \cdot S_d \quad (4.1)$$

Onde:

f_{pk} : resistência característica à compressão do prisma
 f_{pj} : resistência média à compressão do prisma ensaiado
 Sd : desvio padrão

As Figuras 4.30 a 4.39, mostram os resultados obtidos com as diferentes combinações de resistências de blocos, argamassas e grautes e tipos de assentamentos utilizados.

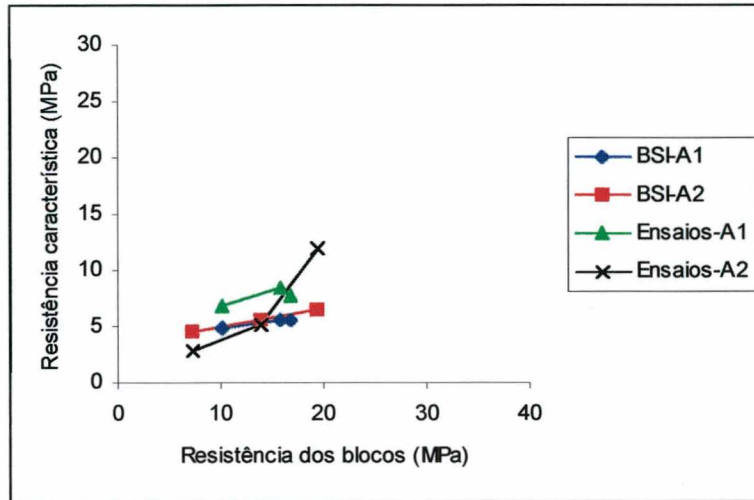


Figura 4.30 – Comparação entre as resistências à compressão dos prismas especificados pela BS 5628: Part 1 (1992) e os ensaiados, (sem graute e com argamassamento total)

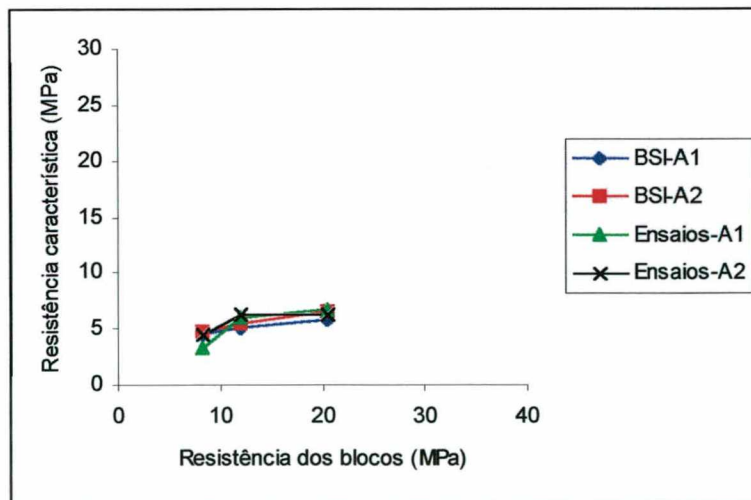


Figura 4.31 – Comparação entre as resistências à compressão dos prismas especificados pela BS 5628: Part 1 (1992) e os ensaiados, (sem graute e com argamassamento lateral)

Pode ser observado que, para os prismas não grauteados, os resultados obtidos estão de acordo com as especificações da norma britânica, notadamente para os blocos mais resistentes.

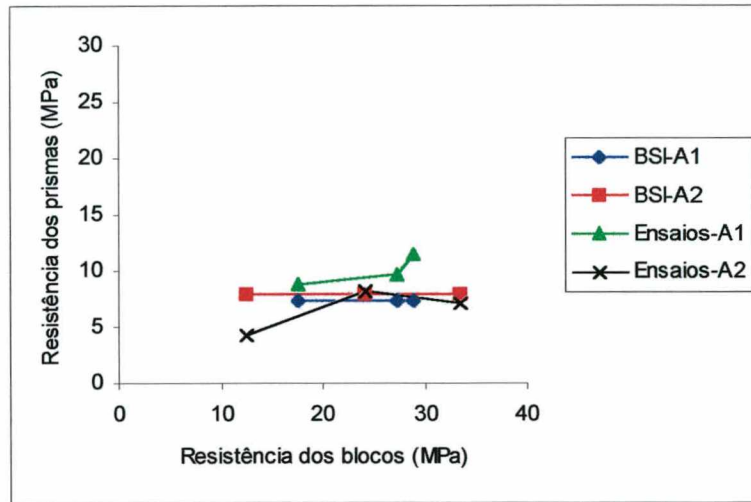


Figura 4.32 – Comparação entre as resistências à compressão dos prismas especificados pela BS 5628: Part 1 (1992) e os ensaiados, (com graute G1 e com argamassamento total)

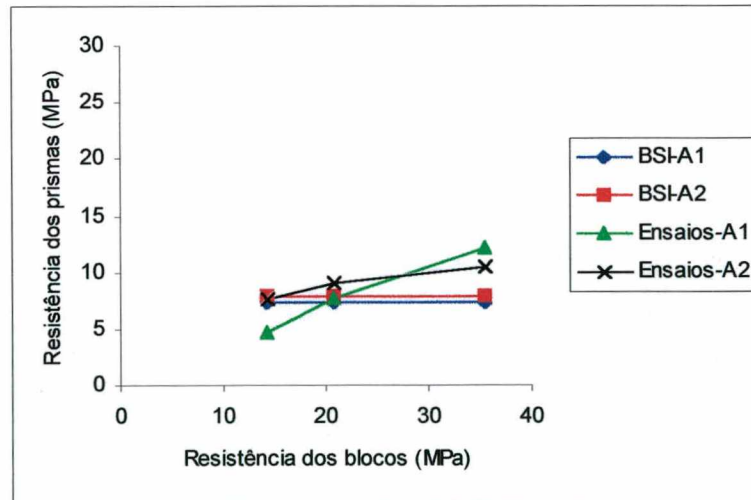


Figura 4.33 – Comparação entre as resistências à compressão dos prismas especificados pela BS 5628: Part 1 (1992) e os ensaiados, (com graute G1 e com argamassamento lateral)

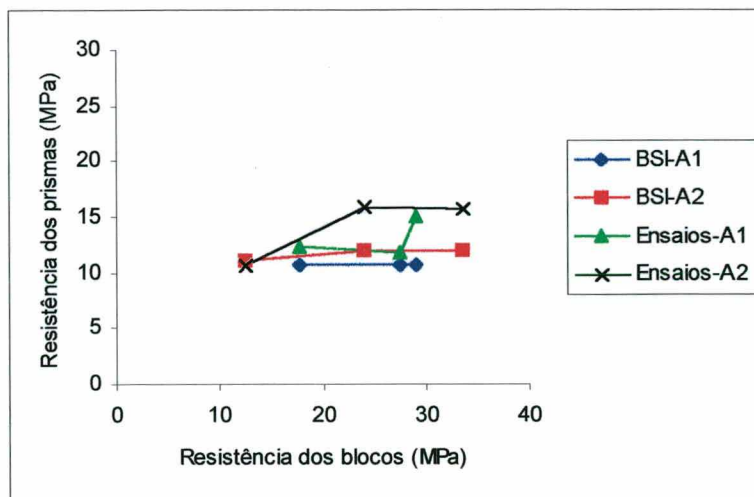


Figura 4.34 – Comparação entre as resistências à compressão dos prismas especificados pela BS 5628: Part 1 (1992) e os ensaiados, (com graute G2 e com argamassamento total)

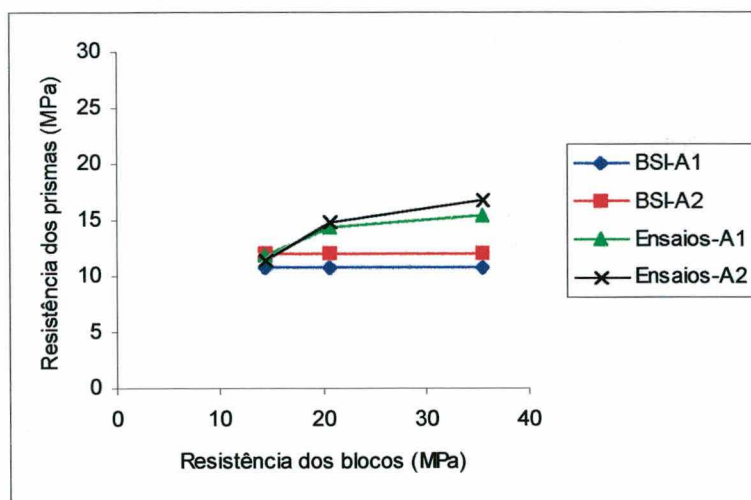


Figura 4.35 – Comparação entre as resistências à compressão dos prismas especificados pela BS 5628: Part 1 (1992) e os ensaiados, (com graute G2 e com argamassamento lateral)

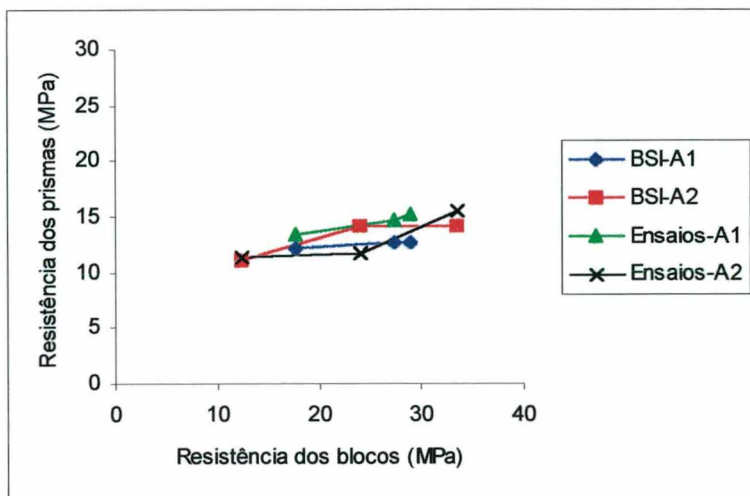


Figura 4.36 – Comparação entre as resistências à compressão dos prismas especificados pela BS 5628: Part 1 (1992) e os ensaiados, (com graute G3 e com argamassamento total)

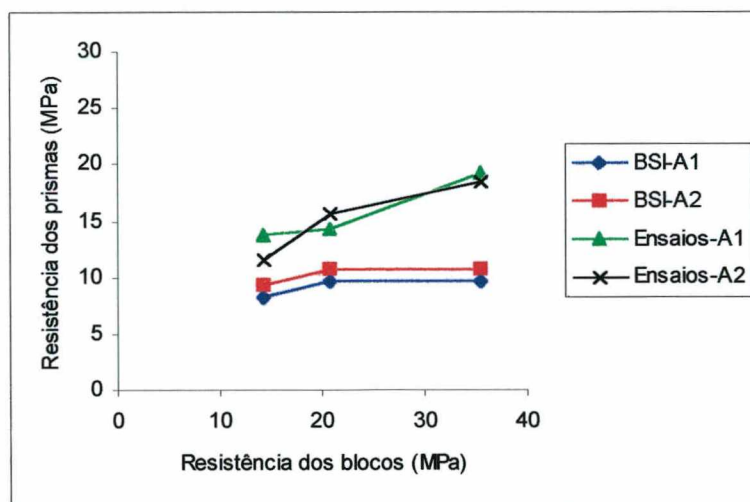


Figura 4.37 – Comparação entre as resistências à compressão dos prismas especificados pela BS 5628: Part 1 (1992) e os ensaiados, (com graute G3 e com argamassamento lateral)

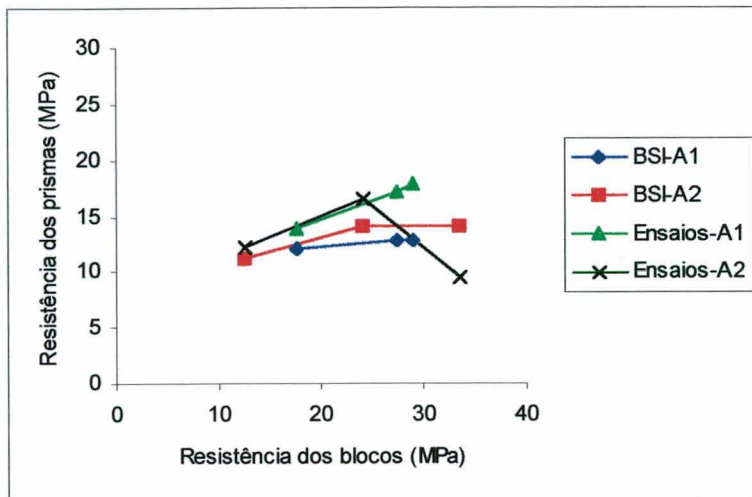


Figura 4.38 – Comparação entre as resistências à compressão dos prismas especificados pela BS 5628: Part 1 (1992) e os ensaiados, (com graute G4 e com argamassamento total)

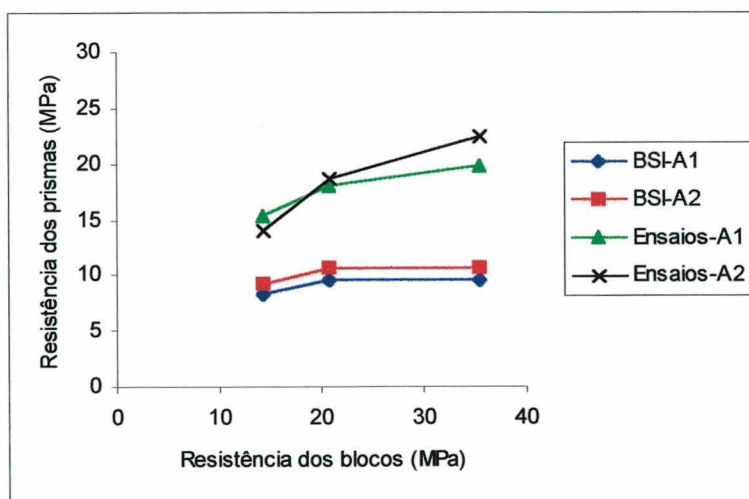


Figura 4.39 – Comparação entre as resistências à compressão dos prismas especificados pela BS 5628: Part 1 (1992) e os ensaiados, (com graute G4 e com argamassamento lateral)

Com relação aos prismas grauteados, observa-se também, que é segura a utilização da BS 5628: Part 1 (1992) para determinação dos materiais a serem utilizados, tendo-se obtido geralmente resistências acima da especificação da norma. É importante, ainda, ressaltar duas conclusões que podem ser tiradas dos resultados.

A primeira é que parece ser mais indicado fazer assentamento apenas nas paredes laterais dos blocos (AL), quando for feito grauteamento. Os resultados parecem indicar que o nível de segurança obtido neste caso é maior.

Por outro lado, para prédios bastante carregados que, portanto, exigem blocos mais resistentes, a realização de ensaios com painéis ou prismas pode levar à especificação de blocos menos resistentes, e portanto, mais econômicos.

4.4.7 – Módulo de deformação e formas de ruptura dos prismas

As Figuras 4.40 a 4.51 mostram as curvas médias tensão x deformação dos prismas ensaiados neste estudo. Cada figura mostra a curva tensão x deformação de prismas assentados com blocos diferentes, mesma argamassa, mesmo graute e mesmo tipo de assentamento. Cabe ressaltar que as tensões dos prismas não grauteados foram calculadas em função da área líquida de assentamento.

A Figura 4.40, para prismas não grauteados com assentamento total e argamassa A1 (1:1:6), mostra que há uma lenta deformação até a ruptura total dos prismas. Esta deformação foi tanto maior quanto mais resistente o bloco.

Comportamento inverso apresentaram os prismas não grauteados com argamassa A2 (1:0,5:4,5), (figura 4.41). nestes, observa-se um comportamento linear da curva tensão x deformação até ocorrer ruptura brusca.

Para os prismas sem graute com assentamento apenas nas laterais, o comportamento é ligeiramente diferente, conforme pode ser visto nas figuras 4.42 e 4.43. Observa-se uma maior ductilidade nos prismas com a argamassa mais resistente A2, Figura 4.43, quando comparado com o assentamento total, embora ainda neste caso, as deformações antes da ruptura sejam menores do que as obtidas com argamassa A1.

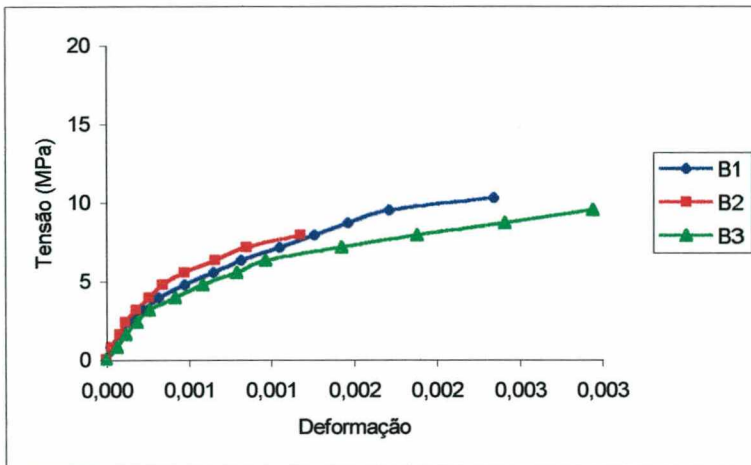


Figura 4.40 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A1-S/G-AT

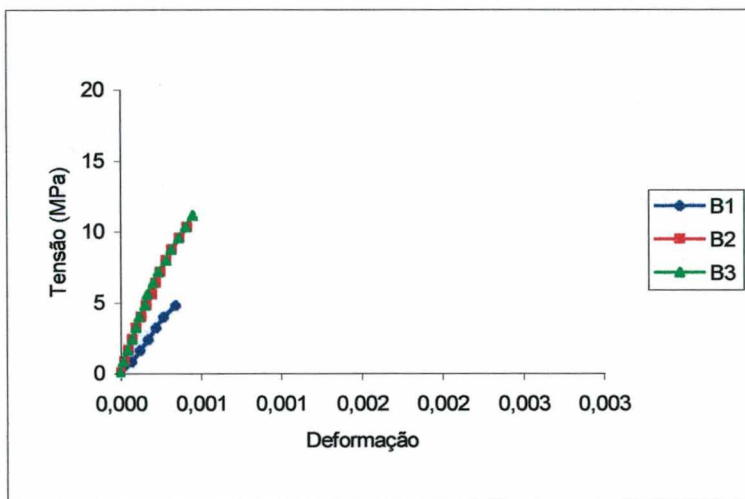


Figura 4.41 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A2-S/G-AT

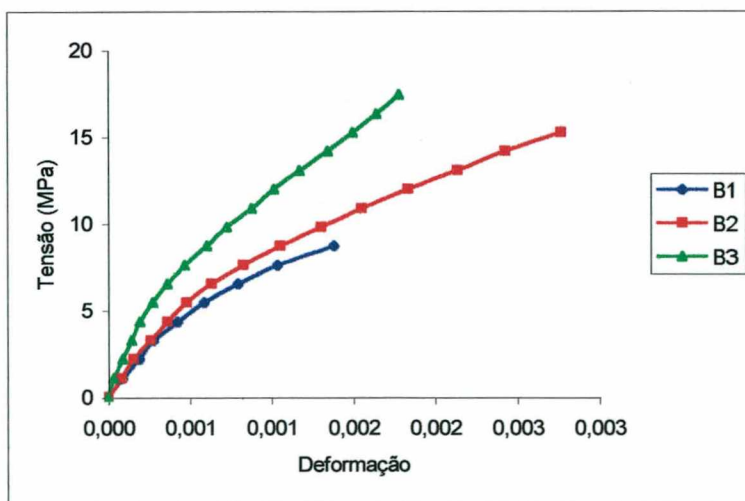


Figura 4.42 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A1-S/G-AL

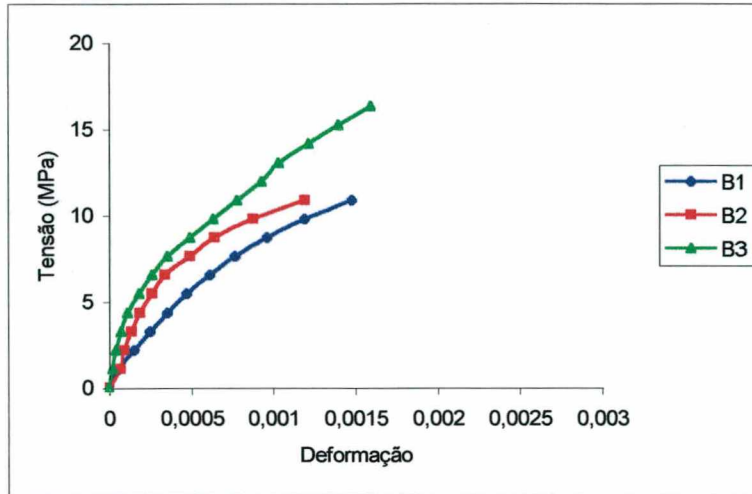


Figura 4.43 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A2-S/G-AL

Para os prismas grauteados com graute G1, o comportamento é bastante similar aos prismas não grauteados (figura 4.44 a 4.47).

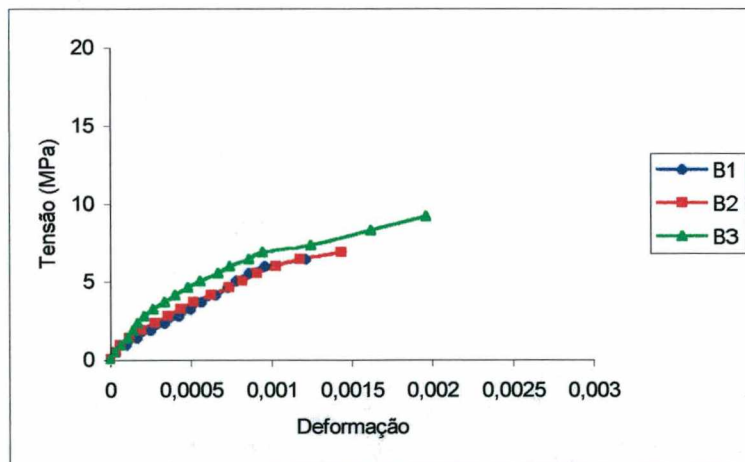


Figura 4.44 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A1-G1-AT

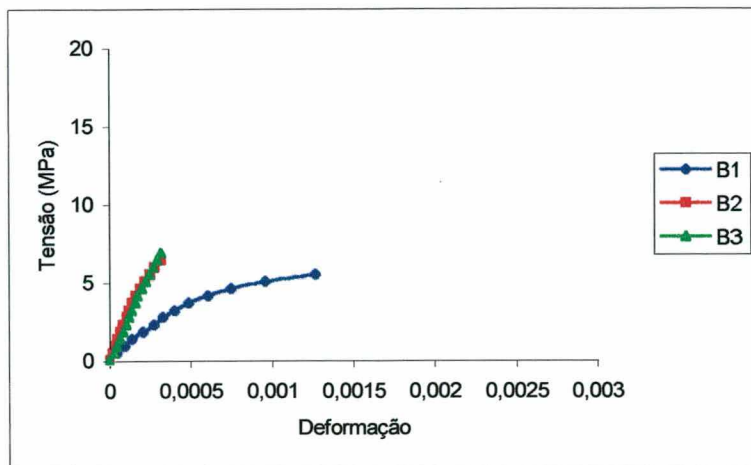


Figura 4.45 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A2-G1-AT

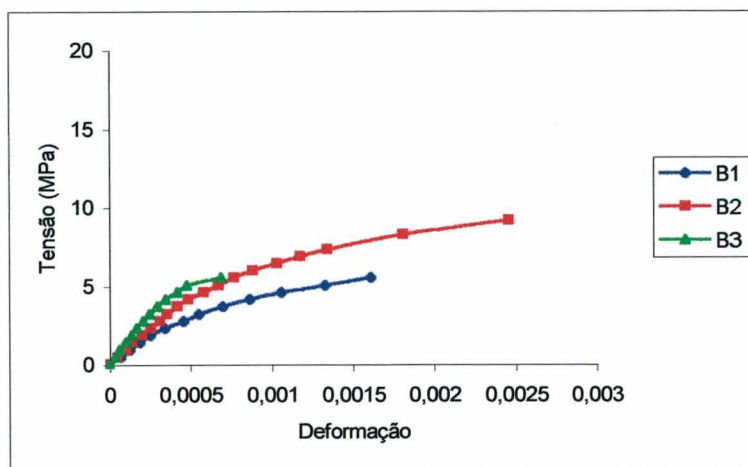


Figura 4.46 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A1-G1-AL

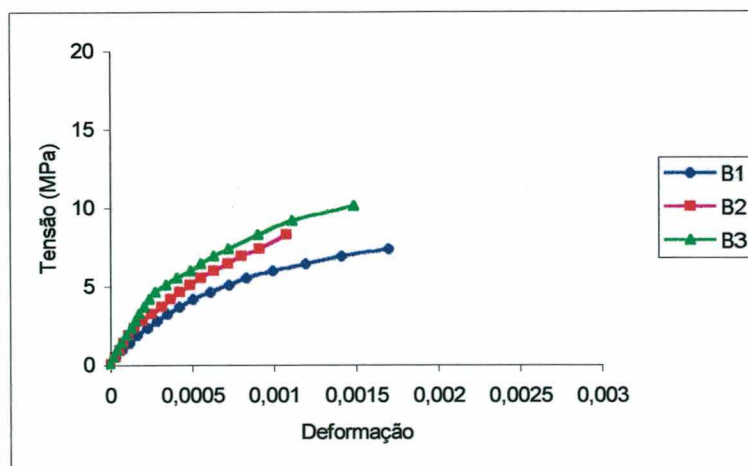


Figura 4.47 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A2-G1-AL

À medida que se aumentou a resistência dos grautes, tornou-se mais rígido o comportamento dos prismas, com menores deformações antes da ruptura (Figura 4.48 a 4.51). Pode-se observar ainda que também para os prismas com grautes mais resistentes, a curva tensão x deformação para os prismas com assentamento lateral apresentaram maior deformação antes da ruptura.

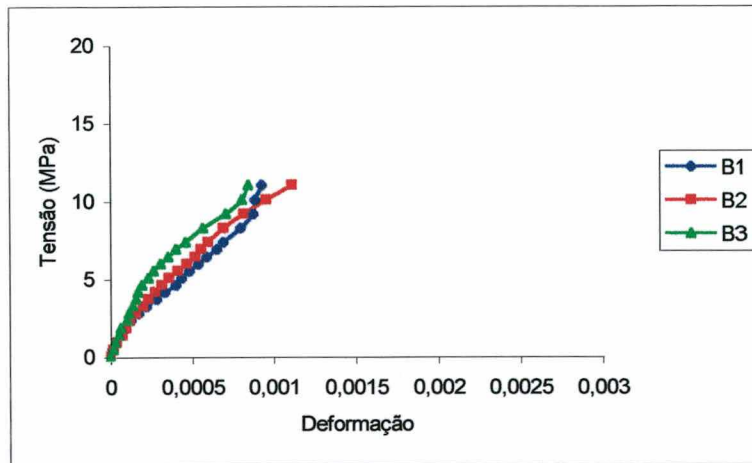


Figura 4.48 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A1-G4-AT

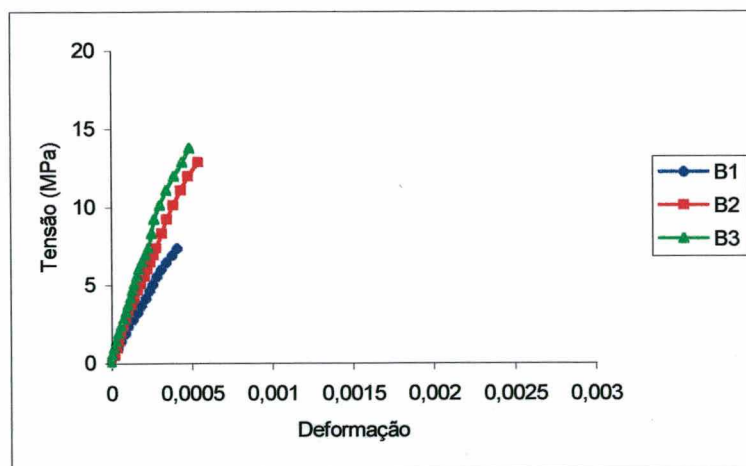


Figura 4.49 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A2-G4-AT

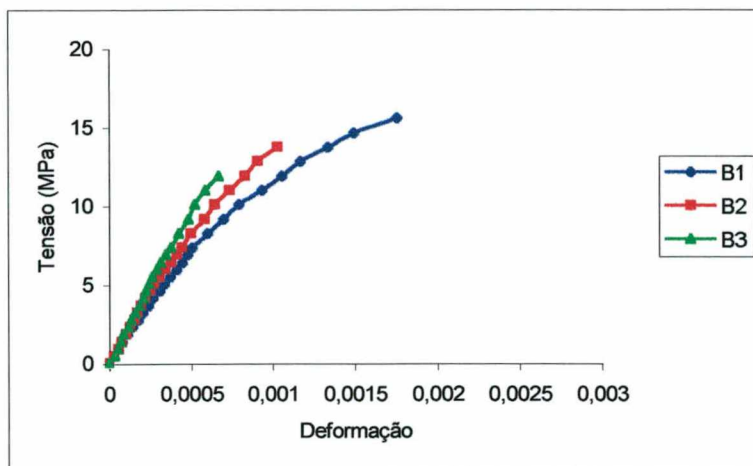


Figura 4.50 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A1-G4-AL

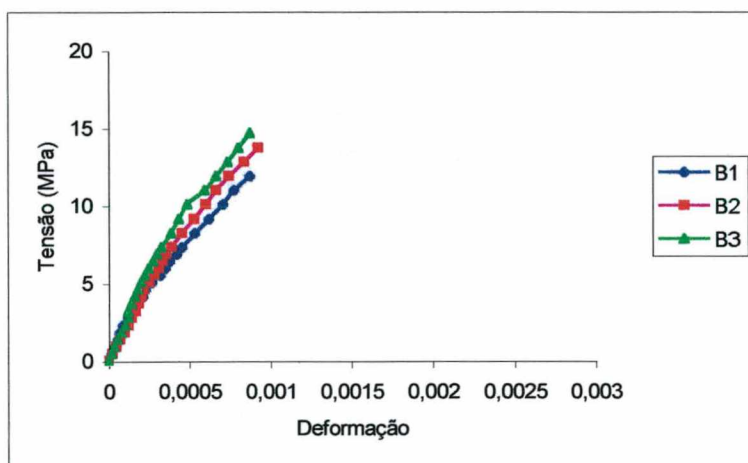


Figura 4.51 – Gráfico tensão x deformação dos prismas A2-G4-AL

As Figuras 4.52 a 4.57 mostram as curvas tensão x deformação para os blocos B1 e B3 com diferentes formas de assentamento, traços de argamassas e resistências de grautes (G1 e G4). Os resultados mostram que, o que determina o comportamento das alvenarias é a combinação de materiais e de forma de uso, e não a resistência dos blocos. Pode-se observar que, a medida em que se aumenta a resistência do graute, o conjunto torna-se mais rígido e as diferenças das curvas tensão x deformação tornam-se menores.

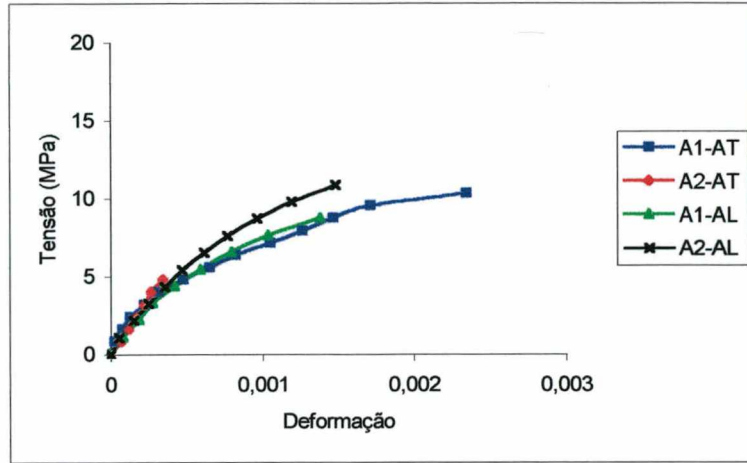


Figura 4.52 – Gráfico tensão x deformação dos prismas B1-S/G

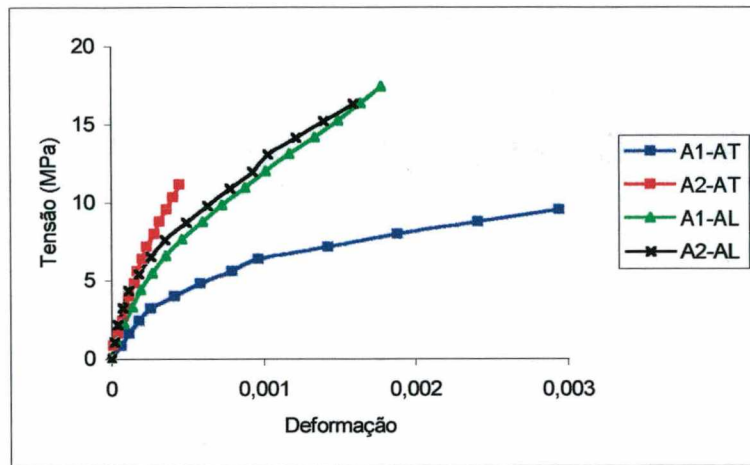


Figura 4.53 – Gráfico tensão x deformação dos prismas B3-S/G

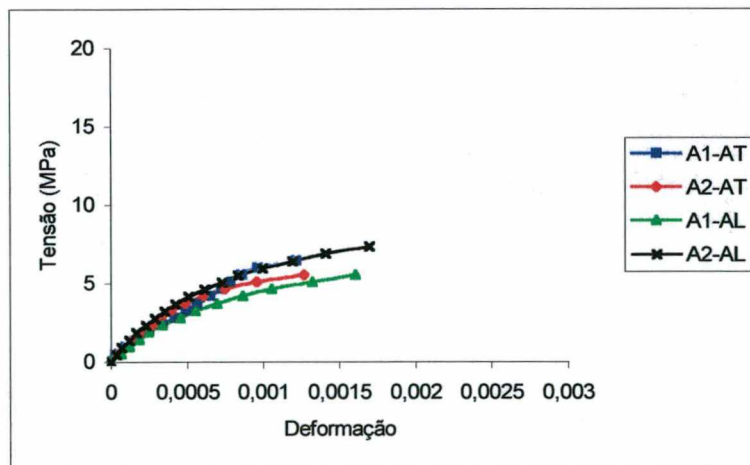


Figura 4.54 – Gráfico tensão x deformação dos prismas B1-G1

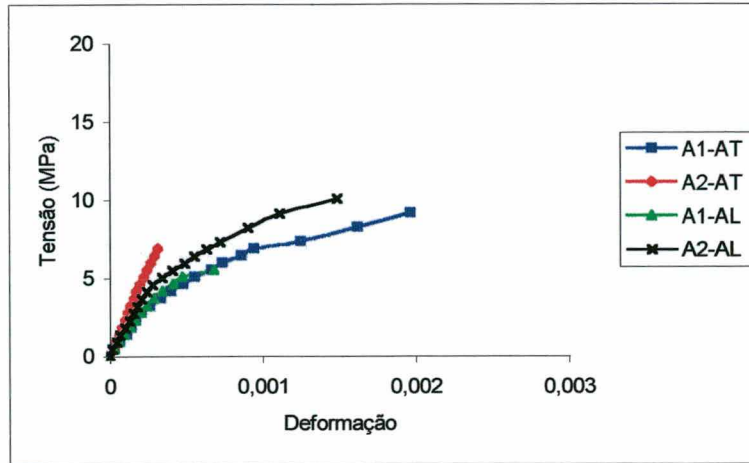


Figura 4.55 – Gráfico tensão x deformação dos prismas B3-G1

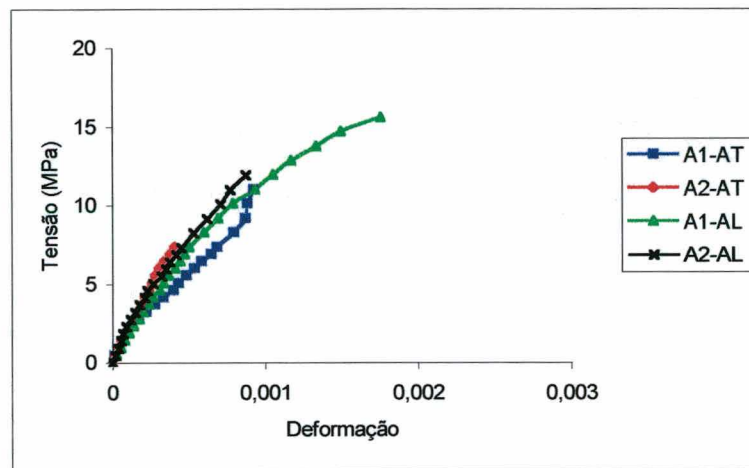


Figura 4.56 – Gráfico tensão x deformação dos prismas B1-G4

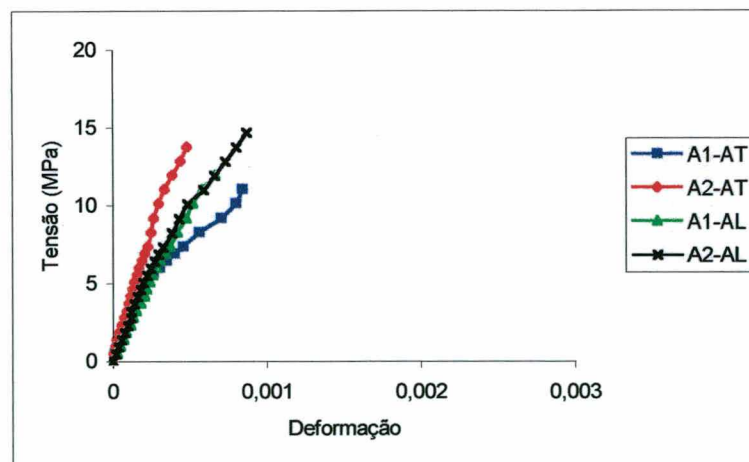


Figura 4.57 – Gráfico tensão x deformação dos prismas B3-G4

As Figuras 4.58 a 4.63 mostram alguns prismas ensaiados e as formas de ruptura observadas.

Verificou-se, a partir de 70 % da carga os blocos começavam a romper, sem perda de carga.

As fissuras eram verticais ao longo da seção transversal do prisma.

Os prismas sem graute e com argamassamento lateral, começavam a romper nas faces laterais dos blocos, iniciando no bloco central e após expandindo para os blocos das extremidades, como mostra a Figura 4.58.

A Figura 4.59 mostra o tipo de ruptura para argamassa mais resistente (A2) e assentamento total. Geralmente, esta ruptura era brusca. Pode ser observado o esfacelamento do bloco, sugerindo que a ruptura ocorreu devido aos esforços de tração induzidos no bloco.

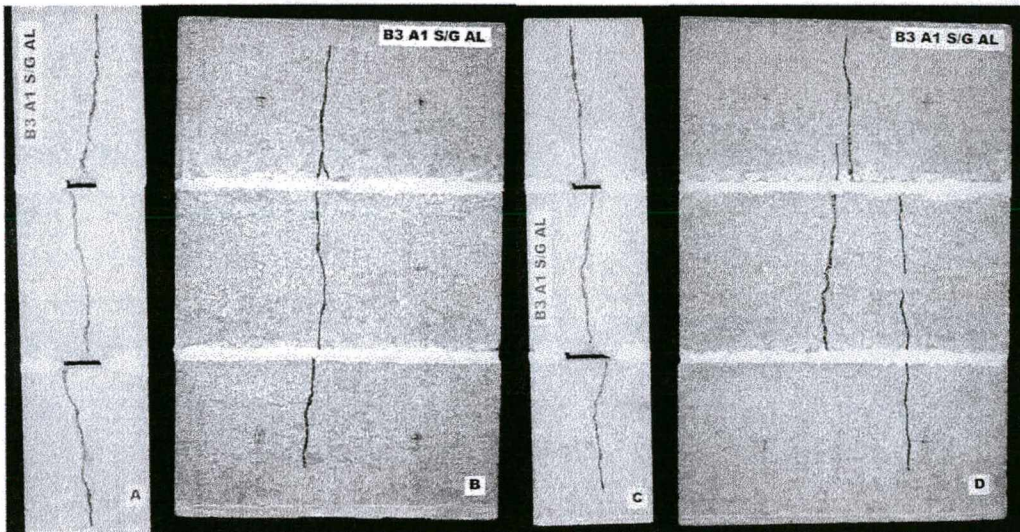


Figura 4.58 – Modo de ruptura do prisma B3-A1-S/G-AL



Figura 4.59 – Modo de ruptura do prisma B3-A2-S/G-AT

As Figuras 4.60 e 4.61 mostram a ruptura de prismas grauteados com diferentes formas de assentamento da argamassa. Pose-se observar que, em ambos os casos, a forma de ruptura é similar, com fissuração dos blocos. A causa mais provável de ruptura é a expansão do graute.

A Figura 4.62, com bloco B3 mostra que, mesmo para os blocos mais resistentes, a forma de ruptura dos prismas grauteados se repete.

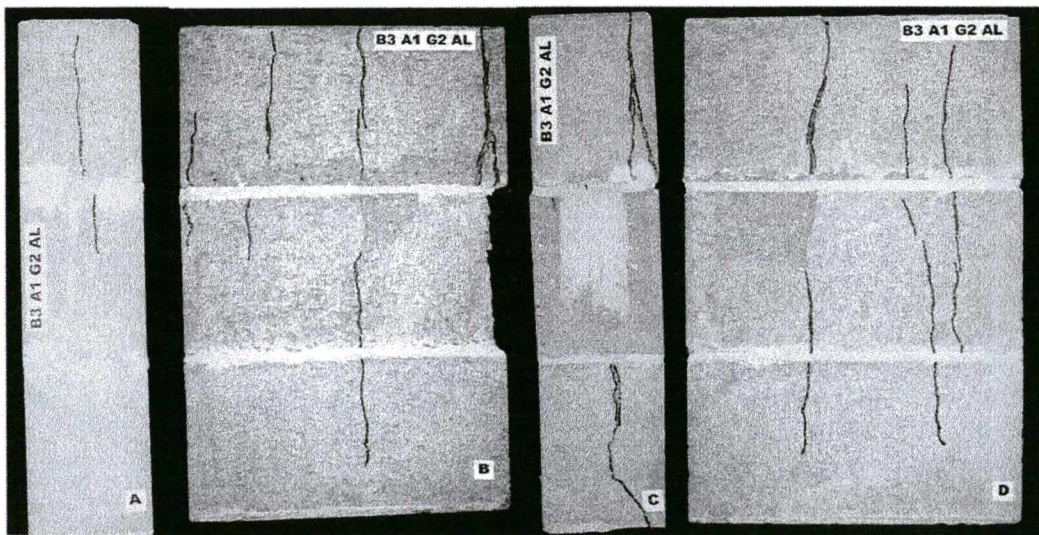


Figura 4.60 – Modo de ruptura do prisma B3-A1-G2-AL

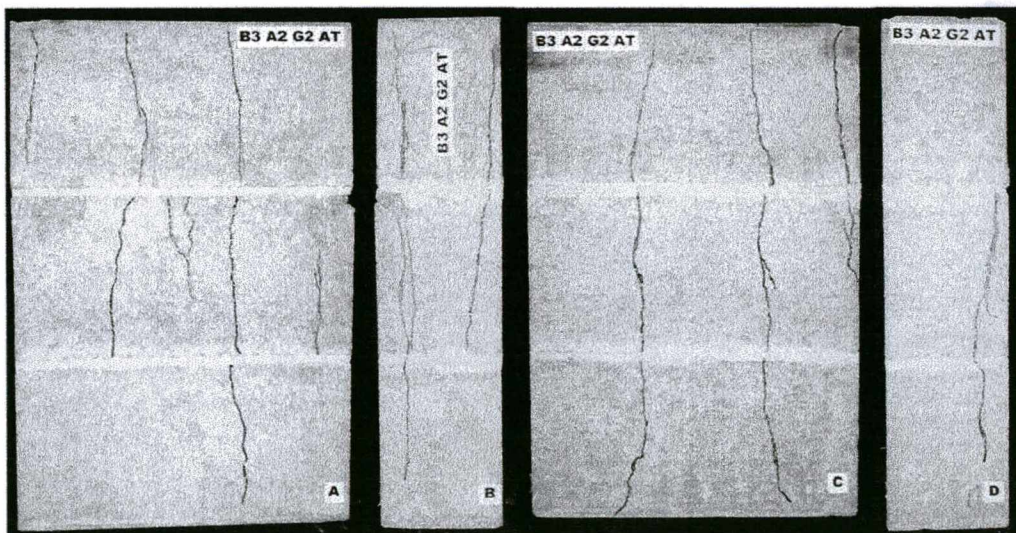


Figura 4.61 – Modo de ruptura do prisma B3-A2-G2-AT

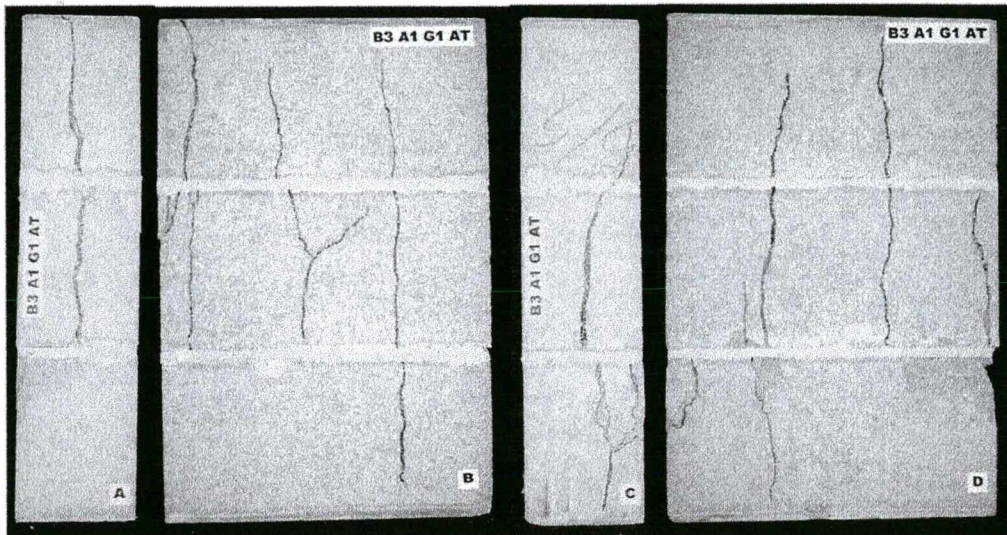


Figura 4.62 – Modo de ruptura do prisma B3-A1-G1-AT

A Figura 4.63, mostra a parte interna da metade de um prisma não grauteado, sendo que esta ainda mostra as fissuras internas e a junta interna.

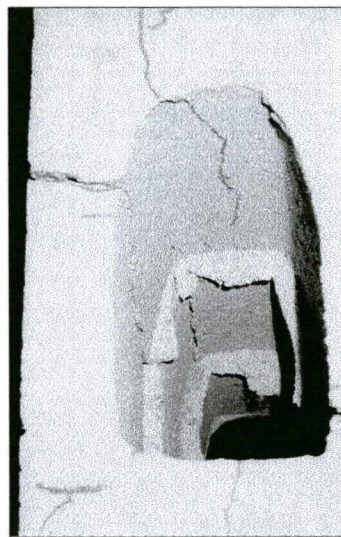


Figura 4.63 – Foto das fissuras e da junta interna

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES

O trabalho consistiu em estudar a influência dos componentes na resistência à compressão da alvenaria de blocos de concreto grauteados e não grauteados, com a verificação da resistência à compressão, módulo de elasticidade e modo de ruptura dos prismas e a resistência à compressão, módulo de elasticidade e modo de ruptura de cada componente dos prismas de blocos de concreto grauteados e não grauteados.

Foram moldados 60 tipos de prismas com três blocos de diferentes resistências à compressão, dois tipos de argamassas (1:1:6) e (1:0,5:4,5), quatro tipos de grautes com diferentes resistências à compressão e dois tipos de assentamento, total e lateral.

Os principais resultados foram:

Para prismas não grauteados, tanto no argamassamento total quanto lateral, para uma argamassa de mesmo traço, a medida que se aumenta a resistência do bloco, aumenta a resistência do prisma. Este aumento da resistência do prisma não é, no entanto, diretamente proporcional ao aumento de resistência do bloco.

Já para prismas grauteados, a partir de um determinado nível de resistência do bloco, a medida em que se aumenta a resistência do graute, quando se utiliza argamassa menos resistente (como é o caso da argamassa A1), não se obtém aumento de resistência nos prismas. Os resultados mostram também que o uso de grautes com resistência acima da resistência do bloco na área líquida, não traz ganhos de resistência para a alvenaria. Os melhores resultados foram obtidos com grautes e blocos de resistências aproximadamente iguais, de acordo com a recomendação da BS 5628: Part 1 (1992).

Comparando-se os resultados obtidos para os diferentes tipos de assentamento utilizados, pode-se concluir que, no caso de assentamento de argamassa apenas nas laterais (AL) com graute, o uso de blocos mais resistentes contribui para o aumento da resistência do prisma de forma mais significativa do que no caso em que o assentamento de argamassa seja feito em todas as faces do bloco (AT).

Em relação à resistência à compressão da argamassa de assentamento, de uma maneira geral, pode-se afirmar que, para prismas grauteados, a influência da resistência da argamassa na resistência dos prismas é menos importante do que para os prismas não grauteados.

O aumento da resistência do prisma não é proporcional ao aumento da resistência dos grautes. Outros fatores, notadamente a resistência do bloco e o tipo de assentamento tem influência na resistência do prisma.

Os resultados mostraram também que, embora haja uma determinada tendência de comportamento à compressão para os diferentes materiais usados, esta tendência não se confirma em todos os casos. Assim, por exemplo, a tendência de haver um patamar de resistência do prisma constante para prismas grauteados após determinada resistência de bloco, não se confirma para o prisma grauteado com G4 e assentamento total. Neste caso, ocorreu uma redução na resistência dos prismas com blocos mais resistentes.

Para verificar se os prismas não grauteados estavam rompendo por tração no bloco ou por esmagamento da argamassa, decidiu-se comparar com os resultados obtidos a partir das equações propostas por MOHAMAD (1998). Os resultados são mostrados na Tabela 5.1. Pode ser observado que, com exceção do prisma do tipo B1-A2, os resultados obtidos mostraram boa concordância com os modelos propostos por MOHAMAD (1998).

O modelo proposto apresentado no CAPÍTULO 2, item 2.3. sugere que se o resultado for igual ao da equação (2.9), a ruptura se dá por esmagamento da argamassa, e se for pela equação (2.10) a ruptura ocorre por tração no bloco. O menor valor das equações é o que rege a ruptura.

Como pode ser observado, pelo modelo teórico todos os prismas romperam por tração no bloco. Este resultado é coerente, pois foram usados blocos com resistências superiores às argamassas utilizadas.

Tabela 5.1 – Comparação entre os resultados das resistências à compressão dos prismas ensaiados e os propostos por MOHAMAD (1998)

Prisma	Ensaio	MOHAMAD (1998) equação (2.9)	MOHAMAD (1998) Equação (2.10)	$f_{teórico} / f_{ensaio}$	Tipo de Rompimento
B1-A1	12,47	12,30	10,25	0,82	Tração
B2-A1	15,73	17,14	16,26	1,03	Tração
B3-A1	17,06	21,37	18,86	1,10	Tração
B1-A2	8,00	12,55	11,36	1,42	Tração
B2-A2	17,84	17,41	16,82	0,97	Tração
B3-A2	22,04	21,86	20,00	0,99	Tração

De acordo com o estudo de comparação entre os resultados obtidos nesta pesquisa e a norma Britânica BS 5628: Part 1 (1992), pode-se concluir que as tensões nos prismas admitidas pela norma são menores do que as tensões obtidas nos ensaios com materiais utilizados no país. Recomenda-se, portanto, que para casos em que for necessária maior resistência nas paredes (prédios de grande altura) sejam feitos ensaios de prismas ou paredes dos materiais a serem utilizados. Esta medida poderá levar ao uso de blocos menos resistentes e, por isto, mais econômicos.

O fator de eficiência dos prismas não grauteados, para o mesmo tipo de bloco, B2 e B3 no argamassamento total e B1, B2 e B3 no argamassamento lateral, aumenta quando a resistência à compressão da argamassa é aumentada, mostrando que deve haver uma compatibilização entre a resistência à compressão da argamassa com a resistência à compressão do bloco.

Já para o bloco B1, argamassamento total, não houve ganho de resistência com o aumento de resistência da argamassa, comprovando que para blocos de menor resistência a resistência da argamassa não tem influência na resistência da alvenaria.

Os resultados, de uma forma geral, reforçam a idéia de que mais ensaios com diferentes materiais em uso no Brasil, devem ser feitos para o uso com maior segurança e qualidade da alvenaria estrutural.

CAPÍTULO 6

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALY, V. L. C. **Determinação da capacidade resistente do elemento parede de alvenaria armada de blocos de concreto submetido à esforços de compressão.** 1992. 247 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
2. ALY, V. L. C. ; SABBATINI, F. H. Determinação de correlações de resistência mecânica de paredes de alvenaria estrutural de blocos de concreto. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON STRUCTURAL MASONRY FOR DEVELOPING COUNTRIES, 5., 1992, Florianópolis. **Proceedings...** Florianópolis: UFSC, 1992. p. 115-126.
3. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 90-75:** standard specification for hollow load-bearing concrete masonry units. Philadelphia. 1991.
4. _____. **ASTM C 144-84:** aggregate for masonry mortar. Philadelphia, 1987.
5. _____. **ASTM C 270-86b:** mortar for unit masonry. Philadelphia, 1987.
6. _____. **ASTM E 447-84:** compressive strength of prisms. Philadelphia, 1987.
7. _____. **ASTM C 476-83:** grout for masonry. Philadelphia, 1987.
8. _____. **ASTM C 1006-84:** standard test method for splitting tensile strength of masonry units. Philadelphia, 1984.

9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. **Manual técnico de alvenaria**. São Paulo: ABCI, 1990. 280 p.
10. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738: moldagem e cura de corpos de prova prismáticos ou cilíndricos de concreto**. Rio de Janeiro, 1994.
11. _____. **NBR 5739: concreto: ensaio à compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 1994.
12. _____. **NBR 6118: projeto e execução de obras de concreto armado: procedimento**. Rio de Janeiro, 1978.
13. _____. **NBR 6136: bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural: especificação**. Rio de Janeiro, 1994.
14. _____. **NBR 7175: cal hidratada para argamassas**. Rio de Janeiro, 1992.
15. _____. **NBR 7184: blocos vazados de concreto simples para alvenaria: determinação da resistência à compressão: método de ensaio**. Rio de Janeiro, 1991.
16. _____. **NBR 7211: agregado para concreto**. Rio de Janeiro, 1983.
17. _____. **NBR 7215: determinação da resistência à compressão: cimento Portland**. Rio de Janeiro, 1991.
18. _____. **NBR 7217: agregados: determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro, 1987.
19. _____. **NBR 7219: agregados: determinação do teor de material pulverulento nos agregados: método de ensaio**. Rio de Janeiro, 1987.
20. _____. **NBR 7220: agregados: determinação de impurezas orgânicas e húmicas em agregados**. Rio de Janeiro, 1987.

21. _____. **NBR 7223**: concreto: determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1992.
22. _____. **NBR 7251**: agregados: determinação da massa unitária. Rio de Janeiro, 1982.
23. _____. **NBR 8042**: blocos cerâmicos portante para alvenaria: formas e dimensões: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1992.
24. _____. **NBR 8043**: bloco cerâmico portante para alvenaria: determinação da área líquida: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1983.
25. _____. **NBR 8215**: prismas de blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural: preparo e ensaio à compressão. Rio de Janeiro, 1983.
26. _____. **NBR 8522**: concreto: determinação do módulo de deformação estática e diagrama tensão x deformação: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1984.
27. _____. **NBR 8798**: execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto. Rio de Janeiro, 1985.
28. _____. **NBR 9776**: agregados: determinação da massa específica dos agregados miúdos por meio do frasco de Chapman. Rio de Janeiro, 1982.
29. _____. **NBR 12117**: blocos vazados de concreto para alvenaria: retração por secagem: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1991.
30. _____. **NBR 12118**: blocos vazados de concreto simples para alvenaria: determinação da absorção de água, do teor de umidade e da área líquida: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1991.
31. BRITISH STANDARD INSTITUTION. **BS 1200**: sands for mortar for plain and reinforced brickwork, blockwork, blockwalling and masonry. London, 1976.
32. _____. **BS 5628**: Part 1: structural use of unreinforced masonry. London, 1992.

33. _____. **BS 5628: Part 2: structural use of reinforced and prestressed masonry.** London, 1985.
34. _____. **BS 5628: Part 3: materials and components, design and workmanship.** London, 1985.
35. _____. **BS 6073: specification for precast concrete masonry units.** London, 1981.
36. CALÇADA, L. M. L. **Avaliação do comportamento de prismas grauteados e não grauteados de blocos de concreto.** 1998. 167 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
37. CAMPOS, F. T. N. **Alvenaria armada em bloco de concreto: um estudo de caso.** 1993. 250 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro.
38. CHEEMA, T. S.; KLINGNER, R. E. Compressive strength of concrete masonry prisms. **American Concrete Institute Journal.** Farmington Hills, 1986, jan./feb. p. 88-97.
39. COLVILLE, J.; WOLDE-TINSAE, A. M. Compressive strength of hollow concrete masonry. In: NORTH AMERICAN MASONRY CONFERENCE, 5, 1990. Illinois. **Conference...** Illinois: University of Illinois at Urban-Champaign, Jun. 1990. p. 663-672.
40. COLVILLE, J.; WOLDE-TINSAE, A. M. Compressive strength of grouted concrete masonry. In: INTERNATIONAL BRICK/BLOCK MASONRY CONFERENCE, 9, 1991, Berlin. **Proceedings...** Berlin: [s.n], 1991. v.1. p. 149-156.
41. FRANCO, L. S. **Desempenho estrutural do elemento parede de alvenaria empregado na alvenaria estrutural não armada quando submetido a esforços de compressão.** 1987. 136 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

42. GANESAN, T. P. ; RAMAMURTHY, K. Behavior of concrete hollow-block masonry prisms under axial compression. **Journal of Structural Engineering**. [S. l.: s.n.], 1992. v. 118. n. 7. p. 1751-1769.
43. GOMES, N. S. **A resistência das paredes de alvenaria**. 1983. 190 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
44. KHALAF, F. M.; HENDRY, A. W.; FAIRBRAIN, D. R. Mechanical properties of material used in concrete blockwork construction. **Magazine of Concrete Research**, Edinburgh, 1994. v. 44.
45. KHALAF, F. M. Factors influencing compressive strength of concrete masonry prisms. **Magazine of Concrete Research**, Edinburgh, 1996, v. 48, n° 175. p. 95-101.
46. KNUTSON, H. H.; NIELSEN, J. On the modulus of elasticity for masonry. **Masonry International Journal**. London, 1995, v. 9. n.2. p. 59-61.
47. MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. Alvenaria estrutural não armada de blocos de concreto: Produção de componentes e parâmetros de projeto. **Boletim Técnico-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, 20 p. 1993.
48. MENDES, R. J. K. **Resistência à compressão de alvenarias de blocos cerâmicos estruturais**. 1998. 185 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
49. METHA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto : estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: Pini, 1994. 616 p.
50. MOHAMAD, G. **Comportamento mecânico na ruptura de prismas de blocos de concreto**. 1998. 178 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

51. RÉUNION INTERNATIONALE DES LABORATOIRES D'ESSAIS ET DE RECHERCHES SUR LES MATÉRIAUX ET LES CONSTRUCTIONS. **MR 11: determination of mortar consistence using the flow-table; testing methods of mortars and renderings.** France, 1982.
52. MÜLLER, A. **Efeitos da sílica ativa e de látex polímero EVLC sobre as características de argamassas de assentamento.** 1999. 175 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
53. MÜLLER, M. S. K. **Estudo das correlações entre resistências à compressão de paredes e prismas de alvenaria estrutural cerâmica não armada submetidos a esforços de compressão axial.** 1989. 246 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
54. PRADO, S. H. **Resistência à compressão de tijolos e blocos cerâmicos de diferentes formas e dimensões.** 1995. 111 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
55. PRUDÊNCIO, L. R. **Resistência à compressão da alvenaria e correlação entre a resistência de unidades, prismas e paredes.** 1986. 123 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
56. ROMAN, H. R. **Argamassas de assentamento para alvenarias.** In: Simpósio de Desempenho de Materiais e Componentes de Construção Civil, 3, 1991, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 1991. p. 111-116.
57. ROMAN, H. R.; MUTTI, C. N.; ARAÚJO, H. N. **Construindo em alvenaria estrutural.** Florianópolis: EdUFSC, 1999. 83 p.
58. SABBATINI, F. H. **O processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural sílico-calcária.** 1984. 298 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

59. SABBATINI, F.H. Argamassas de assentamento para paredes de alvenaria resistente. **Boletim Técnico**-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 26 p. 1986.

ANEXOS A

Tabela A.01 – Resistência à compressão dos blocos de concreto B1, 1º ensaio

Bloco	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{liq} (316 cm ²)	Estatística A_{liq}	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)	Estatística A_{br}
1	395,0	12,50	Média (MPa)	7,23	Média (MPa)
2	399,0	12,62	12,50	7,30	7,23
3	366,0	11,58	Desvio (MPa)	6,70	Desvio (MPa)
4	407,0	12,88	0,51	7,45	0,30
5	412,5	13,05	CV (%)	7,55	CV (%)
6	390,0	12,34	4,13	7,14	4,13

Tabela A.02- Resistência à compressão dos blocos de concreto B1, 2º ensaio

Bloco	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{liq} (316 cm ²)	Estatística A_{liq}	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)	Estatística A_{br}
1	472,4	14,95	Média (MPa)	8,65	Média (MPa)
2	469,6	14,86	14,39	8,60	8,32
3	483,2	15,29	Desvio (MPa)	8,85	Desvio (MPa)
4	402,0	12,72	0,92	7,36	0,53
5	445,5	14,09	CV (%)	8,16	CV (%)
6	455,8	14,42	6,38	8,34	6,38

Tabela A.03- Resistência à compressão dos blocos de concreto B1, 3º ensaio

Bloco	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{liq} (316 cm ²)	Estatística A_{liq}	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)	Estatística A_{br}
1	566,5	17,92	Média (MPa)	10,37	Média (MPa)
2	556,2	17,60	17,68	10,18	10,23
3	528,4	16,72	Desvio (MPa)	9,67	Desvio (MPa)
4	553,6	17,52	0,54	10,13	0,31
5	577,5	18,27	CV (%)	10,57	CV (%)
6	570,0	18,03	3,09	10,43	3,09

Tabela A.04- Resistência à compressão dos blocos de concreto B2, 1º ensaio

Bloco	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{liq} (316 cm ²)	Estatística A_{liq}	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)	Estatística A_{br}
1	694,0	21,96	Média (MPa)	12,71	Média (MPa)
2	730,5	23,11	24,06	13,38	13,92
3	850,0	26,90	Desvio (MPa)	15,56	Desvio (MPa)
4	878,0	27,78	2,75	16,08	1,60
5	753,0	23,82	CV (%)	13,79	CV (%)
6	656,5	20,77	11,46	12,02	11,46

Tabela A.05- Resistência à compressão dos blocos de concreto B2, 2º ensaio

Bloco	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{liq} (316 cm ²)	Estatística A_{liq}	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)	Estatística A_{br}
1	677,0	21,42	Média (MPa)	12,40	Média (MPa)
2	665,2	21,05	20,70	12,18	11,98
3	573,8	18,15	Desvio (MPa)	10,51	Desvio (MPa)
4	676,4	21,40	1,28	12,38	0,74
5	680,0	21,51	CV (%)	12,45	CV (%)
6	652,4	20,64	6,21	11,94	6,21

Tabela A.06- Resistência à compressão dos blocos de concreto B2, 3º ensaio

Bloco	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{liq} (316 cm ²)	Estatística A_{liq}	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)	Estatística A_{br}
1	884,4	27,98	Média (MPa)	16,19	Média (MPa)
2	826,4	26,15	27,42	15,13	15,86
3	888,0	28,10	Desvio (MPa)	16,26	Desvio (MPa)
4	826,2	26,14	1,00	15,13	0,58
5	876,2	27,72	CV (%)	16,04	CV (%)
6	897,4	28,39	3,67	16,43	3,67

Tabela A.07- Resistência à compressão dos blocos de concreto B3, 1º ensaio

Bloco	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{liq} (316 cm ²)	Estatística A_{liq}	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)	Estatística A_{br}
1	1119,0	35,41	Média (MPa)	20,49	Média (MPa)
2	1119,0	35,41	33,52	20,49	19,40
3	1144,0	36,20	Desvio (MPa)	20,95	Desvio (MPa)
4	881,5	27,89	3,16	16,14	1,83
5	1003,0	31,74	CV (%)	18,37	CV (%)
6	1090,0	34,49	9,44	19,96	9,44

Tabela A.08- Resistência à compressão dos blocos de concreto B3, 2º ensaio

Bloco	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{liq} (316 cm ²)	Estatística A_{liq}	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)	Estatística A_{br}
1	1172,0	37,08	Média (MPa)	21,46	Média (MPa)
2	1196,5	37,86	35,46	21,91	20,52
3	1156,5	36,60	Desvio (MPa)	21,18	Desvio (MPa)
4	1036,5	32,80	2,47	18,98	1,43
5	1155,0	36,55	CV (%)	21,15	CV (%)
6	1008,0	31,90	6,98	18,46	6,98

Tabela A.09- Resistência à compressão dos blocos de concreto B3, 3° ensaio

Bloco	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{liq} (316 cm ²)	Estatística A_{liq}	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)	Estatística A_{br}
1	913,0	28,98	Média (MPa)	16,72	Média (MPa)
2	972,2	30,76	28,98	17,80	16,77
3	981,2	31,05	Desvio (MPa)	17,97	Desvio (MPa)
4	960,2	30,38	2,13	17,58	1,23
5	829,4	26,54	CV (%)	15,19	CV (%)
6	839,8	26,57	7,35	15,38	7,35

Tabela A.10 – Resistência à tração dos blocos de concreto B1, 1° ensaio

Bloco	Carga (kN)	Resistência à tração (MPa)	Estatística
1	37,80	0,90	Média (MPa)
2	39,40	0,94	0,88
3	35,50	0,85	Desvio (MPa)
4	32,85	0,78	0,06
5	39,35	0,94	CV (%)
6	37,30	0,89	6,77

Tabela A.11 – Resistência à tração dos blocos de concreto B1, 2° ensaio

Bloco	Carga (kN)	Resistência à tração (MPa)	Estatística
1	41,75	1,00	Média (MPa)
2	34,00	0,81	0,86
3	30,80	0,73	Desvio (MPa)
4	35,75	0,85	8,91
5	38,25	0,91	CV (%)
6	36,55	0,87	10,29

Tabela A.12 – Resistência à tração dos blocos de concreto B1, 3° ensaio

Bloco	Carga (kN)	Resistência à tração (MPa)	Estatística
1	42,40	1,01	Média (MPa)
2	37,50	0,90	0,98
3	41,95	1,00	Desvio (MPa)
4	35,25	0,84	9,60
5	46,60	1,11	CV (%)
6	42,00	1,00	9,80

Tabela A.13 – Resistência à tração dos blocos de concreto B2, 1º ensaio

Bloco	Carga (kN)	Resistência à tração (MPa)	Estatística
1	66,90	1,60	Média (MPa)
2	65,45	1,56	1,59
3	79,85	1,91	Desvio (MPa)
4	72,50	1,73	0,21
5	60,10	1,43	CV (%)
6	55,65	1,33	12,95

Tabela A.14 – Resistência à tração dos blocos de concreto B2, 2º ensaio

Bloco	Carga (kN)	Resistência à tração (MPa)	Estatística
1	48,00	1,15	Média (MPa)
2	44,05	1,05	1,17
3	38,85	0,93	Desvio (MPa)
4	56,35	1,34	0,16
5	51,45	1,23	CV (%)
6	55,80	1,33	13,95

Tabela A.15 – Resistência à tração dos blocos de concreto B2, 3º ensaio

Bloco	Carga (kN)	Resistência à tração (MPa)	Estatística
1	70,20	1,68	Média (MPa)
2	57,60	1,38	1,56
3	68,25	1,63	Desvio (MPa)
4	64,10	1,53	0,15
5	58,80	1,40	CV (%)
6	73,50	1,75	9,63

Tabela A.16 – Resistência à tração dos blocos de concreto B3, 1º ensaio

Bloco	Carga (kN)	Resistência à tração (MPa)	Estatística
1	93,80	2,24	Média (MPa)
2	84,85	2,03	2,17
3	94,20	2,25	Desvio (MPa)
4	91,85	2,20	9,48
5	86,55	2,07	CV (%)
6	92,65	2,21	4,36

Tabela A.17 – Resistência à tração dos blocos de concreto B3, 2º ensaio

Bloco	Carga (kN)	Resistência à tração (MPa)	Estatística
1	55,10	1,31	Média (MPa)
2	58,00	1,38	1,51
3	71,45	1,71	Desvio (MPa)
4	69,70	1,67	0,22
5	73,80	1,76	CV (%)
6	52,35	1,25	14,67

Tabela A.18 – Resistência à tração dos blocos de concreto B3, 3º ensaio

Bloco	Carga (kN)	Resistência à tração (MPa)	Estatística
1	68,10	1,63	Média (MPa)
2	71,70	1,71	1,59
3	67,80	1,62	Desvio (MPa)
4	64,10	1,53	0,14
5	55,55	1,32	CV (%)
6	71,80	1,72	9,14

Tabela A.19 – Resultados individuais de absorção, massa específica, volume e umidade dos blocos B1

Ensaio	CP	Massa em gramas				Volume cm3	Massa específica (g/m3)			Absorção (%)	Umidade (%)
		Seca ao Ar	Seca em Estufa	Saturada	Imersa		Seca ao Ar	Seca em Estufa	Saturada		
1	1	12020	11860	12720	6845	5875	2,05	2,02	2,17	7,25	18,60
1	2	12300	12080	13000	6965	6035	2,04	2,00	2,15	7,62	23,91
1	3	12100	11880	12760	6870	5890	2,05	2,02	2,17	7,41	25,00
1	4	11640	11520	12560	6665	5895	1,97	1,95	2,13	9,03	11,54
1	5	12060	11860	12720	6845	5875	2,05	2,02	2,17	7,25	23,26
1	6	11940	11760	12640	6770	5870	2,03	2,00	2,15	7,48	20,45
Média 1		12010,00	11826,67	12733,33	6826,67	5906,67	2,03	2,00	2,16	7,67	20,46
2	1	11660	11460	12300	6735	5565	2,10	2,06	2,21	7,33	23,81
2	2	12060	11720	12620	6975	5645	2,14	2,08	2,24	7,68	37,78
2	3	12200	11820	12820	7055	5765	2,12	2,05	2,22	8,46	38,00
2	4	11700	11400	12320	6735	5585	2,09	2,04	2,21	8,07	32,61
2	5	11940	11640	12560	6925	5635	2,12	2,07	2,23	7,90	32,61
2	6	11660	11380	12260	6745	5515	2,11	2,06	2,22	7,73	31,82
Média 2		11870,00	11570,00	12480,00	6861,67	5618,33	2,11	2,06	2,22	7,87	32,77
3	1	11840	11520	12540	6750	5790	2,04	1,99	2,17	8,85	31,37
3	2	12000	11660	12600	6825	5775	2,08	2,02	2,18	8,06	36,17
3	3	11720	11380	12420	6690	5730	2,05	1,99	2,17	9,14	32,69
3	4	12020	11720	12640	6855	5785	2,08	2,03	2,18	7,85	32,61
3	5	11000	10660	11800	6290	5510	2,00	1,93	2,14	10,69	29,82
3	6	12100	11700	12680	6885	5795	2,09	2,02	2,19	8,38	40,82
Média 3		11780,00	11440,00	12446,67	6715,83	5730,83	2,06	2,00	2,17	8,80	33,91
Média total		11886,67	11612,22	12553,33	6801,39	5751,94	2,07	2,02	2,18	8,10	29,05

Absorção= [(massa saturada - massa seca em estufa)/ massa seca em estufa] . 100

Volume= massa saturada - massa imersa

Massa específica= massa seca ao ar/volume

Umidade= (massa seca ao ar - massa seca estufa/ massa saturada - massa seca ao ar).100

Tabela A.20 – Resultados individuais de absorção, massa específica e umidade dos blocos B2

Ensaio	CP	Massa em gramas				Volume cm3	Massa específica em g/m3			Absorção (%)	Umidade (%)
		Seca ao Ar	Seca em Estufa	Saturada	Imersa		Seca ao Ar	Seca em Estufa	Saturada		
1	1	12560	12200	12980	7150	5830	2,15	2,09	2,23	6,39	46,15
1	2	13080	12740	13540	7460	6080	2,15	2,10	2,23	6,28	42,50
1	3	12420	12040	12860	7045	5815	2,14	2,07	2,21	6,81	46,34
1	4	12660	12280	13140	7195	5945	2,13	2,07	2,21	7,00	44,19
1	5	13060	12680	13540	7440	6100	2,14	2,08	2,22	6,78	44,19
1	6	12960	12580	13380	7365	6015	2,15	2,09	2,22	6,36	47,50
Média 1		12790,00	12420,00	13240,00	7275,83	5964,17	2,14	2,08	2,22	6,60	45,14
2	1	12340	11860	12920	7040	5880	2,10	2,02	2,20	8,94	45,28
2	2	12140	11660	12760	6935	5825	2,08	2,00	2,19	9,43	43,64
2	3	12540	12040	13080	7145	5935	2,11	2,03	2,20	8,64	48,08
2	4	12300	11860	12840	7045	5795	2,12	2,05	2,22	8,26	44,90
2	5	12520	12000	13000	7130	5870	2,13	2,04	2,21	8,33	52,00
2	6	12480	12020	12980	7080	5900	2,12	2,04	2,20	7,99	47,92
Média 2		12386,67	11906,67	12930,00	7062,50	5867,50	2,11	2,03	2,20	8,59	46,97
3	1	12740	12360	13080	7260	5820	2,19	2,12	2,25	5,83	52,78
3	2	12860	12420	13140	7245	5895	2,18	2,11	2,23	5,80	61,11
3	3	12960	12500	13200	7390	5810	2,23	2,15	2,27	5,60	65,71
3	4	12920	12440	13200	7355	5845	2,21	2,13	2,26	6,11	63,16
3	5	12840	12340	13120	7310	5810	2,21	2,12	2,26	6,32	64,10
3	6	12920	12440	13160	7350	5810	2,22	2,14	2,27	5,79	66,67
Média 3		12873,33	12416,67	13150,00	7318,33	5831,67	2,21	2,13	2,25	5,91	62,26
Média total		12683,33	12247,78	13106,66	7218,88	5867,78	2,15	2,08	2,23	7,01	51,45

Absorção= [massa saturada - massa seca em estufa]/ massa seca em estufa] . 100

Volume= massa saturada - massa imersa

Massa específica= massa seca ao ar/volume

Umidade= (massa seca ao ar - massa seca estufa/ massa saturada - massa seca ao ar).100

Tabela A.21 – Resultados individuais de absorção, massa específica, umidade e volume dos blocos B3

Ensaio	CP	Massa em gramas				Volume cm3	Massa específica em g/m3			Absorção (%)	Umidade (%)
		Seca ao Ar	Seca em Estufa	Saturada	Imersa		Seca ao Ar	Seca em Estufa	Saturada		
1	1	13400	12960	13700	7700	6000	2,23	2,16	2,28	5,71	59,46
1	2	13100	12680	13380	7500	5880	2,23	2,16	2,28	5,52	60,00
1	3	13360	13000	13720	7720	6000	2,23	2,17	2,29	5,54	50,00
1	4	13340	12900	13660	7650	6010	2,22	2,15	2,27	5,89	57,89
1	5	13240	12900	13620	7640	5980	2,21	2,16	2,28	5,58	47,22
1	6	13160	12740	13440	7550	5890	2,23	2,16	2,28	5,49	60,00
Média 1		13266,67	12863,33	13586,67	7626,67	5960,00	2,23	2,16	2,28	5,62	55,76
2	1	13480	13040	13820	7700	6120	2,20	2,13	2,26	5,98	56,41
2	2	13440	12980	13740	7685	6055	2,22	2,14	2,27	5,86	60,53
2	3	13240	12780	13500	7545	5955	2,22	2,15	2,27	5,63	63,89
2	4	13460	12920	13700	7660	6040	2,23	2,14	2,27	6,04	69,23
2	5	13480	12980	13760	7650	6110	2,21	2,12	2,25	6,01	64,10
2	6	13120	12620	13380	7465	5915	2,22	2,13	2,26	6,02	65,79
Média 2		13370,00	12886,67	13650,00	7617,50	6032,50	2,22	2,14	2,26	5,92	63,32
3	1	12900	12480	13260	7450	5810	2,22	2,15	2,28	6,25	53,85
3	2	12760	12360	13140	7360	5780	2,21	2,14	2,27	6,31	51,28
3	3	12760	12400	13180	7365	5815	2,19	2,13	2,27	6,29	46,15
3	4	12880	12500	13280	7465	5815	2,21	2,15	2,28	6,24	48,72
3	5	12920	12540	13260	7460	5800	2,23	2,16	2,29	5,74	52,78
3	6	12800	12380	13180	7360	5820	2,20	2,13	2,26	6,46	52,50
Média 3		12836,67	12443,33	13216,67	7410,00	5806,67	2,21	2,14	2,28	6,21	50,88
Média total		13157,78	12731,11	13484,45	7551,39	5933,06	2,22	2,15	2,27	5,92	56,65

Absorção= [massa saturada - massa seca em estufa]/ massa seca em estufa] . 100

Volume= massa saturada - massa imersa

Massa específica= massa seca ao ar/volume

Umidade= (massa seca ao ar - massa seca estufa/ massa saturada - massa seca ao ar).100

Tabela A.22 – Cálculo do módulo de elasticidade dos blocos (E_b), ACI –
Building Code 318

Bloco	B1	B2	B3
Fórmula	$0,0428 \cdot f_b^{1/2} \cdot w_b^{1,5}$	$0,0428 \cdot f_b^{1/2} \cdot w_b^{1,5}$	$0,0428 \cdot f_b^{1/2} \cdot w_b^{1,5}$
Apresentação	$0,0428 \cdot 14,86^{1/2} \cdot 2070^{1,5}$	$0,0428 \cdot 24,06^{1/2} \cdot 2150^{1,5}$	$0,0428 \cdot 32,65^{1/2} \cdot 2220^{1,5}$
Módulo de elast. (MPa)	15538,48	20929,04	25580,84

w_b = peso unitário do bloco em Kg/m^3 ;

f_b = resistência à compressão do bloco em MPa

ANEXOS B

Tabela B.01 – Resistência à compressão da argamassa utilizada na série dos prismas B1-A1-AT

Tipo: A1 (iii)		Traço vol.: 1:1:6	Traço massa: 1:0,58:7,54
$f_{a/c}$: 1,73		IC:285 mm	
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	8,58	4,37
2		7,80	3,97
3		6,72	3,42
4		8,00	4,07
5		6,80	3,46
6		8,10	4,12
Média (MPa)		Desvio Padrão (MPa)	Coef. Variação (%)
3,90		0,38	9,75

Tabela B.02 – Resistência à compressão da argamassa utilizada na série dos prismas B2-A1-AT

Tipo: A1 (iii)		Traço vol.: 1:1:6	Traço massa: 1:0,58:7,54
$f_{a/c}$: 1,73		IC:288 mm	
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	10,72	5,46
2		11,18	5,69
3		11,58	5,90
4		11,06	5,63
5		10,84	5,52
6		10,22	5,20
Média (MPa)		Desvio Padrão (MPa)	Coef. Variação (%)
5,57		0,23	4,20

Tabela B.03 – Resistência à compressão da argamassa utilizada na série dos prismas B3-A1-AT

Tipo: A1 (iii)		Traço vol.: 1:1:6	Traço massa: 1:0,58:7,54
$f_{a/c}$: 1,71		IC:263 mm	
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	7,28	3,71
2		6,90	3,51
3		8,10	4,12
4		7,50	3,82
5		7,74	3,94
6		7,22	3,68
Média (MPa)		Desvio Padrão (MPa)	Coef. Variação (%)
3,80		0,21	5,66

Tabela B.04 – Resistência à compressão da argamassa utilizada na série dos prismas B1-A2-AT

Tipo: A2 (ii)		Traço vol.: 1:0,5:4,5	Traço massa: 1:0,29:5,65
$f_{a/c}$: 1,24		IC:284,5 mm	
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	16,22	8,26
2		13,18	6,71
3		14,82	7,55
4		15,78	8,04
5		16,32	8,31
6		14,18	7,22
Média (MPa)		Desvio Padrão (MPa)	Coef. Variação (%)
7,68		0,64	8,29

Tabela B.05 – Resistência à compressão da argamassa utilizada na série dos prismas B2-A2-AT

Tipo: A2 (ii)		Traço vol.: 1:0,5:4,5	Traço massa: 1:0,29:5,65
$f_{a/c}$: 1,22		IC:269,5 mm	
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	13,46	6,85
2		14,49	7,35
3		15,14	7,71
4		14,54	7,41
5		15,26	7,78
6		14,24	7,25
Média (MPa)		Desvio Padrão (MPa)	Coef. Variação (%)
7,39		0,33	4,51

Tabela B.06 – Resistência à compressão da argamassa utilizada na série dos prismas B3-A2-AT

Tipo: A2 (ii)		Traço vol.: 1:0,5:4,5	Traço massa: 1:0,29:5,65
$f_{a/c}$: 1,22		IC:290,5 mm	
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	15,46	7,87
2		15,62	7,96
3		14,84	7,56
4		15,62	7,96
5		14,86	7,57
6		15,56	7,92
Média (MPa)		Desvio Padrão (MPa)	Coef. Variação (%)
7,81		0,19	2,44

Tabela B.07 – Resistência à compressão da argamassa utilizada na série dos prismas B1-A1-AL

Tipo: A1 (iii)		Traço vol.: 1:1:6	Traço massa: 1:0,58:7,54
$f_{a/c}$: 1,74		IC:287,7 mm	
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	10,20	5,20
2		8,76	4,46
3		9,48	4,83
Média (MPa) 4,83		Desvio Padrão (MPa) 0,37	Coef. Variação (%) 7,60

Tabela B.08 – Resistência à compressão da argamassa utilizada na série dos prismas B2-A1-AL

Tipo: A1 (iii)		Traço vol.: 1:1:6	Traço massa: 1:0,58:7,54
$f_{a/c}$: 1,70		IC:302,5 mm	
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	7,52	3,83
2		8,14	4,14
3		7,34	3,74
Média (MPa) 3,90		Desvio Padrão (MPa) 0,21	Coef. Variação (%) 5,47

Tabela B.09 – Resistência à compressão da argamassa utilizada na série dos prismas B3-A1-AL

Tipo: A1 (iii)		Traço vol.: 1:1:6	Traço massa: 1:0,58:7,54
$f_{a/c}$: 1,74		IC:295 mm	
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	7,84	4,00
2		8,32	4,23
3		9,02	4,59
Média (MPa) 4,27		Desvio Padrão (MPa) 0,30	Coef. Variação (%) 7,07

Tabela B.10 – Resistência à compressão da argamassa utilizada na série dos prismas B1-A2-AL

Tipo: A2 (ii)		Traço vol.: 1:0,5:4,5	Traço massa: 1:0,29:5,65
$f_{a/c}$: 1,25		IC:315 mm	
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	16,16	8,23
2		15,86	8,08
3		14,52	7,39
Média (MPa) 7,90		Desvio Padrão (MPa) 0,44	Coef. Variação (%) 5,63

Tabela B.11 – Resistência à compressão da argamassa utilizada na série dos prismas B2-A2-AL

Tipo: A2 (ii)		Traço vol.: 1:0,5:4,5	Traço massa: 1:0,29:5,65
$f_{a/c}$: 1,34		IC:291,5 mm	
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	19,98	10,18
2		19,20	9,78
3		18,82	9,58
Média (MPa) 9,84		Desvio Padrão (MPa) 0,30	Coef. Variação (%) 3,05

Tabela B.12 – Resistência à compressão da argamassa utilizada na série dos prismas B3-A2-AL

Tipo: A2 (ii)		Traço vol.: 1:0,5:4,5	Traço massa: 1:0,29:5,65
$f_{a/c}$: 1,28		IC:315 mm	
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	13,62	6,94
2		14,92	7,60
3		13,54	6,89
Média (MPa) 7,14		Desvio Padrão (MPa) 0,39	Coef. Variação (%) 5,52

Tabela B.13 – Cargas, tensões e deformações para a execução do gráfico tensão x deformação da argamassa A1

Argamassa - A1 (iii)		
Carga (KN)	Tensão (MPa)	Deformação
1,0	0,13	0,0000000
2,0	0,25	0,0000000
3,0	0,38	0,0000125
4,0	0,51	0,0000250
5,2	0,66	0,0000375
6,2	0,79	0,0000500
7,0	0,89	0,0000500
8,0	1,02	0,0000625
9,0	1,15	0,0000750
10,2	1,30	0,0001000
12,2	1,55	0,0001250
14,4	1,83	0,0001500
16,4	2,09	0,0001750
18,0	2,29	0,0002000
20,4	2,60	0,0002250
22,4	2,85	0,0002625
24,2	3,08	0,0003000
26,0	3,31	0,0003250
28,0	3,57	0,0003875
30,0	3,82	0,0004375
32,2	4,10	0,0005250
34,0	4,33	0,0006125
36,2	4,61	0,0007625
38,4	4,89	0,0013125

Tabela B.14 – Cargas, tensões e deformações para a execução do gráfico tensão x deformação da argamassa A2

Argamassa - A2 (ii)		
Carga (KN)	Tensão (MPa)	Deformação
1,0	0,13	0,0000000
2,0	0,25	0,0000125
3,0	0,38	0,0000125
4,0	0,51	0,0000250
5,0	0,64	0,0000250
6,0	0,76	0,0000375
7,0	0,89	0,0000375
8,2	1,04	0,0000500
9,0	1,15	0,0000625
10,0	1,27	0,0000625
12,8	1,63	0,0001000
14,0	1,78	0,0001000
16,2	2,06	0,0001250
18,2	2,32	0,0001375
20,6	2,62	0,0001500
22,0	2,80	0,0001625
24,2	3,08	0,0001875
26,2	3,34	0,0002125
28,6	3,64	0,0002375
30,2	3,85	0,0002500
32,2	4,10	0,0002875
34,2	4,35	0,0003125
36,0	4,58	0,0003375
38,0	4,84	0,0003750
40,2	5,12	0,0004250
42,2	5,37	0,0004750
44,0	5,60	0,0005500
46,0	5,86	0,0006750
48,6	6,19	0,0015125

ANEXOS C

Tabela C.01 – Resistência à compressão do graute G1 moldado nos prismas

B1-A1-G1-AT

Traço massa: 1:1:6		$f_{a/c}$: 1,53	Slump: -
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	13,88	7,07
2		15,84	8,07
3		14,78	7,53
Média (MPa) 7,55		Desvio Padrão (MPa) 0,50	Coef. Variação (%) 6,61

Tabela C.02 – Resistência à compressão do graute G2 moldado nos prismas

B1-A1-G2-AT

Traço massa: 1:3,08:2,72		$f_{a/c}$: 0,85	Slump: 17,0 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	113,9	14,50
2		108,6	13,82
3		104,1	13,25
Média (MPa) 13,86		Desvio Padrão (MPa) 0,62	Coef. Variação (%) 4,50

Tabela C.03 – Resistência à compressão do graute G3 moldado nos prismas

B1-A1-G3-AT

Traço massa: 1:1,98:1,98		$f_{a/c}$: 0,58	Slump: 17,0 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	213,5	27,18
2		213,4	27,17
3		212,2	27,02
Média (MPa) 27,12		Desvio Padrão (MPa) 0,09	Coef. Variação (%) 0,34

Tabela C.04 – Resistência à compressão do graute G2 moldado nos prismas

B1-A1-G4-AT

Traço massa: 1:1,29:1,52		$f_{a/c}$: 0,47	Slump: 17,3 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	291,0	37,05
2		313,7	39,94
3		290,9	37,04
Média (MPa) 38,01		Desvio Padrão (MPa) 1,67	Coef. Variação (%) 4,40

Tabela C.05 – Resistência à compressão do graute G1 moldado nos prismas

B2-A1-G1-AT

Traço massa: 1:1:6		$f_{a/c}$: 1,57	Slump: -
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	15,24	7,76
2		15,78	8,04
3		15,02	7,65
Média (MPa) 7,81		Desvio Padrão (MPa) 0,20	Coef. Variação (%) 2,55

Tabela C.06 – Resistência à compressão do graute G2 moldado nos prismas

B2-A1-G2-AT

Traço massa: 1:3,08:2,72		$f_{a/c}$: 0,85	Slump: 17,4 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	108,3	13,79
2		115,3	14,68
3		118,4	15,07
Média (MPa) 14,51		Desvio Padrão (MPa) 0,65	Coef. Variação (%) 4,54

Tabela C.07 – Resistência à compressão do graute G3 moldado nos prismas

B2-A1-G3-AT

Traço massa: 1:1,98:1,98		$f_{a/c}$: 0,57	Slump: 17,2 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	213,2	27,14
2		211,6	26,94
3		216,7	27,60
Média (MPa) 27,22		Desvio Padrão (MPa) 0,33	Coef. Variação (%) 1,22

Tabela C.08 – Resistência à compressão do graute G4 moldado nos prismas

B2-A1-G4-AT

Traço massa: 1:1,29:1,52		$f_{a/c}$: 0,46	Slump: 19,0 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	300,5	38,26
2		299,6	38,14
3		302,3	38,48
Média (MPa) 38,30		Desvio Padrão (MPa) 0,17	Coef. Variação (%) 0,45

Tabela C.09 – Resistência à compressão do graute G1 moldado nos prismas

B3-A1-G1-AT

Traço massa: 1:1:6		$f_{a/c}$: 1,53	Slump: -
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	13,96	7,11
2		14,72	7,50
3		14,93	7,59
Média (MPa) 7,40		Desvio Padrão (MPa) 0,25	Coef. Variação (%) 3,43

Tabela C.10 – Resistência à compressão do graute G2 moldado nos prismas

B3-A1-G2-AT

Traço massa: 1:3,08:2,72		$f_{a/c}$: 0,85	Slump: 16,5 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	101,0	12,86
2		105,9	13,48
3		101,7	12,94
Média (MPa) 13,10		Desvio Padrão (MPa) 0,33	Coef. Variação (%) 2,57

Tabela C.11 – Resistência à compressão do graute G3 moldado nos prismas

B3-A1-G3-AT

Traço massa: 1:1,98:1,98		$f_{a/c}$: 0,58	Slump: 16,5 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	209,4	26,66
2		228,8	29,13
3		204,3	26,01
Média (MPa) 27,27		Desvio Padrão (MPa) 1,64	Coef. Variação (%) 6,03

Tabela C.12 – Resistência à compressão do graute G4 moldado nos prismas

B3-A1-G4-AT

Traço massa: 1:1,29:1,52		$f_{a/c}$: 0,47	Slump: 16,5 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	336,4	42,83
2		308,6	39,29
3		288,2	36,69
Média (MPa) 39,60		Desvio Padrão (MPa) 3,08	Coef. Variação (%) 7,77

Tabela C.13 – Resistência à compressão do graute G1 moldado nos prismas

B1-A2-G1-AT

Traço massa: 1:1:6		$f_{a/c}$: 1,62	Slump: -
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	12,68	6,46
2		12,16	6,20
3		12,68	6,46
Média (MPa) 6,37		Desvio Padrão (MPa) 0,15	Coef. Variação (%) 2,4

Tabela C.14 – Resistência à compressão do graute G2 moldado nos prismas

B1-A2-G2-AT

Traço massa: 1:3,08:2,72		$f_{a/c}$: 0,78	Slump: 10,5 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	115,2	14,66
2		120,3	15,32
3		120,1	15,30
Média (MPa) 15,1		Desvio Padrão (MPa) 0,37	Coef. Variação (%) 2,43

Tabela C.15 – Resistência à compressão do graute G3 moldado nos prismas

B1-A2-G3-AT

Traço massa: 1:1,98:1,98		$f_{a/c}$: 0,56	Slump: 17,0 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	210,6	26,81
2		212,4	27,04
3		208,2	26,51
Média (MPa) 26,79		Desvio Padrão (MPa) 0,27	Coef. Variação (%) 1,0

Tabela C.16 – Resistência à compressão do graute G4 moldado nos prismas

B1-A2-G4-AT

Traço massa: 1:1,29:1,52		$f_{a/c}$: 0,45	Slump: 19,0 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	284,6	36,23
2		289,4	36,84
3		298,2	37,96
Média (MPa) 37,01		Desvio Padrão (MPa) 0,88	Coef. Variação (%) 2,37

Tabela C.17 – Resistência à compressão do graute G1 moldado nos prismas

B2-A2-G1-AT

Traço massa: 1:1:6		$f_{a/c}$: 1,68	Slump: -
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	12,70	6,47
2		12,96	6,60
3		13,40	6,82
Média (MPa) 6,63		Desvio Padrão (MPa) 0,18	Coef. Variação (%) 2,71

Tabela C.18 – Resistência à compressão do graute G2 moldado nos prismas

B2-A2-G2-AT

Traço massa: 1:3,08:2,72		$f_{a/c}$: 0,69	Slump: 16,0 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	118,0	15,02
2		106,3	13,53
3		121,6	15,48
Média (MPa) 14,70		Desvio Padrão (MPa) 1,01	Coef. Variação (%) 6,93

Tabela C.19 – Resistência à compressão do graute G3 moldado nos prismas

B2-A2-G3-AT

Traço massa: 1:1,98:1,98		$f_{a/c}$: 0,55	Slump: 19,0 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	187,4	23,86
2		205,8	26,20
3		197,8	25,18
Média (MPa) 25,08		Desvio Padrão (MPa) 1,17	Coef. Variação (%) 4,68

Tabela C.20 – Resistência à compressão do graute G4 moldado nos prismas

B2-A2-G4-AT

Traço massa: 1:1,29:1,52		$f_{a/c}$: 0,42	Slump: 17,0 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	262,8	33,46
2		285,0	36,28
3		274,8	35,00
Média (MPa) 34,91		Desvio Padrão (MPa) 1,41	Coef. Variação (%) 4,05

Tabela C.21 – Resistência à compressão do graute G1 moldado nos prismas

B3-A2-G1-AT

Traço massa: 1:1:6		$f_{a/c}$: 1,56	Slump: -
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	13,08	6,66
2		13,36	6,80
3		13,58	6,91
Média (MPa) 6,79		Desvio Padrão (MPa) 0,12	Coef. Variação (%) 1,87

Tabela C.22 – Resistência à compressão do graute G2 moldado nos prismas

B3-A2-G2-AT

Traço massa: 1:3,08:2,72		$f_{a/c}$: 0,77	Slump: 11,0 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	132,2	16,83
2		124,6	15,86
3		129,0	16,42
Média (MPa) 16,37		Desvio Padrão (MPa) 0,48	Coef. Variação (%) 2,96

Tabela C.23 – Resistência à compressão do graute G3 moldado nos prismas

B3-A2-G3-AT

Traço massa: 1:1,98:1,98		$f_{a/c}$: 0,39	Slump: 17,0 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	222,0	28,26
2		222,6	28,34
3		206,8	26,33
Média (MPa) 27,64		Desvio Padrão (MPa) 1,14	Coef. Variação (%) 4,12

Tabela C.24 – Resistência à compressão do graute G4 moldado nos prismas

B3-A2-G4-AT

Traço massa: 1:1,29:1,52		$f_{a/c}$: 0,39	Slump: 16,0 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	323,6	41,20
2		326,	41,50
3		307,4	39,14
Média (MPa) 40,62		Desvio Padrão (MPa) 1,28	Coef. Variação (%) 3,17

Tabela C.25 – Resistência à compressão do graute G1 moldado nos prismas

B1-A1-G1-AL

Traço massa: 1:1:6		$f_{a/c}$: 1,62	Slump: -
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	14,28	7,27
2		13,10	6,67
3		14,86	7,57
Média (MPa) 7,17		Desvio Padrão (MPa) 0,45	Coef. Variação (%) 6,37

Tabela C.26 – Resistência à compressão do graute G2 moldado nos prismas

B1-A1-G2-AL

Traço massa: 1:3,08:2,72		$f_{a/c}$: 0,85	Slump: 17,0 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	120,1	15,29
2		119,8	15,25
3		114,1	14,52
Média (MPa) 15,02		Desvio Padrão (MPa) 0,43	Coef. Variação (%) 2,86

Tabela C.27 – Resistência à compressão do graute G3 moldado nos prismas

B1-A1-G3-AL

Traço massa: 1:1,98:1,98		$f_{a/c}$: 0,59	Slump: 17,0 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	203,4	25,89
2		190,2	24,21
3		213,8	27,22
Média (MPa) 25,78		Desvio Padrão (MPa) 1,5	Coef. Variação (%) 5,84

Tabela C.28 – Resistência à compressão do graute G4 moldado nos prismas

B1-A1-G4-AL

Traço massa: 1:1,29:1,52		$f_{a/c}$: 0,46	Slump: 17,0 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	262,4	33,41
2		287,0	36,54
3		249,4	31,75
Média (MPa) 33,90		Desvio Padrão (MPa) 2,43	Coef. Variação (%) 7,17

Tabela C.29 – Resistência à compressão do graute G1 moldado nos prismas

B2-A1-G1-AL

Traço massa: 1:1:6		$f_{a/c}$: 1,57	Slump: -
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	13,58	6,91
2		13,24	6,74
3		14,12	7,19
Média (MPa) 6,95		Desvio Padrão (MPa) 0,22	Coef. Variação (%) 3,25

Tabela C.30 – Resistência à compressão do graute G2 moldado nos prismas

B2-A1-G2-AL

Traço massa: 1:3,08:2,72		$f_{a/c}$: 0,85	Slump: 17,5 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	109,4	13,92
2		98,9	12,59
3		98,2	12,50
Média (MPa) 13,0		Desvio Padrão (MPa) 0,8	Coef. Variação (%) 6,14

Tabela C.31 – Resistência à compressão do graute G3 moldado nos prismas

B2-A1-G3-AL

Traço massa: 1:1,98:1,98		$f_{a/c}$: 0,56	Slump: 16,5 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	207,2	26,38
2		160,4	20,42
3		193,8	24,67
Média (MPa) 23,82		Desvio Padrão (MPa) 3,06	Coef. Variação (%) 12,88

Tabela C.32 – Resistência à compressão do graute G4 moldado nos prismas

B2-A1-G4-AL

Traço massa: 1:1,29:1,52		$f_{a/c}$: 0,45	Slump: 18,0 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	249,2	31,73
2		273,8	34,86
3		240,8	30,66
Média (MPa) 32,41		Desvio Padrão (MPa) 2,18	Coef. Variação (%) 6,73

Tabela C.33 – Resistência à compressão do graute G1 moldado nos prismas

B3-A1-G1-AL

Traço massa: 1:1:6		$f_{a/c}$: 1,57	Slump: -
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	16,88	8,60
2		15,02	7,65
3		16,56	8,43
Média (MPa) 8,22		Desvio Padrão (MPa) 0,5	Coef. Variação (%) 6,15

Tabela C.34 – Resistência à compressão do graute G2 moldado nos prismas

B3-A1-G2-AL

Traço massa: 1:3,08:2,72		$f_{a/c}$: 0,85	Slump: 16,3 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	95,0	12,09
2		98,8	12,58
3		87,2	11,10
Média (MPa) 11,92		Desvio Padrão (MPa) 0,75	Coef. Variação (%) 6,31

Tabela C.35 – Resistência à compressão do graute G3 moldado nos prismas

B3-A1-G3-AL

Traço massa: 1:1,98:1,98		$f_{a/c}$: 0,56	Slump: 16,0 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	158,4	20,16
2		189,2	24,09
3		158,0	20,11
Média (MPa) 21,45		Desvio Padrão (MPa) 2,27	Coef. Variação (%) 10,62

Tabela C.36 – Resistência à compressão do graute G4 moldado nos prismas

B3-A1-G4-AL

Traço massa: 1:1,29:1,52		$f_{a/c}$: 0,45	Slump: 20,0 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	251,0	31,95
2		257,2	32,74
3		242,8	30,91
Média (MPa) 31,86		Desvio Padrão (MPa) 0,92	Coef. Variação (%) 2,88

Tabela C.37 – Resistência à compressão do graute G1 moldado nos prismas

B1-A2-G1-AL

Traço massa: 1:1:6		$f_{a/c}$: 1,57	Slump: -
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	12,20	6,21
2		14,30	7,28
3		12,22	6,22
Média (MPa) 6,57		Desvio Padrão (MPa) 0,61	Coef. Variação (%) 9,35

Tabela C.38 – Resistência à compressão do graute G2 moldado nos prismas

B1-A2-G2-AL

Traço massa: 1:3,08:2,72		$f_{a/c}$: 0,85	Slump: 18,0 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	101,2	12,88
2		97,9	12,46
3		94,2	12,00
Média (MPa) 12,45		Desvio Padrão (MPa) 0,44	Coef. Variação (%) 3,58

Tabela C.39 – Resistência à compressão do graute G3 moldado nos prismas

B1-A2-G3-AL

Traço massa: 1:1,98:1,98		$f_{a/c}$: 0,58	Slump: 18,0 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	239,6	30,50
2		209,0	26,61
3		221,2	28,16
Média (MPa) 28,42		Desvio Padrão (MPa) 1,96	Coef. Variação (%) 6,9

Tabela C.40 – Resistência à compressão do graute G4 moldado nos prismas

B1-A2-G4-AL

Traço massa: 1:1,29:1,52		$f_{a/c}$: 0,45	Slump: 18,5 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	280,0	35,65
2		278,6	35,47
3		283,0	36,03
Média (MPa) 35,72		Desvio Padrão (MPa) 0,28	Coef. Variação (%) 0,8

Tabela C.41 – Resistência à compressão do graute G1 moldado nos prismas

B2-A2-G1-AL

Traço massa: 1:1:6		$f_{a/c}$: 1,57	Slump: -
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	12,28	6,25
2		12,48	6,35
3		12,14	6,18
Média (MPa) 6,26		Desvio Padrão (MPa) 0,087	Coef. Variação (%) 1,39

Tabela C.42 – Resistência à compressão do graute G2 moldado nos prismas

B2-A2-G2-AL

Traço massa: 1:3,08:2,72		$f_{a/c}$: 0,85	Slump: 18,0 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	102,80	13,08
2		102,25	13,01
3		96,80	12,32
Média (MPa) 12,81		Desvio Padrão (MPa) 0,42	Coef. Variação (%) 3,29

Tabela C.43 – Resistência à compressão do graute G3 moldado nos prismas

B2-A2-G3-AL

Traço massa: 1:1,98:1,98		$f_{a/c}$: 0,57	Slump: 16,0 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	226,2	28,80
2		219,8	27,98
3		225,5	28,71
Média (MPa) 28,5		Desvio Padrão (MPa) 0,44	Coef. Variação (%) 1,56

Tabela C.44 – Resistência à compressão do graute G4 moldado nos prismas

B2-A2-G4-AL

Traço massa: 1:1,29:1,52		$f_{a/c}$: 0,46	Slump: 20,0 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	269,6	34,32
2		275,2	35,04
3		252,5	32,15
Média (MPa) 33,83		Desvio Padrão (MPa) 1,5	Coef. Variação (%) 4,45

Tabela C.45 – Resistência à compressão do graute G1 moldado nos prismas

B3-A2-G1-AL

Traço massa: 1:1:6		$f_{a/c}$: 1,57	Slump: -
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,63	15,76	8,02
2		16,72	8,51
3		16,58	8,44
Média (MPa) 8,33		Desvio Padrão (MPa) 0,26	Coef. Variação (%) 3,17

Tabela C.46 – Resistência à compressão do graute G2 moldado nos prismas

B3-A2-G2-AL

Traço massa: 1:3,08:2,72		$f_{a/c}$: 0,85	Slump: 17,5 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	112,20	14,28
2		104,75	13,33
3		105,50	13,43
Média (MPa) 13,68		Desvio Padrão (MPa) 0,52	Coef. Variação (%) 3,81

Tabela C.47 – Resistência à compressão do graute G3 moldado nos prismas

B3-A2-G3-AL

Traço massa: 1:1,98:1,98		$f_{a/c}$: 0,57	Slump: 16,5 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	212,3	27,03
2		200,2	25,49
3		189,2	24,09
Média (MPa) 25,53		Desvio Padrão (MPa) 1,47	Coef. Variação (%) 5,76

Tabela C.48 – Resistência à compressão do graute G4 moldado nos prismas

B3-A2-G4-AL

Traço massa: 1:1,29:1,52		$f_{a/c}$: 0,46	Slump: 17,0 cm
CP	Área (cm ²)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	78,54	288,6	36,74
2		279,6	35,60
3		248,5	31,64
Média (MPa) 34,66		Desvio Padrão (MPa) 2,67	Coef. Variação (%) 7,72

Tabela C.49 - Cargas, tensões e deformações para a execução do gráfico tensão x deformação do graute G1

Graute - G1		
Carga (KN)	Tensão (MPa)	Deformação
1,0	0,13	0,000000
2,0	0,25	0,000000
3,0	0,38	0,000125
4,2	0,53	0,000250
5,0	0,64	0,000375
6,0	0,76	0,000375
7,0	0,89	0,000500
8,0	1,02	0,000500
9,0	1,15	0,000625
10,6	1,35	0,000750
12,4	1,58	0,001000
14,2	1,81	0,001125
16,0	2,04	0,001250
18,4	2,34	0,001500
20,4	2,60	0,001750
22,4	2,85	0,001875
24,2	3,08	0,002125
26,0	3,31	0,002375
28,0	3,57	0,002750
30,0	3,82	0,003125
32,2	4,10	0,003500
34,2	4,35	0,004125
36,0	4,58	0,004750
38,2	4,86	0,006000
40,2	5,12	0,010000

Tabela C.50 - Cargas, tensões e deformações para a execução do gráfico tensão x deformação do graute G2

Graute -G2		
Carga (KN)	Tensão (MPa)	Deformação
1,6	0,20	0,000000
3,0	0,38	0,000000
5,0	0,64	0,000125
7,0	0,89	0,000125
9,0	1,15	0,000250
10,6	1,35	0,000375
14,4	1,83	0,000500
18,4	2,34	0,000625
22,0	2,80	0,000750
26,2	3,34	0,000875
30,2	3,85	0,001125
34,0	4,33	0,001250
38,0	4,84	0,001375
42,0	5,35	0,001625
46,2	5,88	0,001750
50,0	6,37	0,002000
54,2	6,90	0,002375
58,0	7,38	0,002625
62,2	7,92	0,002875
66,0	8,40	0,003250
70,0	8,91	0,003625
74,0	9,42	0,004125
78,2	9,96	0,004625
82,0	10,44	0,005375
86,2	10,98	0,006375
90,0	11,46	0,008375
91,6	11,66	0,013500

Tabela C.51 - Cargas, tensões e deformações para a execução do gráfico tensão x deformação do graute G3

Graute - G3		
Carga (KN)	Tensão (MPa)	Deformação
1,0	0,13	0,000000
3,0	0,38	0,000125
5,2	0,66	0,000125
7,4	0,94	0,000250
9,0	1,15	0,000250
10,6	1,35	0,000250
20,2	2,57	0,000500
30,0	3,82	0,000750
40,0	5,09	0,001000
50,2	6,39	0,001250
60,2	7,66	0,001500
70,4	8,96	0,001750
80,2	10,21	0,002125
90,2	11,48	0,002375
100,0	12,73	0,002625
110,4	14,06	0,003000
120,2	15,30	0,003375
130,2	16,58	0,003750
140,0	17,83	0,004000
150,8	19,20	0,004500
160,4	20,42	0,004750
170,2	21,67	0,005250
180,0	22,92	0,005750
190,2	24,22	0,006250
200,0	25,46	0,006750
210,2	26,76	0,007500
220,2	28,04	0,008250
230,0	29,28	0,010000

Tabela C.52 - Cargas, tensões e deformações para a execução do gráfico tensão x deformação do graute G4

Graute - G4		
Carga (KN)	Tensão (MPa)	Deformação
1,0	0,13	0,000000
3,0	0,38	0,000125
5,2	0,66	0,000125
7,0	0,89	0,000125
9,6	1,22	0,000250
10,4	1,32	0,000250
20,8	2,65	0,000500
30,4	3,87	0,000625
40,2	5,12	0,000875
50,0	6,37	0,001125
60,0	7,64	0,001375
70,0	8,91	0,001625
80,2	10,21	0,001875
90,2	11,48	0,002125
100,2	12,76	0,002500
110,0	14,01	0,002750
120,0	15,28	0,003000
130,2	16,58	0,003375
140,2	17,85	0,003750
150,0	19,10	0,004000
160,2	20,40	0,004375
170,0	21,65	0,004625
180,0	22,92	0,005000
190,2	24,22	0,005375
200,0	25,46	0,005750
210,4	26,79	0,006125
220,0	28,01	0,006625
230,0	29,28	0,007250
240,0	30,56	0,007875
250,2	31,86	0,008625
260,2	33,13	0,010000

ANEXOS D

Tabela D.001 – Resistência à compressão dos prismas B1-A1-S/G-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{liq} (316 cm ²)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	401,4	12,70	7,35
2	384,0	12,15	7,03
3	397,4	12,58	7,27
Área Líquida		Área Bruta	
Média (MPa)		12,47	Média (MPa) 7,22
Desvio Padrão (MPa)		0,29	Desvio Padrão (MPa) 0,17
CV (%)		2,31	CV (%) 2,31

Tabela D.002 – Resistência à compressão dos prismas B1-A1-G1-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	495,2	9,06
2	509,4	9,32
3	498,0	9,12
Média (MPa)		9,17
Desvio Padrão (MPa)		0,13
CV (%)		1,50

Tabela D.003 – Resistência à compressão dos prismas B1-A1-G2-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	718,0	13,15
2	690,8	12,65
3	708,0	12,96
Média (MPa)		12,92
Desvio Padrão (MPa)		0,25
CV (%)		1,95

Tabela D.004 – Resistência à compressão dos prismas B1-A1-G3-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	880,6	16,13
2	856,6	15,69
3	801,0	14,67
Média (MPa)		15,50
Desvio Padrão (MPa)		0,74
CV (%)		4,82

Tabela D.005 – Resistência à compressão dos prismas B1-A1-G4-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	949,8	17,40
2	942,6	17,26
3	1089,6	19,95
Média (MPa)		18,20
Desvio Padrão (MPa)		1,51
CV (%)		8,33

Tabela D.006 – Resistência à compressão dos prismas B2-A1-S/G-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{liq} (316 cm ²)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	504,2		9,23
2	506,0	15,95	9,26
3	481,6	16,01	8,82
		15,24	
Área Líquida			Área Bruta
Média (MPa)		15,73	Média (MPa) 9,10
Desvio Padrão (MPa)		0,43	Desvio Padrão (MPa) 0,25
CV (%)		2,73	CV (%) 2,73

Tabela D.007 – Resistência à compressão dos prismas B2-A1-G1-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	597,2	10,93
2	578,0	10,58
3	629,4	11,52
Média (MPa)		11,01
Desvio Padrão (MPa)		0,47
CV (%)		4,31

Tabela D.008 – Resistência à compressão dos prismas B2-A1-G2-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	844,2	15,46
2	746,6	13,67
3	768,6	14,07
Média (MPa)		14,40
Desvio Padrão (MPa)		0,93
CV (%)		6,51

Tabela D.009 – Resistência à compressão dos prismas B2-A1-G3-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	939,2	17,20
2	875,8	16,04
3	884,8	16,20
Média (MPa)		16,17
Desvio Padrão (MPa)		0,63
CV (%)		3,81

Tabela D.010 – Resistência à compressão dos prismas B2-A1-G4-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	1000,0	18,31
2	1074,2	19,67
3	1054,0	19,30
Média (MPa)		19,09
Desvio Padrão (MPa)		0,70
CV (%)		3,68

Tabela D.011 – Resistência à compressão dos prismas B3-A1-S/G-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa)	
		A_{liq} (316 cm ²)	A_{br} (546 cm ²)
1	502,0	15,88	9,19
2	583,2	18,45	10,68
3	532,0	16,83	9,74
Área Líquida		Área Bruta	
Média (MPa)		17,06	Média (MPa) 9,87
Desvio Padrão (MPa)		1,30	Desvio Padrão (MPa) 0,75
CV (%)		7,61	CV (%) 7,61

Tabela D.012 – Resistência à compressão dos prismas B3-A1-G1-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	635,6	11,64
2	638,2	11,69
3	629,0	11,52
Média (MPa)		11,61
Desvio Padrão (MPa)		0,08
CV (%)		0,74

Tabela D.013 – Resistência à compressão dos prismas B3-A1-G2-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	847,6	15,52
2	860,0	15,75
3	876,4	16,05
Média (MPa)		15,77
Desvio Padrão (MPa)		0,26
CV (%)		1,68

Tabela D.014 – Resistência à compressão dos prismas B3-A1-G3-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	962,0	17,62
2	893,2	16,35
3	949,6	17,39
Média (MPa)		17,12
Desvio Padrão (MPa)		0,67
CV (%)		3,92

Tabela D.015 – Resistência à compressão dos prismas B3-A1-G4-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	1059,6	19,40
2	1107,0	20,27
3	1153,6	21,12
Média (MPa)		20,27
Desvio Padrão (MPa)		0,86
CV (%)		4,24

Tabela D.016 – Resistência à compressão dos prismas B1-A2-S/G-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{liq} (316 cm ²)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	274,0	8,67	5,02
2	213,0	6,74	3,90
3	272,0	8,60	4,98
Área Líquida		Área Bruta	
Média (MPa)		8,00	Média (MPa) 4,63
Desvio Padrão (MPa)		1,10	Desvio Padrão (MPa) 0,63
CV (%)		13,70	CV (%) 13,70

Tabela D.017 – Resistência à compressão dos prismas B1-A2-G1-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	333,0	6,10
2	287,0	5,25
3	291,0	5,33
Média (MPa)		5,56
Desvio Padrão (MPa)		0,46
CV (%)		8,39

Tabela D.018 – Resistência à compressão dos prismas B1-A2-G2-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	618,0	11,32
2	598,0	10,95
3	610,0	11,17
Média (MPa)		11,15
Desvio Padrão (MPa)		0,18
CV (%)		1,65

Tabela D.019 – Resistência à compressão dos prismas B1-A2-G3-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	737,0	13,50
2	679,0	12,43
3	698,0	12,78
Média (MPa)		12,90
Desvio Padrão (MPa)		0,54
CV (%)		4,19

Tabela D.020 – Resistência à compressão dos prismas B1-A2-G4-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	808,0	14,80
2	933,0	17,09
3	841,0	15,40
Média (MPa)		15,76
Desvio Padrão (MPa)		10,18
CV (%)		7,52

Tabela D.021 – Resistência à compressão dos prismas B2-A2-S/G-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{liq} (316 cm ²)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	655,0	20,72	12,00
2	465,0	14,71	8,51
3	576,0	18,22	10,55
Área Líquida		Área Bruta	
Média (MPa)		17,89	Média (MPa) 10,35
Desvio Padrão (MPa)		3,02	Desvio Padrão (MPa) 1,75
CV (%)		16,88	CV (%) 16,88

Tabela D.022 – Resistência à compressão dos prismas B2-A2-G1-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	538,0	9,85
2	626,0	11,46
3	625,0	11,45
Média (MPa)		10,92
Desvio Padrão (MPa)		0,92
CV (%)		8,47

Tabela D.023 – Resistência à compressão dos prismas B2-A2-G2-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	921,0	16,87
2	917,0	16,79
3	955,0	17,49
Média (MPa)		17,05
Desvio Padrão (MPa)		0,38
CV (%)		2,24

Tabela D.024 – Resistência à compressão dos prismas B2-A2-G3-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	841,0	15,40
2	1042,0	19,08
3	1040,0	19,04
Média (MPa)		17,84
Desvio Padrão (MPa)		2,11
CV (%)		11,85

Tabela D.025 – Resistência à compressão dos prismas B2-A2-G4-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	1248,0	22,86
2	1133,0	20,75
3	1077,0	19,72
Média (MPa)		21,11
Desvio Padrão (MPa)		1,59
CV (%)		7,56

Tabela D.026 – Resistência à compressão dos prismas B3-A2-S/G-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{liq} (316 cm ²)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	693,0	21,93	12,70
2	712,0	22,53	13,04
3	685,0	21,67	12,54
Área Líquida			Área Bruta
Média (MPa)		22,04	Média (MPa) 12,76
Desvio Padrão (MPa)		0,44	Desvio Padrão (MPa) 0,25
CV (%)		2,00	CV (%) 2,00

Tabela D.027 – Resistência à compressão dos prismas B3-A2-G1-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	531,0	9,72
2	651,0	11,92
3	677,0	12,40
Média (MPa)		11,35
Desvio Padrão (MPa)		1,42
CV (%)		12,57

Tabela D.028 – Resistência à compressão dos prismas B3-A2-G2-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	897,0	16,43
2	932,0	17,07
3	909,0	16,65
Média (MPa)		16,71
Desvio Padrão (MPa)		0,32
CV (%)		1,95

Tabela D.029 – Resistência à compressão dos prismas B3-A2-G3-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	959,0	17,56
2	902,0	16,52
3	936,0	17,14
Média (MPa)		17,07
Desvio Padrão (MPa)		0,52
CV (%)		3,07

Tabela D.030 – Resistência à compressão dos prismas B3-A2-G4-AT

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	1096,0	20,07
2	820,0	15,02
3	892,0	16,33
Média (MPa)		17,14
Desvio Padrão (MPa)		2,62
CV (%)		15,29

Tabela D.031 – Resistência à compressão dos prismas B1-A1-S/G-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa)	
		A_{liq} (230 cm ²)	A_{br} (546 cm ²)
1	225,4	9,80	4,12
2	218,4	9,49	4,00
3	251,8	10,94	4,61
Área Líquida		Área Bruta	
Média (MPa)		10,08	Média (MPa) 4,24
Desvio Padrão (MPa)		0,76	Desvio Padrão (MPa) 0,32
CV (%)		7,60	CV (%) 7,60

Tabela D.032 – Resistência à compressão dos prismas B1-A1-G1-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	300,0	5,49
2	339,4	6,21
3	351,6	6,44
Média (MPa)		6,05
Desvio Padrão (MPa)		0,49
CV (%)		8,16

Tabela D.033 – Resistência à compressão dos prismas B1-A1-G2-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	687,0	12,58
2	709,0	12,98
3	677,0	12,39
Média (MPa)		12,65
Desvio Padrão (MPa)		0,30
CV (%)		2,37

Tabela D.034 – Resistência à compressão dos prismas B1-A1-G3-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	800,0	14,65
2	811,0	14,85
3	847,0	15,51
Média (MPa)		15,00
Desvio Padrão (MPa)		0,45
CV (%)		3,00

Tabela D.035 – Resistência à compressão dos prismas B1-A1-G4-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	852,0	15,60
2	862,5	15,79
3	875,0	16,02
Média (MPa)		15,81
Desvio Padrão (MPa)		0,21
CV (%)		1,33

Tabela D.036 – Resistência à compressão dos prismas B2-A1-S/G-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{liq} (230 cm ²)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)	
1	376,5	16,37	6,89	
2	347,8	15,12	6,37	
3	371,8	16,16	6,80	
Área Líquida			Área Bruta	
Média (MPa)		15,88	Média (MPa)	6,69
Desvio Padrão (MPa)		0,66	Desvio Padrão (MPa)	0,28
CV (%)		4,21	CV (%)	4,21

Tabela D.037 – Resistência à compressão dos prismas B2-A1-G1-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	544,5	9,97
2	484,0	8,86
3	548,5	10,04
Média (MPa)		9,62
Desvio Padrão (MPa)		0,66
CV (%)		6,87

Tabela D.038 – Resistência à compressão dos prismas B2-A1-G2-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	794,5	14,55
2	789,5	14,45
3	786,0	14,39
Média (MPa)		14,46
Desvio Padrão (MPa)		0,08
CV (%)		0,54

Tabela D.039 – Resistência à compressão dos prismas B2-A1-G3-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	958,5	17,55
2	872,5	15,98
3	971,5	17,79
Média (MPa)		17,11
Desvio Padrão (MPa)		0,98
CV (%)		5,76

Tabela D.040 – Resistência à compressão dos prismas B2-A1-G4-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	1030,5	18,87
2	1084,5	19,86
3	1084,0	19,85
Média (MPa)		19,53
Desvio Padrão (MPa)		0,57
CV (%)		2,91

Tabela D.041 – Resistência à compressão dos prismas B3-A1-S/G-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{liq} (230 cm ²)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	512,0	22,26	9,37
2	438,5	19,06	8,03
3	467,5	20,32	8,56
Área Líquida		Área Bruta	
Média (MPa)	20,55	Média (MPa)	8,65
Desvio Padrão (MPa)	1,61	Desvio Padrão (MPa)	0,68
CV (%)	7,83	CV (%)	7,83

Tabela D.042 – Resistência à compressão dos prismas B3-A1-G1-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	729,5	13,36
2	712,0	13,04
3	695,0	12,73
Média (MPa)		13,04
Desvio Padrão (MPa)		0,31
CV (%)		2,42

Tabela D.043 – Resistência à compressão dos prismas B3-A1-G2-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	900,5	16,49
2	930,0	17,03
3	967,4	17,71
Média (MPa)		17,08
Desvio Padrão (MPa)		0,61
CV (%)		3,60

Tabela D.044 – Resistência à compressão dos prismas B3-A1-G3-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	1078,0	19,74
2	1113,5	20,39
3	1104,5	20,23
Média (MPa)		20,12
Desvio Padrão (MPa)		0,33
CV (%)		1,68

Tabela D.045 – Resistência à compressão dos prismas B3-A1-G4-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	1107,0	20,27
2	1111,5	20,35
3	1130,5	20,70
Média (MPa)		20,44
Desvio Padrão (MPa)		0,23
CV (%)		1,12

Tabela D.046 – Resistência à compressão dos prismas B1-A2-S/G-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{liq} (230 cm ²)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	267,4	11,62	4,90
2	282,4	12,27	5,17
3	291,6	12,67	5,34
Área Líquida			Área Bruta
Média (MPa)		12,20	Média (MPa) 5,13
Desvio Padrão (MPa)		0,53	Desvio Padrão (MPa) 0,22
CV (%)		4,35	CV (%) 4,35

Tabela D.047 – Resistência à compressão dos prismas B1-A2-G1-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	450,5	8,25
2	453,5	8,30
3	432,5	7,92
Média (MPa)		8,16
Desvio Padrão (MPa)		0,21
CV (%)		2,55

Tabela D.048 – Resistência à compressão dos prismas B1-A2-G2-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	747,5	13,69
2	687,5	12,59
3	712,2	13,04
Média (MPa)		13,10
Desvio Padrão (MPa)		0,55
CV (%)		4,21

Tabela D.049 – Resistência à compressão dos prismas B1-A2-G3-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	982,5	17,99
2	803,5	14,71
3	948,0	17,36
Média (MPa)		16,69
Desvio Padrão (MPa)		1,74
CV (%)		10,42

Tabela D.050 – Resistência à compressão dos prismas B1-A2-G4-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	993,0	18,18
2	877,0	16,66
3	971,0	17,78
Média (MPa)		17,34
Desvio Padrão (MPa)		1,12
CV (%)		6,50

Tabela D.051 – Resistência à compressão dos prismas B2-A2-S/G-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa)	
		A_{liq} (230 cm ²)	A_{br} (546 cm ²)
1	413,2	17,96	7,56
2	402,6	17,50	7,37
3	373,5	16,24	6,84
Área Líquida		Área Bruta	
Média (MPa)		17,23	Média (MPa) 7,26
Desvio Padrão (MPa)		0,89	Desvio Padrão (MPa) 0,37
CV (%)		5,18	CV (%) 5,18

Tabela D.052 – Resistência à compressão dos prismas B2-A2-G1-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	554,2	10,15
2	588,6	10,78
3	542,8	9,94
Média (MPa)		10,29
Desvio Padrão (MPa)		0,43
CV (%)		4,24

Tabela D.053 – Resistência à compressão dos prismas B2-A2-G2-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	907,2	16,61
2	871,6	15,96
3	859,2	15,73
Média (MPa)		16,10
Desvio Padrão (MPa)		0,45
CV (%)		2,83

Tabela D.054 – Resistência à compressão dos prismas B2-A2-G3-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	1046,0	19,15
2	948,2	17,36
3	1038,4	19,01
Média (MPa)		18,51
Desvio Padrão (MPa)		1,00
CV (%)		5,38

Tabela D.055 – Resistência à compressão dos prismas B2-A2-G4-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	1148,4	21,03
2	1081,0	19,79
3	1132,0	20,73
Média (MPa)		20,52
Desvio Padrão (MPa)		0,64
CV (%)		3,13

Tabela D.056 – Resistência à compressão dos prismas B3-A2-S/G-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa)	
		A_{liq} (230 cm ²)	A_{br} (546 cm ²)
1	589,0	25,61	10,78
2	575,4	25,02	10,53
3	461,5	20,06	8,45
Área Líquida		Área Bruta	
Média (MPa)		23,56	Média (MPa) 9,92
Desvio Padrão (MPa)		3,04	Desvio Padrão (MPa) 1,28
CV (%)		12,91	CV (%) 12,91

Tabela D.057 – Resistência à compressão dos prismas B3-A2-G1-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	776,6	14,22
2	767,8	14,06
3	673,5	12,33
Média (MPa)		14,22
Desvio Padrão (MPa)		1,04
CV (%)		7,73

Tabela D.058 – Resistência à compressão dos prismas B3-A2-G2-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	976,2	17,88
2	976,5	17,88
3	1025,5	18,78
Média (MPa)		18,18
Desvio Padrão (MPa)		0,52
CV (%)		2,85

Tabela D.059 – Resistência à compressão dos prismas B3-A2-G3-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	1062,5	19,46
2	1117,4	20,46
3	1117,5	20,46
Média (MPa)		20,13
Desvio Padrão (MPa)		0,58
CV (%)		2,88

Tabela D.060 – Resistência à compressão dos prismas B3-A2-G4-AL

Prisma	Carga (kN)	Resistência à compressão (MPa) A_{br} (546 cm ²)
1	1351,0	24,74
2	1429,0	26,17
3	1335,0	24,45
Média (MPa)		25,12
Desvio Padrão (MPa)		0,92
CV (%)		3,66

Tabela D. 061 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para construção do gráfico tensão x deformação do prisma B1-A1-S/G-AT

Carga (kN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	4	2	3	5	4	4	4	3	4,0	2,5	3,5	4,5	0,000032	0,000020	0,000028	0,000036	0,000029	0,79
50	10	9	10	12	10	11	11	9	10,5	9,0	10,0	11,5	0,000084	0,000072	0,000080	0,000092	0,000082	1,58
75	17	14	16	18	17	17	18	16	17,5	15,0	16,5	17,5	0,000140	0,000120	0,000132	0,000140	0,000133	2,37
100	29	26	28	30	28	29	28	29	28,5	27,5	28,0	29,5	0,000228	0,000220	0,000224	0,000236	0,000227	3,16
125	40	37	40	42	40	41	40	38	40,0	37,5	40,0	41,5	0,000320	0,000300	0,000320	0,000332	0,000318	3,95
150	60	56	59	63	60	61	61	60	60,5	58,0	59,5	62,0	0,000484	0,000464	0,000476	0,000496	0,000480	4,75
175	84	78	81	84	81	82	83	82	83,5	80,0	81,0	83,0	0,000668	0,000640	0,000648	0,000664	0,000655	5,53
200	104	100	102	105	102	103	104	102	104,0	101,0	102,0	104,0	0,000832	0,000808	0,000816	0,000832	0,000822	6,33
225	135	129	130	133	131	132	132	131	133,5	130,0	130,5	132,5	0,001068	0,001040	0,001044	0,001060	0,001053	7,12
250	158	155	158	160	158	159	159	157	158,5	156,0	158,0	159,5	0,001268	0,001248	0,001264	0,001276	0,001264	7,91
275	185	178	181	185	184	185	186	184	185,5	181,0	182,5	185,0	0,001484	0,001448	0,001460	0,001480	0,001468	8,70
300	216	212	214	217	214	216	214	212	215,0	212,0	214,0	216,5	0,001720	0,001696	0,001712	0,001732	0,001715	9,49
325	295	291	291	298	294	298	296	284	295,5	287,5	292,5	298,0	0,002364	0,002300	0,002340	0,002384	0,002347	10,28

Tabela D.062 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para construção do gráfico tensão x deformação do prisma B1-A1-G1-AT

Carga (kN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	3	4	4	5	4	5	5	5	4,0	4,5	4,0	5,0	0,000032	0,000036	0,000032	0,000040	0,000035	0,46
50	12	11	13	12	12	14	13	13	12,5	12,0	12,5	13,0	0,000100	0,000096	0,000100	0,000104	0,000100	0,91
75	20	21	22	22	21	21	21	21	20,5	21,0	21,5	21,5	0,000164	0,000168	0,000172	0,000172	0,000169	1,37
100	32	32	32	31	30	33	32	31	32,0	31,5	31,0	32,0	0,000256	0,000252	0,000248	0,000256	0,000253	1,83
125	43	42	43	43	41	43	43	42	43,0	42,0	42,0	43,0	0,000344	0,000336	0,000336	0,000344	0,000340	2,29
150	54	55	54	53	51	54	53	52	53,5	53,5	52,5	53,5	0,000428	0,000428	0,000420	0,000428	0,000426	2,75
175	63	62	62	62	62	62	63	63	63,0	62,5	62,0	62,0	0,000504	0,000500	0,000496	0,000496	0,000499	3,20
200	71	71	73	71	70	70	72	70	71,5	70,5	71,5	70,5	0,000572	0,000564	0,000572	0,000564	0,000568	3,66
225	83	83	82	81	80	82	80	82	81,5	82,5	81,0	81,5	0,000652	0,000660	0,000648	0,000652	0,000653	4,12
250	91	90	92	92	90	91	92	91	91,5	90,5	91,0	91,5	0,000732	0,000724	0,000728	0,000732	0,000729	4,58
275	99	98	98	98	96	98	98	97	98,5	97,5	97,0	98,0	0,000788	0,000780	0,000776	0,000784	0,000782	5,03
300	108	106	108	108	107	107	109	108	108,5	107,0	107,5	107,5	0,000868	0,000856	0,000860	0,000860	0,000861	5,49
325	122	120	120	121	119	120	121	120	121,5	120,0	119,5	120,5	0,000972	0,000960	0,000956	0,000964	0,000963	5,95
350	147	153	150	149	154	153	158	153	152,5	153,0	152,0	151,0	0,001220	0,001224	0,001216	0,001208	0,001217	6,41

Tabela D.063 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B1-A1-G2-AT

Carga (kN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	2	3	3	3	4	2	3	3	2,5	3,0	3,5	2,5	0,000020	0,000024	0,000028	0,000020	0,000023	0,46
50	6	8	8	6	8	6	7	7	6,5	7,5	8,0	6,0	0,000052	0,000060	0,000064	0,000048	0,000056	0,91
75	11	12	13	11	12	10	11	11	11,0	11,5	12,5	10,5	0,000088	0,000092	0,000100	0,000084	0,000091	1,37
100	15	14	15	13	15	13	14	14	14,5	14,0	15,0	13,0	0,000116	0,000112	0,000120	0,000104	0,000113	1,83
125	21	21	22	19	22	19	19	18	20,0	19,5	22,0	19,0	0,000160	0,000156	0,000176	0,000152	0,000161	2,29
150	26	25	26	25	26	25	24	24	25,0	24,5	26,0	25,0	0,000200	0,000196	0,000208	0,000200	0,000201	2,75
175	32	32	32	30	30	30	30	30	31,0	31,0	31,0	30,0	0,000248	0,000248	0,000248	0,000240	0,000246	3,20
200	36	38	36	37	34	34	34	34	35,0	36,0	35,0	35,5	0,000280	0,000288	0,000280	0,000284	0,000283	3,66
225	42	44	44	43	44	41	40	40	41,0	42,0	44,0	42,0	0,000328	0,000336	0,000352	0,000336	0,000338	4,12
250	47	49	49	47	47	46	46	47	46,5	48,0	48,0	46,5	0,000372	0,000384	0,000384	0,000372	0,000378	4,58
275	60	60	60	58	57	55	56	56	58,0	58,0	58,5	56,5	0,000464	0,000464	0,000468	0,000452	0,000462	5,03
300	71	71	70	69	65	64	66	63	68,5	67,0	67,5	66,5	0,000548	0,000536	0,000540	0,000532	0,000539	5,49
325	80	81	80	78	74	74	72	72	76,0	76,5	77,0	76,0	0,000608	0,000612	0,000616	0,000608	0,000611	5,95
350	90	90	89	88	85	83	82	83	86,0	86,5	87,0	85,5	0,000688	0,000692	0,000696	0,000684	0,000690	6,41
375	94	96	95	93	88	86	87	87	90,5	91,5	91,5	89,5	0,000724	0,000732	0,000732	0,000716	0,000726	6,87
400	101	102	103	102	97	95	95	96	98,0	99,0	100,0	98,5	0,000784	0,000792	0,000800	0,000788	0,000791	7,32
450	113	113	113	111	107	105	107	107	110,0	110,0	110,0	108,0	0,000880	0,000880	0,000880	0,000864	0,000876	8,24
500	133	132	133	130	126	124	126	125	129,5	128,5	129,5	127,0	0,001036	0,001028	0,001036	0,001016	0,001029	9,15
550	153	153	152	148	146	143	142	141	147,5	147,0	149,0	145,5	0,001180	0,001176	0,001192	0,001164	0,001178	10,07
600	190	186	190	193	177	176	177	177	183,5	181,5	183,5	184,5	0,001468	0,001452	0,001468	0,001476	0,001466	11,00

Tabela D.064 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B1-A1-G3-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	3	1	1	1	2	2	1	2	2,0	1,5	1,5	1,5	0,000016	0,000012	0,000012	0,000012	0,000013	0,46
50	5	4	5	4	5	5	5	5	5,0	4,5	5,0	4,5	0,000040	0,000036	0,000040	0,000036	0,000038	0,91
75	7	6	7	7	8	7	7	8	7,0	7,0	7,5	7,0	0,000056	0,000056	0,000060	0,000056	0,000057	1,37
100	10	9	11	10	9	9	9	9	9,5	9,0	10,0	9,5	0,000076	0,000072	0,000080	0,000076	0,000076	1,83
125	14	12	14	12	13	13	13	14	13,5	13,0	13,5	12,5	0,000108	0,000104	0,000108	0,000100	0,000105	2,29
150	17	17	16	16	17	16	16	17	16,5	17,0	16,5	16,0	0,000132	0,000136	0,000132	0,000128	0,000132	2,75
175	22	21	21	21	21	21	21	22	21,5	21,5	21,0	21,0	0,000172	0,000172	0,000168	0,000168	0,000170	3,20
200	27	26	27	25	25	26	26	27	26,5	26,5	26,0	25,5	0,000212	0,000212	0,000208	0,000204	0,000209	3,66
225	34	32	33	33	33	33	32	34	33,0	33,0	33,0	33,0	0,000264	0,000264	0,000264	0,000264	0,000264	4,12
250	42	40	40	40	40	40	39	41	40,5	40,5	40,0	40,0	0,000324	0,000324	0,000320	0,000320	0,000322	4,58
275	51	49	50	48	47	48	49	50	50,0	49,5	48,5	48,0	0,000400	0,000396	0,000388	0,000384	0,000392	5,03
300	57	55	55	54	54	55	53	53	55,0	54,0	54,5	54,5	0,000440	0,000432	0,000436	0,000436	0,000436	5,49
325	65	62	62	61	61	61	59	61	62,0	61,5	61,5	61,0	0,000496	0,000492	0,000492	0,000488	0,000492	5,95
350	75	73	73	72	72	71	70	72	72,5	72,5	72,5	71,5	0,000580	0,000580	0,000580	0,000572	0,000578	6,41
375	82	80	81	79	80	81	79	81	80,5	80,5	80,5	80,0	0,000644	0,000644	0,000644	0,000640	0,000643	6,87
400	90	88	88	86	86	87	85	86	87,5	87,0	87,0	86,5	0,000700	0,000696	0,000696	0,000692	0,000696	7,32
450	99	97	98	98	97	97	96	98	97,5	97,5	97,5	97,5	0,000780	0,000780	0,000780	0,000780	0,000780	8,24
500	109	107	107	106	105	105	104	105	106,5	106,0	106,0	105,5	0,000852	0,000848	0,000848	0,000844	0,000848	9,15
550	126	123	124	122	122	122	120	121	123,0	122,0	123,0	122,0	0,000984	0,000976	0,000984	0,000976	0,000980	10,07
600	159	134	145	129	135	138	142	142	150,5	138,0	140,0	133,5	0,001204	0,001104	0,001120	0,001068	0,001124	11,00

Tabela D.065 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B1-A1-G4-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	1	2	3	2	3	2	2	2	1,5	2,0	3,0	2,0	0,000012	0,000016	0,000024	0,000016	0,000017	0,46
50	4	5	5	5	6	4	4	5	4,0	5,0	5,5	4,5	0,000032	0,000040	0,000044	0,000036	0,000038	0,91
75	9	8	9	9	10	8	8	8	8,5	8,0	9,5	8,5	0,000068	0,000064	0,000076	0,000068	0,000069	1,37
100	12	12	13	12	13	13	12	12	12,0	12,0	13,0	12,5	0,000096	0,000096	0,000104	0,000100	0,000099	1,83
125	15	15	17	17	18	16	16	15	15,5	15,0	17,5	16,5	0,000124	0,000120	0,000140	0,000132	0,000129	2,29
150	22	22	22	23	22	22	22	21	22,0	21,5	22,0	22,5	0,000176	0,000172	0,000176	0,000180	0,000176	2,75
175	26	27	28	30	28	28	28	28	27,0	27,5	28,0	29,0	0,000216	0,000220	0,000224	0,000232	0,000223	3,20
200	36	37	37	36	35	34	35	34	35,5	35,5	36,0	35,0	0,000284	0,000284	0,000288	0,000280	0,000284	3,66
225	43	41	42	43	42	42	42	41	42,5	41,0	42,0	42,5	0,000340	0,000328	0,000336	0,000340	0,000336	4,12
250	52	51	51	51	50	49	50	49	51,0	50,0	50,5	50,0	0,000408	0,000400	0,000404	0,000400	0,000403	4,58
275	56	55	56	56	55	54	54	53	55,0	54,0	55,5	55,0	0,000440	0,000432	0,000444	0,000440	0,000439	5,03
300	63	62	62	61	61	59	59	59	61,0	60,5	61,5	60,0	0,000488	0,000484	0,000492	0,000480	0,000486	5,49
325	68	67	69	68	68	66	68	67	68,0	67,0	68,5	67,0	0,000544	0,000536	0,000548	0,000536	0,000541	5,95
350	75	74	74	73	74	73	74	74	74,5	74,0	74,0	73,0	0,000596	0,000592	0,000592	0,000584	0,000591	6,41
375	82	81	81	81	83	83	82	81	82,0	81,0	82,0	82,0	0,000656	0,000648	0,000656	0,000656	0,000654	6,87
400	88	88	88	87	86	85	85	85	86,5	86,5	87,0	86,0	0,000692	0,000692	0,000696	0,000688	0,000692	7,32
450	103	102	102	102	101	94	97	99	100,0	100,5	101,5	98,0	0,000800	0,000804	0,000812	0,000784	0,000800	8,24
500	113	111	112	111	111	106	105	107	109,0	109,0	111,5	108,5	0,000872	0,000872	0,000892	0,000868	0,000876	9,15
550	113	112	114	112	112	108	106	111	109,5	111,5	113,0	110,0	0,000876	0,000892	0,000904	0,000880	0,000888	10,07
600	123	122	124	122	114	99	113	113	118,0	117,5	119,0	110,5	0,000944	0,000940	0,000952	0,000884	0,000930	11,00

Tabela D.066 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B2-A1-S/G-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	4	4	5	4	5	4	4	3	4,0	3,5	5,0	4,0	0,000032	0,000028	0,000040	0,000032	0,000033	0,79
50	10	10	11	10	10	10	11	9	10,5	9,5	10,5	10,0	0,000084	0,000076	0,000084	0,000080	0,000081	1,58
75	14	16	15	15	14	14	15	15	14,5	15,5	14,5	14,5	0,000116	0,000124	0,000116	0,000116	0,000118	2,37
100	23	23	23	22	23	23	23	23	23,0	23,0	23,0	22,5	0,000184	0,000184	0,000184	0,000180	0,000183	3,16
125	33	32	32	32	33	33	34	33	33,5	32,5	32,5	32,5	0,000268	0,000260	0,000260	0,000260	0,000262	3,95
150	42	42	43	42	44	43	43	44	42,5	43,0	43,5	42,5	0,000340	0,000344	0,000348	0,000340	0,000343	4,75
175	59	59	58	57	60	59	61	60	60,0	59,5	59,0	58,0	0,000480	0,000476	0,000472	0,000464	0,000473	5,53
200	83	82	82	80	83	83	84	85	83,5	83,5	82,5	81,5	0,000668	0,000668	0,000660	0,000652	0,000662	6,33
225	106	105	107	104	107	108	107	108	106,5	106,5	107,0	106,0	0,000852	0,000852	0,000856	0,000848	0,000852	7,12
250	141	112	191	110	176	136	152	160	146,5	136,0	183,5	123,0	0,001172	0,001088	0,001468	0,000984	0,001178	7,91

Tabela D.067 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B2-A1-G1-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	3	4	4	4	5	4	6	5	4,5	4,5	4,5	4,0	0,000036	0,000036	0,000036	0,000032	0,000035	0,46
50	7	7	8	8	8	8	10	8	8,5	7,5	8,0	8,0	0,000068	0,000060	0,000064	0,000064	0,000064	0,91
75	14	15	14	15	15	15	17	15	15,5	15,0	14,5	15,0	0,000124	0,000120	0,000116	0,000120	0,000120	1,37
100	25	25	24	24	24	24	26	24	25,5	24,5	24,0	24,0	0,000204	0,000196	0,000192	0,000192	0,000196	1,83
125	35	35	34	35	35	34	36	35	35,5	35,0	34,5	34,5	0,000284	0,000280	0,000276	0,000276	0,000279	2,29
150	46	46	45	44	45	45	45	45	45,5	45,5	45,0	44,5	0,000364	0,000364	0,000360	0,000356	0,000361	2,75
175	55	55	54	54	54	54	56	56	55,5	55,5	54,0	54,0	0,000444	0,000444	0,000432	0,000432	0,000438	3,20
200	65	66	64	64	64	64	66	65	65,5	65,5	64,0	64,0	0,000524	0,000524	0,000512	0,000512	0,000518	3,66
225	80	79	79	79	77	78	78	77	79,0	78,0	78,0	78,5	0,000632	0,000624	0,000624	0,000628	0,000627	4,12
250	93	93	92	91	92	92	93	91	93,0	92,0	92,0	91,5	0,000744	0,000736	0,000736	0,000732	0,000737	4,58
275	103	103	102	102	102	101	104	102	103,5	102,5	102,0	101,5	0,000828	0,000820	0,000816	0,000812	0,000819	5,03
300	114	114	113	114	113	113	115	114	114,5	114,0	113,0	113,5	0,000916	0,000912	0,000904	0,000908	0,000910	5,49
325	132	130	129	129	129	129	129	124	130,5	127,0	129,0	129,0	0,001044	0,001016	0,001032	0,001032	0,001031	5,95
350	175	146	145	136	142	141	152	142	163,5	144,0	143,5	138,5	0,001308	0,001152	0,001148	0,001108	0,001179	6,41
375	255	162	163	160	161	160	227	150	241,0	156,0	162,0	160,0	0,001928	0,001248	0,001296	0,001280	0,001438	6,87

Tabela D.068 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B2-A1-G2-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	3	3	2	3	3	3	3	2	3,0	2,5	2,5	3,0	0,000024	0,000020	0,000020	0,000024	0,000022	0,46
50	5	5	4	6	6	5	5	5	5,0	5,0	5,0	5,5	0,000040	0,000040	0,000040	0,000044	0,000041	0,91
75	6	7	6	7	8	7	8	6	7,0	6,5	7,0	7,0	0,000056	0,000052	0,000056	0,000056	0,000055	1,37
100	8	9	9	10	10	10	9	9	8,5	9,0	9,5	10,0	0,000068	0,000072	0,000076	0,000080	0,000074	1,83
125	12	12	11	11	12	12	13	11	12,5	11,5	11,5	11,5	0,000100	0,000092	0,000092	0,000092	0,000094	2,29
150	14	15	14	15	16	15	16	14	15,0	14,5	15,0	15,0	0,000120	0,000116	0,000120	0,000120	0,000119	2,75
175	18	19	17	18	19	20	20	18	19,0	18,5	18,0	19,0	0,000152	0,000148	0,000144	0,000152	0,000149	3,20
200	22	23	21	22	23	24	23	23	22,5	23,0	22,0	23,0	0,000180	0,000184	0,000176	0,000184	0,000181	3,66
225	25	26	25	25	26	27	26	25	25,5	25,5	25,5	26,0	0,000204	0,000204	0,000204	0,000208	0,000205	4,12
250	29	29	29	30	30	31	30	30	29,5	29,5	29,5	30,5	0,000236	0,000236	0,000236	0,000244	0,000238	4,58
275	34	34	33	34	34	36	35	34	34,5	34,0	33,5	35,0	0,000276	0,000272	0,000268	0,000280	0,000274	5,03
300	39	40	40	41	41	42	41	39	40,0	39,5	40,5	41,5	0,000320	0,000316	0,000324	0,000332	0,000323	5,49
325	45	46	46	47	48	47	48	47	46,5	46,5	47,0	47,0	0,000372	0,000372	0,000376	0,000376	0,000374	5,95
350	55	55	54	55	56	57	57	55	56,0	55,0	55,0	56,0	0,000448	0,000440	0,000440	0,000448	0,000444	6,41
375	63	63	64	64	65	64	65	63	64,0	63,0	64,5	64,0	0,000512	0,000504	0,000516	0,000512	0,000511	6,87
400	70	70	68	70	72	71	72	69	71,0	69,5	70,0	70,5	0,000568	0,000556	0,000560	0,000564	0,000562	7,32
450	86	86	84	85	87	88	88	86	87,0	86,0	85,5	86,5	0,000696	0,000688	0,000684	0,000692	0,000690	8,24
500	96	96	94	95	98	99	99	97	97,5	96,5	96,0	97,0	0,000780	0,000772	0,000768	0,000776	0,000774	9,15
550	110	110	109	109	156	126	140	123	125,0	116,5	132,5	117,5	0,001000	0,000932	0,001060	0,000940	0,000983	10,07
600	140	134	129	132	215	166	186	197	163,0	165,5	172,0	149,0	0,001304	0,001324	0,001376	0,001192	0,001299	11,00

Tabela D.069 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B2-A1-G3-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	2	3	3	2	2	2	2	2	2,0	2,5	2,5	2,0	0,000016	0,000020	0,000020	0,000016	0,000018	0,46
50	5	6	6	6	5	5	4	5	4,5	5,5	5,5	5,5	0,000036	0,000044	0,000044	0,000044	0,000042	0,91
75	8	9	9	8	9	7	7	7	7,5	8,0	9,0	7,5	0,000060	0,000064	0,000072	0,000060	0,000064	1,37
100	13	14	14	13	13	13	11	11	12,0	12,5	13,5	13,0	0,000096	0,000100	0,000108	0,000104	0,000102	1,83
125	17	18	18	17	17	16	15	17	16,0	17,5	17,5	16,5	0,000128	0,000140	0,000140	0,000132	0,000135	2,29
150	24	23	25	23	24	22	23	23	23,5	23,0	24,5	22,5	0,000188	0,000184	0,000196	0,000180	0,000187	2,75
175	31	30	31	29	30	29	28	30	29,5	30,0	30,5	29,0	0,000236	0,000240	0,000244	0,000232	0,000238	3,20
200	37	37	36	36	36	35	35	35	36,0	36,0	36,0	35,5	0,000288	0,000288	0,000288	0,000284	0,000287	3,66
225	43	43	44	42	43	42	41	42	42,0	42,5	43,5	42,0	0,000336	0,000340	0,000348	0,000336	0,000340	4,12
250	50	50	50	49	49	49	48	47	49,0	48,5	49,5	49,0	0,000392	0,000388	0,000396	0,000392	0,000392	4,58
275	55	56	56	54	56	53	54	55	54,5	55,5	56,0	53,5	0,000436	0,000444	0,000448	0,000428	0,000439	5,03
300	63	62	64	62	63	62	60	62	61,5	62,0	63,5	62,0	0,000492	0,000496	0,000508	0,000496	0,000498	5,49
325	72	71	71	70	70	69	69	70	70,5	70,5	70,5	69,5	0,000564	0,000564	0,000564	0,000556	0,000562	5,95
350	81	82	81	80	80	81	78	81	79,5	81,5	80,5	80,5	0,000636	0,000652	0,000644	0,000644	0,000644	6,41
375	91	90	90	89	88	88	88	89	89,5	89,5	89,0	88,5	0,000716	0,000716	0,000712	0,000708	0,000713	6,87
400	97	96	97	94	96	94	92	94	94,5	95,0	96,5	94,0	0,000756	0,000760	0,000772	0,000752	0,000760	7,32
450	111	109	111	109	110	109	108	109	109,5	109,0	110,5	109,0	0,000876	0,000872	0,000884	0,000872	0,000876	8,24
500	121	119	121	116	117	117	115	115	118,0	117,0	119,0	116,5	0,000944	0,000936	0,000952	0,000932	0,000941	9,15
550	144	142	143	125	136	134	135	136	139,5	139,0	139,5	129,5	0,001116	0,001112	0,001116	0,001036	0,001095	10,07
600	165	164	163	155	161	160	160	165	162,5	164,5	162,0	157,5	0,001300	0,001316	0,001296	0,001260	0,001293	11,00
650	195	190	188	185	176	180	174	205	184,5	197,5	182,0	182,5	0,001476	0,001580	0,001456	0,001460	0,001493	11,90

Tabela D.070 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B2-A1-G4-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	2	3	3	3	4	2	2	2	2,0	2,5	3,5	2,5	0,000016	0,000020	0,000028	0,000020	0,000021	0,46
50	5	5	5	5	6	5	4	5	4,5	5,0	5,5	5,0	0,000036	0,000040	0,000044	0,000040	0,000040	0,91
75	9	10	9	9	10	9	9	9	9,0	9,5	9,5	9,0	0,000072	0,000076	0,000076	0,000072	0,000074	1,37
100	12	13	11	13	12	12	12	11	12,0	12,0	11,5	12,5	0,000096	0,000096	0,000092	0,000100	0,000096	1,83
125	15	15	15	16	15	15	15	15	15,0	15,0	15,0	15,5	0,000120	0,000120	0,000120	0,000124	0,000121	2,29
150	21	20	20	21	21	20	19	20	20,0	20,0	20,5	20,5	0,000160	0,000160	0,000164	0,000164	0,000162	2,75
175	25	26	26	26	25	26	25	25	25,0	25,5	25,5	26,0	0,000200	0,000204	0,000204	0,000208	0,000204	3,20
200	29	29	29	30	30	29	30	30	29,5	29,5	29,5	29,5	0,000236	0,000236	0,000236	0,000236	0,000236	3,66
225	33	35	35	35	35	35	35	35	34,0	35,0	35,0	35,0	0,000272	0,000280	0,000280	0,000280	0,000278	4,12
250	40	40	39	40	40	41	39	38	39,5	39,0	39,5	40,5	0,000316	0,000312	0,000316	0,000324	0,000317	4,58
275	44	45	45	45	46	45	46	45	45,0	45,0	45,5	45,0	0,000360	0,000360	0,000364	0,000360	0,000361	5,03
300	52	52	52	52	52	51	52	52	52,0	52,0	52,0	51,5	0,000416	0,000416	0,000416	0,000412	0,000415	5,49
325	60	60	60	59	60	58	57	57	58,5	58,5	60,0	58,5	0,000468	0,000468	0,000480	0,000468	0,000471	5,95
350	65	66	65	66	65	66	64	64	64,5	65,0	65,0	66,0	0,000516	0,000520	0,000520	0,000528	0,000521	6,41
375	70	72	69	70	71	70	68	68	69,0	70,0	70,0	70,0	0,000552	0,000560	0,000560	0,000560	0,000558	6,87
400	75	75	75	75	75	75	75	74	75,0	74,5	75,0	75,0	0,000600	0,000596	0,000600	0,000600	0,000599	7,32
450	86	87	87	87	87	86	86	86	86,0	86,5	87,0	86,5	0,000688	0,000692	0,000696	0,000692	0,000692	8,24
500	101	103	105	103	103	103	101	101	101,0	102,0	104,0	103,0	0,000808	0,000816	0,000832	0,000824	0,000820	9,15
550	121	120	121	120	120	119	116	120	118,5	120,0	120,5	119,5	0,000948	0,000960	0,000964	0,000956	0,000957	10,07
600	140	138	140	140	141	139	137	137	138,5	137,5	140,5	139,5	0,001108	0,001100	0,001124	0,001116	0,001112	11,00

Tabela D.071 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B3-A1-S/G-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	8	8	7	8	9	9	9	8	8,5	8,0	8,0	8,5	0,000068	0,000064	0,000064	0,000068	0,000066	0,79
50	15	15	15	15	16	14	15	15	15,0	15,0	15,5	14,5	0,000120	0,000120	0,000124	0,000116	0,000120	1,58
75	24	24	23	23	25	23	23	22	23,5	23,0	24,0	23,0	0,000188	0,000184	0,000192	0,000184	0,000187	2,37
100	33	33	32	33	34	32	33	32	33,0	32,5	33,0	32,5	0,000264	0,000260	0,000264	0,000260	0,000262	3,16
125	53	53	52	52	53	53	53	51	53,0	52,0	52,5	52,5	0,000424	0,000416	0,000420	0,000420	0,000420	3,95
150	75	74	73	74	72	75	72	75	75,0	73,0	73,5	72,5	0,000600	0,000584	0,000588	0,000580	0,000588	4,75
175	100	100	98	98	100	98	101	99	100,5	99,5	99,0	98,0	0,000804	0,000796	0,000792	0,000784	0,000794	5,53
200	135	116	116	118	119	117	131	116	133,0	116,0	117,5	117,5	0,001064	0,000928	0,000940	0,000940	0,000968	6,33
225	214	156	166	156	178	142	221	195	217,5	175,5	172,0	149,0	0,001740	0,001404	0,001376	0,001192	0,001428	7,12
250	275	216	223	216	234	200	286	235	280,5	225,5	228,5	208,0	0,002244	0,001804	0,001828	0,001664	0,001885	7,91
275	340	261	303	291	308	267	346	295	343,0	278,0	305,5	279,0	0,002744	0,002224	0,002444	0,002232	0,002411	8,70
300	414	323	374	334	397	317	431	355	422,5	339,0	385,5	325,5	0,003380	0,002712	0,003084	0,002604	0,002945	9,49

Tabela D.072 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B3-A1-G1-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	4	4	4	4	2	4	2	4	3,0	4,0	3,0	4,0	0,000024	0,000032	0,000024	0,000032	0,000028	0,46
50	8	8	8	9	7	9	8	9	8,0	8,5	7,5	9,0	0,000064	0,000068	0,000060	0,000072	0,000066	0,91
75	14	13	15	15	13	16	13	14	13,5	13,5	14,0	15,5	0,000108	0,000108	0,000112	0,000124	0,000113	1,37
100	19	17	19	19	17	19	16	17	17,5	17,0	18,0	19,0	0,000140	0,000136	0,000144	0,000152	0,000143	1,83
125	21	22	22	23	20	22	20	22	20,5	22,0	21,0	22,5	0,000164	0,000176	0,000168	0,000180	0,000172	2,29
150	27	26	27	27	25	27	25	27	26,0	26,5	26,0	27,0	0,000208	0,000212	0,000208	0,000216	0,000211	2,75
175	33	32	34	34	33	35	32	34	32,5	33,0	33,5	34,5	0,000260	0,000264	0,000268	0,000276	0,000267	3,20
200	42	42	44	44	40	43	41	42	41,5	42,0	42,0	43,5	0,000332	0,000336	0,000336	0,000348	0,000338	3,66
225	50	50	52	51	48	50	50	51	50,0	50,5	50,0	50,5	0,000400	0,000404	0,000400	0,000404	0,000402	4,12
250	61	60	61	61	58	62	59	60	60,0	60,0	59,5	61,5	0,000480	0,000480	0,000476	0,000492	0,000482	4,58
275	70	68	71	71	68	72	69	70	69,5	69,0	69,5	71,5	0,000556	0,000552	0,000556	0,000572	0,000559	5,03
300	85	83	86	85	81	85	81	83	83,0	83,0	83,5	85,0	0,000664	0,000664	0,000668	0,000680	0,000669	5,49
325	96	94	98	98	94	94	94	96	95,0	95,0	96,0	84,5	0,000760	0,000760	0,000768	0,000676	0,000741	5,95
350	109	107	110	110	106	109	105	107	107,0	107,0	108,0	109,5	0,000856	0,000856	0,000864	0,000876	0,000863	6,41
375	120	118	123	118	116	118	116	116	118,0	117,0	119,5	118,0	0,000944	0,000936	0,000956	0,000944	0,000945	6,87
400	155	151	162	163	161	163	135	160	145,0	155,5	161,5	163,0	0,001160	0,001244	0,001292	0,001304	0,001250	7,32
450	197	195	216	210	216	217	155	215	176,0	205,0	216,0	213,5	0,001408	0,001640	0,001728	0,001708	0,001621	8,24
500	240	235	275	267	271	268	185	223	212,5	229,0	273,0	267,5	0,001700	0,001832	0,002184	0,002140	0,001964	9,15

Tabela D.073 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B3-A1-G2-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	4	1	3	3	5	4	3	3	3,5	2,0	4,0	3,5	0,000028	0,000016	0,000032	0,000028	0,000026	0,46
50	7	5	8	7	7	7	6	6	6,5	5,5	7,5	7,0	0,000052	0,000044	0,000060	0,000056	0,000053	0,91
75	12	9	10	11	11	11	10	10	11,0	9,5	10,5	11,0	0,000088	0,000076	0,000084	0,000088	0,000084	1,37
100	15	12	14	13	15	14	15	13	15,0	12,5	14,5	13,5	0,000120	0,000100	0,000116	0,000108	0,000111	1,83
125	21	18	20	18	19	18	19	17	20,0	17,5	19,5	18,0	0,000160	0,000140	0,000156	0,000144	0,000150	2,29
150	26	22	24	24	24	22	23	21	24,5	21,5	24,0	23,0	0,000196	0,000172	0,000192	0,000184	0,000186	2,75
175	29	26	28	26	27	26	26	26	27,5	26,0	27,5	26,0	0,000220	0,000208	0,000220	0,000208	0,000214	3,20
200	35	33	35	33	35	33	32	33	33,5	33,0	35,0	33,0	0,000268	0,000264	0,000280	0,000264	0,000269	3,66
225	41	38	41	40	41	40	41	41	41,0	39,5	41,0	40,0	0,000328	0,000316	0,000328	0,000320	0,000323	4,12
250	53	49	50	50	51	51	52	48	52,5	48,5	50,5	50,5	0,000420	0,000388	0,000404	0,000404	0,000404	4,58
275	61	58	59	59	61	-1	57	59	59,0	58,5	60,0	29,0	0,000472	0,000468	0,000480	0,000232	0,000413	5,03
300	65	65	64	64	63	65	64	62	64,5	63,5	63,5	64,5	0,000516	0,000508	0,000508	0,000516	0,000512	5,49
325	75	72	75	72	75	76	75	74	75,0	73,0	75,0	74,0	0,000600	0,000584	0,000600	0,000592	0,000594	5,95
350	87	84	85	83	82	82	81	83	84,0	83,5	83,5	82,5	0,000672	0,000668	0,000668	0,000660	0,000667	6,41
375	99	96	90	89	86	86	87	87	93,0	91,5	88,0	87,5	0,000744	0,000732	0,000704	0,000700	0,000720	6,87
400	105	101	99	98	97	99	99	97	102,0	99,0	98,0	98,5	0,000816	0,000792	0,000784	0,000788	0,000795	7,32
450	110	105	106	104	105	104	103	104	106,5	104,5	105,5	104,0	0,000852	0,000836	0,000844	0,000832	0,000841	8,24
500	115	111	112	110	110	110	110	110	112,5	110,5	111,0	110,0	0,000900	0,000884	0,000888	0,000880	0,000888	9,15
550	129	114	127	119	121	120	123	120	126,0	117,0	124,0	119,5	0,001008	0,000936	0,000992	0,000956	0,000973	10,07
600	160	133	134	134	137	135	146	143	153,0	138,0	135,5	134,5	0,001224	0,001104	0,001084	0,001076	0,001122	11,00
650	210	153	195	204	216	190	205	203	207,5	178,0	205,5	197,0	0,001660	0,001424	0,001644	0,001576	0,001576	11,90

Tabela D.074 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B3-A1-G3-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	4	3	2	4	4	4	4	4	4,0	3,5	3,0	4,0	0,000032	0,000028	0,000024	0,000032	0,000029	0,46
50	7	5	6	7	6	7	7	7	7,0	6,0	6,0	7,0	0,000056	0,000048	0,000048	0,000056	0,000052	0,91
75	11	11	10	11	11	12	10	12	10,5	11,5	10,5	11,5	0,000084	0,000092	0,000084	0,000092	0,000088	1,37
100	14	12	12	13	13	13	13	15	13,5	13,5	12,5	13,0	0,000108	0,000108	0,000100	0,000104	0,000105	1,83
125	16	14	14	15	15	14	15	16	15,5	15,0	14,5	14,5	0,000124	0,000120	0,000116	0,000116	0,000119	2,29
150	19	17	17	18	18	18	19	20	19,0	18,5	17,5	18,0	0,000152	0,000148	0,000140	0,000144	0,000146	2,75
175	22	20	21	21	21	21	21	23	21,5	21,5	21,0	21,0	0,000172	0,000172	0,000168	0,000168	0,000170	3,20
200	26	24	24	24	25	24	25	25	25,5	24,5	24,5	24,0	0,000204	0,000196	0,000196	0,000192	0,000197	3,66
225	29	27	27	28	28	29	28	30	28,5	28,5	27,5	28,5	0,000228	0,000228	0,000220	0,000228	0,000226	4,12
250	33	33	33	33	34	33	33	35	33,0	34,0	33,5	33,0	0,000264	0,000272	0,000268	0,000264	0,000267	4,58
275	38	38	37	38	38	38	38	39	38,0	38,5	37,5	38,0	0,000304	0,000308	0,000300	0,000304	0,000304	5,03
300	44	42	43	44	44	43	45	45	44,5	43,5	43,5	43,5	0,000356	0,000348	0,000348	0,000348	0,000350	5,49
325	49	48	48	48	50	49	50	49	49,5	48,5	49,0	48,5	0,000396	0,000388	0,000392	0,000388	0,000391	5,95
350	55	53	52	53	54	55	55	54	55,0	53,5	53,0	54,0	0,000440	0,000428	0,000424	0,000432	0,000431	6,41
375	62	60	59	60	61	60	61	61	61,5	60,5	60,0	60,0	0,000492	0,000484	0,000480	0,000480	0,000484	6,87
400	67	66	66	66	68	68	67	68	67,0	67,0	67,0	67,0	0,000536	0,000536	0,000536	0,000536	0,000536	7,32
450	83	80	81	81	83	83	83	82	83,0	81,0	82,0	82,0	0,000664	0,000648	0,000656	0,000656	0,000656	8,24
500	95	93	92	93	94	94	95	95	95,0	94,0	93,0	93,5	0,000760	0,000752	0,000744	0,000748	0,000751	9,15
550	112	110	111	111	114	112	114	112	113,0	111,0	112,5	111,5	0,000904	0,000888	0,000900	0,000892	0,000896	10,07
600	123	121	122	123	125	122	123	124	123,0	121,5	122,5	122,5	0,001144	0,000940	0,001220	0,001100	0,001101	11,00

Tabela D.075 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B3-A1-G4-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	3	2	3	3	3	1	2	1	2,5	1,5	3,0	2,0	0,000020	0,000012	0,000024	0,000016	0,000018	0,46
50	5	4	4	4	6	3	4	3	4,5	3,5	5,0	3,5	0,000036	0,000028	0,000040	0,000028	0,000033	0,91
75	8	7	7	7	8	6	7	6	7,5	6,5	7,5	6,5	0,000060	0,000052	0,000060	0,000052	0,000056	1,37
100	9	9	8	8	10	8	9	7	9,0	8,0	9,0	8,0	0,000072	0,000064	0,000072	0,000064	0,000068	1,83
125	15	14	13	12	14	12	14	11	14,5	12,5	13,5	12,0	0,000116	0,000100	0,000108	0,000096	0,000105	2,29
150	17	15	15	15	16	13	15	13	16,0	14,0	15,5	14,0	0,000128	0,000112	0,000124	0,000112	0,000119	2,75
175	20	18	18	18	19	15	17	15	18,5	16,5	18,5	16,5	0,000148	0,000132	0,000148	0,000132	0,000140	3,20
200	21	20	20	19	22	18	20	19	20,5	19,5	21,0	18,5	0,000164	0,000156	0,000168	0,000148	0,000159	3,66
225	23	22	21	21	23	21	22	20	22,5	21,0	22,0	21,0	0,000180	0,000168	0,000176	0,000168	0,000173	4,12
250	26	27	25	23	25	22	24	23	25,0	25,0	25,0	22,5	0,000200	0,000200	0,000200	0,000180	0,000195	4,58
275	30	29	28	29	31	29	31	28	30,5	28,5	29,5	29,0	0,000244	0,000228	0,000236	0,000232	0,000235	5,03
300	34	33	32	31	35	33	34	33	34,0	33,0	33,5	32,0	0,000272	0,000264	0,000268	0,000256	0,000265	5,49
325	39	37	38	39	40	38	40	39	39,5	38,0	39,0	38,5	0,000316	0,000304	0,000312	0,000308	0,000310	5,95
350	46	45	44	43	46	43	45	44	45,5	44,5	45,0	43,0	0,000364	0,000356	0,000360	0,000344	0,000356	6,41
375	54	52	51	49	51	49	51	48	52,5	50,0	51,0	49,0	0,000420	0,000400	0,000408	0,000392	0,000405	6,87
400	57	57	56	56	60	58	61	58	59,0	57,5	58,0	57,0	0,000472	0,000460	0,000464	0,000456	0,000463	7,32
450	74	71	70	69	73	69	71	69	72,5	70,0	71,5	69,0	0,000580	0,000560	0,000572	0,000552	0,000566	8,24
500	88	89	89	87	89	88	89	89	88,5	89,0	89,0	87,5	0,000708	0,000712	0,000712	0,000700	0,000708	9,15
550	104	101	100	98	101	99	102	101	103,0	101,0	100,5	98,5	0,000824	0,000808	0,000804	0,000788	0,000806	10,07
600	114	106	106	103	107	103	106	101	110,0	103,5	106,5	103,0	0,000880	0,000828	0,000852	0,000824	0,000846	11,00

Tabela D.076 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B1-A2-S/G-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	6	9	10	11	10	11	6	9	6,0	9,0	10,0	11,0	0,000048	0,000072	0,000080	0,000088	0,000072	0,79
50	13	18	14	17	14	17	13	18	13,0	18,0	14,0	17,0	0,000104	0,000144	0,000112	0,000136	0,000124	1,58
75	19	25	20	24	20	24	19	25	19,0	25,0	20,0	24,0	0,000152	0,000200	0,000160	0,000192	0,000176	2,37
100	22	34	25	31	25	31	22	34	22,0	34,0	25,0	31,0	0,000176	0,000272	0,000200	0,000248	0,000224	3,16
125	27	43	30	36	30	36	27	43	27,0	43,0	30,0	36,0	0,000216	0,000344	0,000240	0,000288	0,000272	3,95
150	34	55	37	48	37	48	34	55	34,0	55,0	37,0	48,0	0,000272	0,000440	0,000296	0,000384	0,000348	4,75

Tabela D.077 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B1-A2-G1-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	5	6	6	7	6	7	5	6	5,0	6,0	6,0	7,0	0,000040	0,000048	0,000048	0,000056	0,000048	0,46
50	11	13	12	13	12	13	11	13	11,0	13,0	12,0	13,0	0,000088	0,000104	0,000096	0,000104	0,000098	0,91
75	17	17	17	20	17	20	17	17	17,0	17,0	17,0	20,0	0,000136	0,000136	0,000136	0,000160	0,000142	1,37
100	27	23	25	29	25	29	27	23	27,0	23,0	25,0	29,0	0,000216	0,000184	0,000200	0,000232	0,000208	1,83
125	37	32	32	37	32	37	37	32	37,0	32,0	32,0	37,0	0,000296	0,000256	0,000256	0,000296	0,000276	2,29
150	44	41	37	44	37	44	44	41	44,0	41,0	37,0	44,0	0,000352	0,000328	0,000296	0,000352	0,000332	2,75
175	53	51	44	53	44	53	53	51	53,0	51,0	44,0	53,0	0,000424	0,000408	0,000352	0,000424	0,000402	3,20
200	68	61	51	66	51	66	68	61	68,0	61,0	51,0	66,0	0,000544	0,000488	0,000408	0,000528	0,000492	3,66
225	83	76	64	82	64	82	83	76	83,0	76,0	64,0	82,0	0,000664	0,000608	0,000512	0,000656	0,000610	4,12
250	101	96	76	103	76	103	101	96	101,0	96,0	76,0	103,0	0,000808	0,000768	0,000608	0,000824	0,000752	4,58
275	126	122	94	138	94	138	126	122	126,0	122,0	94,0	138,0	0,001008	0,000976	0,000752	0,001104	0,000960	5,03
300	164	166	115	191	115	191	164	166	164,0	166,0	115,0	191,0	0,001312	0,001328	0,000920	0,001528	0,001272	5,49

Tabela D.078 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B1-A2-G2-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	3	4	4	4	4	4	3	4	3,0	4,0	4,0	4,0	0,000024	0,000032	0,000032	0,000032	0,000030	0,46
50	5	6	6	7	6	7	5	6	5,0	6,0	6,0	7,0	0,000040	0,000048	0,000048	0,000056	0,000048	0,91
75	9	9	9	10	9	10	9	9	9,0	9,0	9,0	10,0	0,000072	0,000072	0,000072	0,000080	0,000074	1,37
100	13	13	12	15	12	15	13	13	13,0	13,0	12,0	15,0	0,000104	0,000104	0,000096	0,000120	0,000106	1,83
125	16	17	14	18	14	18	16	17	16,0	17,0	14,0	18,0	0,000128	0,000136	0,000112	0,000144	0,000130	2,29
150	19	21	18	21	18	21	19	21	19,0	21,0	18,0	21,0	0,000152	0,000168	0,000144	0,000168	0,000158	2,75
175	22	26	21	25	21	25	22	26	22,0	26,0	21,0	25,0	0,000176	0,000208	0,000168	0,000200	0,000188	3,20
200	26	28	25	31	25	31	26	28	26,0	28,0	25,0	31,0	0,000208	0,000224	0,000200	0,000248	0,000220	3,66
225	30	32	29	36	29	36	30	32	30,0	32,0	29,0	36,0	0,000240	0,000256	0,000232	0,000288	0,000254	4,12
250	35	37	34	41	34	41	35	37	35,0	37,0	34,0	41,0	0,000280	0,000296	0,000272	0,000328	0,000294	4,58
275	38	41	38	46	38	46	38	41	38,0	41,0	38,0	46,0	0,000304	0,000328	0,000304	0,000368	0,000326	5,03
300	44	48	41	51	41	51	44	48	44,0	48,0	41,0	51,0	0,000352	0,000384	0,000328	0,000408	0,000368	5,49
325	48	54	46	54	46	54	48	54	48,0	54,0	46,0	54,0	0,000384	0,000432	0,000368	0,000432	0,000404	5,95
350	55	60	49	61	49	61	55	60	55,0	60,0	49,0	61,0	0,000440	0,000480	0,000392	0,000488	0,000450	6,41
375	62	68	54	69	54	69	62	68	62,0	68,0	54,0	69,0	0,000496	0,000544	0,000432	0,000552	0,000506	6,87
400	68	75	60	74	60	74	68	75	68,0	75,0	60,0	74,0	0,000544	0,000600	0,000480	0,000592	0,000554	7,32
450	73	93	64	90	64	90	73	93	73,0	93,0	64,0	90,0	0,000584	0,000744	0,000512	0,000720	0,000640	8,24
500	83	96	73	101	73	101	83	96	83,0	96,0	73,0	101,0	0,000664	0,000768	0,000584	0,000808	0,000706	9,15

Tabela D.079 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B1-A2-G3-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	3	5	5	5	5	5	3	5	3,0	5,0	5,0	5,0	0,000024	0,000040	0,000040	0,000040	0,000036	0,46
50	6	8	10	10	10	10	6	8	6,0	8,0	10,0	10,0	0,000048	0,000064	0,000080	0,000080	0,000068	0,91
75	8	10	13	13	13	13	8	10	8,0	10,0	13,0	13,0	0,000064	0,000080	0,000104	0,000104	0,000088	1,37
100	11	14	17	16	17	16	11	14	11,0	14,0	17,0	16,0	0,000088	0,000112	0,000136	0,000128	0,000116	1,83
125	14	17	21	19	21	19	14	17	14,0	17,0	21,0	19,0	0,000112	0,000136	0,000168	0,000152	0,000142	2,29
150	17	20	24	21	24	21	17	20	17,0	20,0	24,0	21,0	0,000136	0,000160	0,000192	0,000168	0,000164	2,75
175	21	23	28	24	28	24	21	23	21,0	23,0	28,0	24,0	0,000168	0,000184	0,000224	0,000192	0,000192	3,20
200	23	25	31	27	31	27	23	25	23,0	25,0	31,0	27,0	0,000184	0,000200	0,000248	0,000216	0,000212	3,66
225	26	27	33	30	33	30	26	27	26,0	27,0	33,0	30,0	0,000208	0,000216	0,000264	0,000240	0,000232	4,12
250	30	31	37	35	37	35	30	31	30,0	31,0	37,0	35,0	0,000240	0,000248	0,000296	0,000280	0,000266	4,58
275	33	34	40	39	40	39	33	34	33,0	34,0	40,0	39,0	0,000264	0,000272	0,000320	0,000312	0,000292	5,03
300	38	39	44	43	44	43	38	39	38,0	39,0	44,0	43,0	0,000304	0,000312	0,000352	0,000344	0,000328	5,49
325	40	42	47	46	47	46	40	42	40,0	42,0	47,0	46,0	0,000320	0,000336	0,000376	0,000368	0,000350	5,95
350	46	49	54	52	54	52	46	49	46,0	49,0	54,0	52,0	0,000368	0,000392	0,000432	0,000416	0,000402	6,41
375	50	52	58	55	58	55	50	52	50,0	52,0	58,0	55,0	0,000400	0,000416	0,000464	0,000440	0,000430	6,87
400	53	56	62	59	62	59	53	56	53,0	56,0	62,0	59,0	0,000424	0,000448	0,000496	0,000472	0,000460	7,32
450	60	65	68	67	68	67	60	65	60,0	65,0	68,0	67,0	0,000480	0,000520	0,000544	0,000536	0,000520	8,24

Tabela D.080 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B1-A2-G4-AT

Carga (KN)	Bases de medidas								Médias das Bases				Deformações nas bases de medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	0,000024	0,000016	0,000024	0,000024	0,000022	0,46
50	5	5	5	6	5	6	5	5	5	5	5	6	0,000040	0,000040	0,000040	0,000048	0,000042	0,91
75	7	7	9	9	9	9	7	7	7	7	7	9	0,000056	0,000056	0,000072	0,000072	0,000064	1,37
100	10	10	12	13	12	13	10	10	10	10	12	13	0,000080	0,000080	0,000096	0,000104	0,000090	1,83
125	12	12	14	16	14	16	12	12	12	12	14	16	0,000096	0,000096	0,000112	0,000128	0,000108	2,29
150	16	18	16	20	16	20	16	18	16	18	16	20	0,000128	0,000144	0,000128	0,000160	0,000140	2,75
175	18	21	20	24	20	24	18	21	18	21	20	24	0,000144	0,000168	0,000160	0,000192	0,000166	3,20
200	21	23	25	27	25	27	21	23	21	23	25	27	0,000168	0,000184	0,000200	0,000216	0,000192	3,66
225	23	25	28	33	28	33	23	25	23	25	28	33	0,000184	0,000200	0,000224	0,000264	0,000218	4,12
250	25	29	31	37	31	37	25	29	25	29	31	37	0,000200	0,000232	0,000248	0,000296	0,000244	4,58
275	27	32	34	39	34	39	27	32	27	32	34	39	0,000216	0,000256	0,000272	0,000312	0,000264	5,03
300	29	34	39	41	39	41	29	34	29	34	39	41	0,000232	0,000272	0,000312	0,000328	0,000286	5,49
325	33	38	41	44	41	44	33	38	33	38	41	44	0,000264	0,000304	0,000328	0,000352	0,000312	5,95
350	36	41	47	49	47	49	36	41	36	41	47	49	0,000288	0,000328	0,000376	0,000392	0,000346	6,41
375	40	45	53	53	53	53	40	45	40	45	53	53	0,000320	0,000360	0,000424	0,000424	0,000382	6,87
400	43	50	56	58	56	58	43	50	43	50	56	58	0,000344	0,000400	0,000448	0,000464	0,000414	7,32

Tabela D.081 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B2-A2-S/G-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	3	3	4	4	4	4	3	3	3,0	3,0	4,0	4,0	0,000024	0,000024	0,000032	0,000032	0,000028	0,79
50	5	5	7	9	7	10	5	5	5,0	5,0	7,0	9,5	0,000040	0,000040	0,000056	0,000076	0,000053	1,58
75	9	8	9	12	9	12	9	8	9,0	8,0	9,0	12,0	0,000072	0,000064	0,000072	0,000096	0,000076	2,37
100	11	11	13	15	13	15	11	11	11,0	11,0	13,0	15,0	0,000088	0,000088	0,000104	0,000120	0,000100	3,16
125	14	15	17	20	17	20	14	15	14,0	15,0	17,0	20,0	0,000112	0,000120	0,000136	0,000160	0,000132	3,95
150	18	18	21	24	21	24	18	18	18,0	18,0	21,0	24,0	0,000144	0,000144	0,000168	0,000192	0,000162	4,75
175	21	23	26	29	26	29	21	23	21,0	23,0	26,0	29,0	0,000168	0,000184	0,000208	0,000232	0,000198	5,53
200	24	26	27	34	27	34	24	26	24,0	26,0	27,0	34,0	0,000192	0,000208	0,000216	0,000272	0,000222	6,33
225	28	30	29	38	29	38	28	30	28,0	30,0	29,0	38,0	0,000224	0,000240	0,000232	0,000304	0,000250	7,12
250	30	34	35	45	35	45	30	34	30,0	34,0	35,0	45,0	0,000240	0,000272	0,000280	0,000360	0,000288	7,91
275	35	38	40	51	35	51	35	38	35,0	38,0	37,5	51,0	0,000280	0,000304	0,000300	0,000408	0,000323	8,70
300	40	42	45	59	45	59	40	42	40,0	42,0	45,0	59,0	0,000320	0,000336	0,000360	0,000472	0,000372	9,49
325	43	48	52	66	52	66	43	48	43,0	48,0	52,0	66,0	0,000344	0,000384	0,000416	0,000528	0,000418	10,28

Tabela D.082 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B2-A2-G1-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	3	3	2	4	2	4	3	3	3,0	3,0	2,0	4,0	0,000024	0,000024	0,000016	0,000032	0,000024	0,46
50	5	5	3	5	3	5	5	5	5,0	5,0	3,0	5,0	0,000040	0,000040	0,000024	0,000040	0,000036	0,91
75	7	7	5	7	5	7	7	7	7,0	7,0	5,0	7,0	0,000056	0,000056	0,000040	0,000056	0,000052	1,37
100	9	9	8	9	8	9	9	9	9,0	9,0	8,0	9,0	0,000072	0,000072	0,000064	0,000072	0,000070	1,83
125	12	11	10	11	10	11	12	11	12,0	11,0	10,0	11,0	0,000096	0,000088	0,000080	0,000088	0,000088	2,29
150	15	14	13	13	13	13	15	14	15,0	14,0	13,0	13,0	0,000120	0,000112	0,000104	0,000104	0,000110	2,75
175	17	15	15	15	15	15	17	15	17,0	15,0	15,0	15,0	0,000136	0,000120	0,000120	0,000120	0,000124	3,20
200	20	17	18	16	17	16	20	17	20,0	17,0	17,5	16,0	0,000160	0,000136	0,000140	0,000128	0,000141	3,66
225	22	20	22	20	22	20	22	20	22,0	20,0	22,0	20,0	0,000176	0,000160	0,000176	0,000160	0,000168	4,12
250	27	23	25	22	25	22	27	23	27,0	23,0	25,0	22,0	0,000216	0,000184	0,000200	0,000176	0,000194	4,58
275	30	25	30	26	30	26	30	25	30,0	25,0	30,0	26,0	0,000240	0,000200	0,000240	0,000208	0,000222	5,03
300	34	28	35	29	35	29	34	28	34,0	28,0	35,0	29,0	0,000272	0,000224	0,000280	0,000232	0,000252	5,49
325	38	32	39	32	39	32	38	32	38,0	32,0	39,0	32,0	0,000304	0,000256	0,000312	0,000256	0,000282	5,95
350	45	39	43	34	43	34	45	39	45,0	39,0	43,0	34,0	0,000360	0,000312	0,000344	0,000272	0,000322	6,41

Tabela D.083 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B2-A2-G2-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	3	2	2	1	2	1	3	2	3,0	2,0	2,0	1,0	0,000024	0,000016	0,000016	0,000008	0,000016	0,46
50	5	4	4	3	4	3	5	4	5,0	4,0	4,0	3,0	0,000040	0,000032	0,000032	0,000024	0,000032	0,91
75	9	7	6	5	6	5	9	7	9,0	7,0	6,0	5,0	0,000072	0,000056	0,000048	0,000040	0,000054	1,37
100	10	8	6	6	6	6	10	8	10,0	8,0	6,0	6,0	0,000080	0,000064	0,000048	0,000048	0,000060	1,83
125	12	10	9	9	9	9	12	10	12,0	10,0	9,0	9,0	0,000096	0,000080	0,000072	0,000072	0,000080	2,29
150	15	13	11	11	11	11	15	13	15,0	13,0	11,0	11,0	0,000120	0,000104	0,000088	0,000088	0,000100	2,75
175	18	15	13	13	13	13	18	15	18,0	15,0	13,0	13,0	0,000144	0,000120	0,000104	0,000104	0,000118	3,20
200	21	17	15	16	15	16	21	17	21,0	17,0	15,0	16,0	0,000168	0,000136	0,000120	0,000128	0,000138	3,66
225	23	19	16	17	16	17	23	19	23,0	18,5	16,0	17,0	0,000184	0,000148	0,000128	0,000136	0,000149	4,12
250	24	20	17	18	17	18	25	20	24,5	20,0	17,0	18,0	0,000196	0,000160	0,000136	0,000144	0,000159	4,58
275	27	22	19	20	19	20	27	22	27,0	22,0	19,0	20,0	0,000216	0,000176	0,000152	0,000160	0,000176	5,03
300	29	24	21	22	21	22	29	24	29,0	24,0	21,0	22,0	0,000232	0,000192	0,000168	0,000176	0,000192	5,49
325	32	26	23	25	23	25	32	26	32,0	25,5	23,0	25,0	0,000256	0,000204	0,000184	0,000200	0,000211	5,95
350	36	28	27	27	27	27	36	28	36,0	27,0	27,0	27,0	0,000288	0,000216	0,000216	0,000216	0,000234	6,41
375	39	31	30	30	30	30	39	31	39,0	31,0	30,0	30,0	0,000312	0,000248	0,000240	0,000240	0,000260	6,87
400	41	33	32	32	32	32	41	33	41,0	33,0	32,0	32,0	0,000328	0,000264	0,000256	0,000256	0,000276	7,32
450	46	39	37	37	37	37	46	39	46,0	39,0	37,0	37,0	0,000368	0,000312	0,000296	0,000296	0,000318	8,24
500	52	42	41	41	41	41	52	42	52,0	42,0	41,0	41,0	0,000416	0,000336	0,000328	0,000328	0,000352	9,15

Tabela D.084 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B2-A2-G3-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	2	2	1	1	1	1	2	2	2,0	2,0	1,0	1,0	0,000016	0,000016	0,000008	0,000008	0,000012	0,46
50	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0	5,0	5,0	5,0	0,000040	0,000040	0,000040	0,000040	0,000040	0,91
75	7	7	7	5	7	5	7	7	7,0	7,0	7,0	5,0	0,000056	0,000056	0,000056	0,000040	0,000052	1,37
100	8	11	10	9	10	9	8	11	8,0	11,0	10,0	9,0	0,000064	0,000088	0,000080	0,000072	0,000076	1,83
125	11	14	11	11	11	11	11	14	11,0	14,0	11,0	11,0	0,000088	0,000112	0,000088	0,000088	0,000094	2,29
150	13	17	12	13	12	13	13	17	13,0	17,0	12,0	13,0	0,000104	0,000136	0,000096	0,000104	0,000110	2,75
175	14	21	13	14	13	14	14	21	14,0	21,0	13,0	14,0	0,000112	0,000168	0,000104	0,000112	0,000124	3,20
200	16	26	15	17	15	17	16	26	16,0	26,0	15,0	17,0	0,000128	0,000208	0,000120	0,000136	0,000148	3,66
225	19	33	17	21	17	21	19	33	19,0	33,0	17,0	21,0	0,000152	0,000264	0,000136	0,000168	0,000180	4,12
250	21	36	18	22	18	22	21	36	21,0	36,0	18,0	22,0	0,000168	0,000288	0,000144	0,000176	0,000194	4,58
275	24	44	21	26	21	26	24	44	24,0	44,0	21,0	26,0	0,000192	0,000352	0,000168	0,000208	0,000230	5,03
300	25	49	24	33	24	33	25	49	25,0	49,0	24,0	33,0	0,000200	0,000392	0,000192	0,000264	0,000262	5,49
325	28	53	26	34	26	34	28	53	28,0	53,0	26,0	34,0	0,000224	0,000424	0,000208	0,000272	0,000282	5,95
350	29	60	28	38	28	38	29	60	29,0	60,0	28,0	38,0	0,000232	0,000480	0,000224	0,000304	0,000310	6,41
375	30	64	30	42	30	42	30	64	30,0	64,0	30,0	42,0	0,000240	0,000512	0,000240	0,000336	0,000332	6,87
400	34	70	35	50	35	50	34	70	34,0	70,0	35,0	50,0	0,000272	0,000560	0,000280	0,000400	0,000378	7,32
450	38	82	38	60	38	60	38	82	38,0	82,0	38,0	60,0	0,000304	0,000656	0,000304	0,000480	0,000436	8,24
500	40	95	42	73	37	73	40	95	40,0	95,0	39,5	73,0	0,000320	0,000760	0,000316	0,000584	0,000495	9,15

Tabela D.085 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B2-A2-G4-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	3	3	4	1	4	1	3	3	3,0	3,0	4,0	1,0	0,000024	0,000024	0,000032	0,000008	0,000022	0,46
50	4	4	6	5	6	5	4	4	4,0	4,0	6,0	5,0	0,000032	0,000032	0,000048	0,000040	0,000038	0,91
75	6	6	7	6	7	6	6	6	6,0	6,0	7,0	6,0	0,000048	0,000048	0,000056	0,000048	0,000050	1,37
100	7	8	9	8	9	8	7	8	7,0	8,0	9,0	8,0	0,000056	0,000064	0,000072	0,000064	0,000064	1,83
125	9	9	11	11	11	11	9	9	9,0	9,0	11,0	11,0	0,000072	0,000072	0,000088	0,000088	0,000080	2,29
150	11	11	13	13	13	13	11	11	11,0	11,0	13,0	13,0	0,000088	0,000088	0,000104	0,000104	0,000096	2,75
175	13	13	15	14	15	14	13	13	13,0	13,0	15,0	14,0	0,000104	0,000104	0,000120	0,000112	0,000110	3,20
200	16	15	18	17	18	17	16	15	16,0	15,0	18,0	17,0	0,000128	0,000120	0,000144	0,000136	0,000132	3,66
225	17	17	21	19	21	19	17	17	17,0	17,0	21,0	19,0	0,000136	0,000136	0,000168	0,000152	0,000148	4,12
250	19	19	24	22	24	22	19	19	19,0	19,0	24,0	22,0	0,000152	0,000152	0,000192	0,000176	0,000168	4,58
275	20	22	26	26	26	26	20	22	20,0	22,0	26,0	26,0	0,000160	0,000176	0,000208	0,000208	0,000188	5,03
300	24	26	28	28	28	28	24	26	24,0	26,0	28,0	28,0	0,000192	0,000208	0,000224	0,000224	0,000212	5,49
325	25	28	30	30	30	30	25	28	25,0	28,0	30,0	30,0	0,000200	0,000224	0,000240	0,000240	0,000226	5,95
350	28	31	32	33	32	33	28	31	28,0	31,0	32,0	33,0	0,000224	0,000248	0,000256	0,000264	0,000248	6,41
375	30	33	35	36	35	36	30	33	30,0	33,0	35,0	36,0	0,000240	0,000264	0,000280	0,000288	0,000268	6,87
400	31	35	37	38	37	38	31	35	31,0	35,0	37,0	38,0	0,000248	0,000280	0,000296	0,000304	0,000282	7,32
450	36	40	42	41	42	41	36	40	36,0	40,0	42,0	41,0	0,000288	0,000320	0,000336	0,000328	0,000318	8,24
500	38	44	46	47	46	47	38	44	38,0	44,0	46,0	47,0	0,000304	0,000352	0,000368	0,000376	0,000350	9,15
550	42	48	50	54	50	54	42	48	42,0	48,0	50,0	54,0	0,000336	0,000384	0,000400	0,000432	0,000388	10,07
600	47	58	55	58	55	58	47	58	47,0	58,0	55,0	58,0	0,000376	0,000464	0,000440	0,000464	0,000436	11,00
650	53	62	57	68	57	68	53	62	53,0	62,0	57,0	68,0	0,000424	0,000496	0,000456	0,000544	0,000480	11,90
700	63	71	64	75	64	75	63	71	63,0	71,0	64,0	75,0	0,000504	0,000568	0,000512	0,000600	0,000546	12,82

Tabela D.086 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B3-A2-S/G-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	2	3	2	2	2	2	2	3	2,0	3,0	2,0	2,0	0,000016	0,000024	0,000016	0,000016	0,000018	0,79
50	5	8	5	6	5	6	5	8	5,0	8,0	5,0	6,0	0,000040	0,000064	0,000040	0,000048	0,000048	1,58
75	7	13	8	9	8	9	7	13	7,0	13,0	8,0	9,0	0,000056	0,000104	0,000064	0,000072	0,000074	2,37
100	10	17	11	12	11	12	10	17	10,0	17,0	11,0	12,0	0,000080	0,000136	0,000088	0,000096	0,000100	3,16
125	12	21	12	14	12	14	12	21	12,0	21,0	12,0	14,0	0,000096	0,000168	0,000096	0,000112	0,000118	3,95
150	15	26	17	20	17	20	15	26	15,0	26,0	17,0	20,0	0,000120	0,000208	0,000136	0,000160	0,000156	4,75
175	17	28	18	23	18	23	17	28	17,0	28,0	18,0	23,0	0,000136	0,000224	0,000144	0,000184	0,000172	5,53
200	19	35	21	28	21	28	19	35	19,0	35,0	21,0	28,0	0,000152	0,000280	0,000168	0,000224	0,000206	6,33
225	23	40	23	33	23	33	23	40	23,0	40,0	23,0	33,0	0,000184	0,000320	0,000184	0,000264	0,000238	7,12
250	28	48	28	39	28	39	28	48	28,0	48,0	28,0	39,0	0,000224	0,000384	0,000224	0,000312	0,000286	7,91
275	30	53	33	44	33	44	30	53	30,0	53,0	33,0	44,0	0,000240	0,000424	0,000264	0,000352	0,000320	8,70
300	35	61	37	50	37	50	35	61	35,0	61,0	37,0	50,0	0,000280	0,000488	0,000296	0,000400	0,000366	9,49
325	37	71	41	56	41	56	37	71	37,0	71,0	41,0	56,0	0,000296	0,000568	0,000328	0,000448	0,000410	10,28
350	41	81	43	62	43	62	41	81	41,0	81,0	43,0	62,0	0,000328	0,000648	0,000344	0,000496	0,000454	11,07

Tabela D.087 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B3-A2-G1-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	5	4	4	3	4	3	5	4	5,0	4,0	4,0	3,0	0,000040	0,000032	0,000032	0,000024	0,000032	0,46
50	7	6	6	5	6	5	7	6	7,0	6,0	6,0	5,0	0,000056	0,000048	0,000048	0,000040	0,000048	0,91
75	10	8	8	7	8	7	10	8	10,0	8,0	8,0	7,0	0,000080	0,000064	0,000064	0,000056	0,000066	1,37
100	12	10	11	10	11	10	12	10	12,0	10,0	11,0	10,0	0,000096	0,000080	0,000088	0,000080	0,000086	1,83
125	14	13	13	13	13	13	14	13	14,0	13,0	13,0	13,0	0,000112	0,000104	0,000104	0,000104	0,000106	2,29
150	16	15	15	16	15	16	16	15	16,0	15,0	15,0	16,0	0,000128	0,000120	0,000120	0,000128	0,000124	2,75
175	18	17	16	18	16	18	18	17	18,0	17,0	16,0	18,0	0,000144	0,000136	0,000128	0,000144	0,000138	3,20
200	21	20	19	21	19	21	21	20	21,0	20,0	19,0	21,0	0,000168	0,000160	0,000152	0,000168	0,000162	3,66
225	23	22	20	23	20	23	23	22	23,0	22,0	20,0	23,0	0,000184	0,000176	0,000160	0,000184	0,000176	4,12
250	26	25	24	26	24	26	26	25	26,0	25,0	24,0	26,0	0,000208	0,000200	0,000192	0,000208	0,000202	4,58
275	29	27	27	30	27	30	29	27	29,0	27,0	27,0	30,0	0,000232	0,000216	0,000216	0,000240	0,000226	5,03
300	32	30	30	33	30	33	32	30	32,0	30,0	30,0	33,0	0,000256	0,000240	0,000240	0,000264	0,000250	5,49
325	35	33	33	36	33	36	35	33	35,0	33,0	33,0	36,0	0,000280	0,000264	0,000264	0,000288	0,000274	5,95
350	39	36	36	38	36	38	39	36	39,0	36,0	36,0	38,0	0,000312	0,000288	0,000288	0,000304	0,000298	6,41
375	42	38	39	41	39	41	42	38	42,0	38,0	39,0	41,0	0,000336	0,000304	0,000312	0,000328	0,000320	6,87

Tabela D.088 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B3-A2-G2-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	3	4	3	3	3	3	3	4	3,0	4,0	3,0	3,0	0,000024	0,000032	0,000024	0,000024	0,000026	0,46
50	5	6	6	8	6	8	5	6	5,0	6,0	6,0	8,0	0,000040	0,000048	0,000048	0,000064	0,000050	0,91
75	7	8	8	10	8	10	7	8	7,0	8,0	8,0	10,0	0,000056	0,000064	0,000064	0,000080	0,000066	1,37
100	10	11	9	13	9	13	10	11	10,0	11,0	9,0	13,0	0,000080	0,000088	0,000072	0,000104	0,000086	1,83
125	12	13	12	15	12	15	12	13	12,0	13,0	12,0	15,0	0,000096	0,000104	0,000096	0,000120	0,000104	2,29
150	13	16	14	17	14	17	13	16	13,0	16,0	14,0	17,0	0,000104	0,000128	0,000112	0,000136	0,000120	2,75
175	14	18	16	20	16	20	14	18	14,0	18,0	16,0	20,0	0,000112	0,000144	0,000128	0,000160	0,000136	3,20
200	16	21	17	23	17	23	16	21	16,0	21,0	17,0	23,0	0,000128	0,000168	0,000136	0,000184	0,000154	3,66
225	18	23	19	26	19	26	18	23	18,0	23,0	19,0	26,0	0,000144	0,000184	0,000152	0,000208	0,000172	4,12
250	21	25	21	29	21	29	21	25	21,0	25,0	21,0	29,0	0,000168	0,000200	0,000168	0,000232	0,000192	4,58
275	24	28	23	32	23	32	24	28	24,0	28,0	23,0	32,0	0,000192	0,000224	0,000184	0,000256	0,000214	5,03
300	27	30	26	35	26	35	27	30	27,0	30,0	26,0	35,0	0,000216	0,000240	0,000208	0,000280	0,000236	5,49
325	30	32	28	37	28	37	29	32	29,5	32,0	28,0	37,0	0,000236	0,000256	0,000224	0,000296	0,000253	5,95
350	32	35	30	39	30	39	32	35	32,0	35,0	30,0	39,0	0,000256	0,000280	0,000240	0,000312	0,000272	6,41
375	34	37	32	43	32	43	34	37	34,0	37,0	32,0	43,0	0,000272	0,000296	0,000256	0,000344	0,000292	6,87
400	39	40	33	46	33	46	39	40	39,0	40,0	33,0	46,0	0,000312	0,000320	0,000264	0,000368	0,000316	7,32
450	44	48	40	54	40	54	44	48	44,0	48,0	40,0	54,0	0,000352	0,000384	0,000320	0,000432	0,000372	8,24
500	57	58	46	65	46	65	57	58	57,0	58,0	46,0	65,0	0,000456	0,000464	0,000368	0,000520	0,000452	9,15
550	65	69	50	75	50	75	65	69	65,0	69,0	50,0	75,0	0,000520	0,000552	0,000400	0,000600	0,000518	10,07

Tabela D.089 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B3-A2-G3-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	2	1	2	2	2	2	2	1	2,0	1,0	2,0	2,0	0,000016	0,000008	0,000016	0,000016	0,000014	0,46
50	4	3	4	4	4	4	4	3	4,0	3,0	4,0	4,0	0,000032	0,000024	0,000032	0,000032	0,000030	0,91
75	5	5	6	6	6	6	5	5	5,0	5,0	6,0	6,0	0,000040	0,000040	0,000048	0,000048	0,000044	1,37
100	7	7	7	8	7	8	7	7	7,0	7,0	7,0	8,0	0,000056	0,000056	0,000056	0,000064	0,000058	1,83
125	9	9	9	10	9	10	9	9	9,0	9,0	9,0	10,0	0,000072	0,000072	0,000072	0,000080	0,000074	2,29
150	11	10	11	13	11	13	11	10	11,0	10,0	11,0	13,0	0,000088	0,000080	0,000088	0,000104	0,000090	2,75
175	12	12	13	15	13	15	12	12	12,0	12,0	13,0	15,0	0,000096	0,000096	0,000104	0,000120	0,000104	3,20
200	14	14	14	17	14	17	14	14	14,0	14,0	14,0	17,0	0,000112	0,000112	0,000112	0,000136	0,000118	3,66
225	16	16	16	20	16	20	16	16	16,0	16,0	16,0	20,0	0,000128	0,000128	0,000128	0,000160	0,000136	4,12
250	18	18	18	22	18	22	18	18	18,0	18,0	18,0	22,0	0,000144	0,000144	0,000144	0,000176	0,000152	4,58
275	20	20	20	25	20	25	20	20	20,0	20,0	20,0	25,0	0,000160	0,000160	0,000160	0,000200	0,000170	5,03
300	21	23	23	28	23	28	21	23	21,0	23,0	23,0	28,0	0,000168	0,000184	0,000184	0,000224	0,000190	5,49
325	23	26	24	30	24	30	23	26	23,0	26,0	24,0	30,0	0,000184	0,000208	0,000192	0,000240	0,000206	5,95
350	25	29	26	33	26	33	25	29	25,0	29,0	26,0	33,0	0,000200	0,000232	0,000208	0,000264	0,000226	6,41
375	27	31	28	36	28	36	27	31	27,0	31,0	28,0	36,0	0,000216	0,000248	0,000224	0,000288	0,000244	6,87
400	29	34	30	38	30	38	29	34	29,0	34,0	30,0	38,0	0,000232	0,000272	0,000240	0,000304	0,000262	7,32
450	31	40	31	42	31	42	31	40	31,0	40,0	31,0	42,0	0,000248	0,000320	0,000248	0,000336	0,000288	8,24

Tabela D.090 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B3-A2-G4-AT

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1,0	1,0	1,0	1,0	0,000008	0,000008	0,000008	0,000008	0,000008	0,46
50	3	2	2	3	2	3	3	2	3,0	2,0	2,0	3,0	0,000024	0,000016	0,000016	0,000024	0,000020	0,91
75	4	4	3	4	3	4	4	4	4,0	4,0	3,0	4,0	0,000032	0,000032	0,000024	0,000032	0,000030	1,37
100	6	6	5	6	5	6	6	6	6,0	6,0	5,0	6,0	0,000048	0,000048	0,000040	0,000048	0,000046	1,83
125	8	8	7	8	7	8	8	8	8,0	8,0	7,0	8,0	0,000064	0,000064	0,000056	0,000064	0,000062	2,29
150	10	9	10	10	10	10	10	9	10,0	9,0	10,0	10,0	0,000080	0,000072	0,000080	0,000080	0,000078	2,75
175	12	11	13	12	13	12	12	11	12,0	11,0	13,0	12,0	0,000096	0,000088	0,000104	0,000096	0,000096	3,20
200	13	12	15	14	15	14	13	12	13,0	12,0	15,0	14,0	0,000104	0,000096	0,000120	0,000112	0,000108	3,66
225	14	14	17	16	17	16	14	14	14,0	14,0	17,0	16,0	0,000112	0,000112	0,000136	0,000128	0,000122	4,12
250	15	16	19	17	19	17	15	16	15,0	16,0	19,0	17,0	0,000120	0,000128	0,000152	0,000136	0,000134	4,58
275	16	18	20	20	20	20	16	18	16,0	18,0	20,0	20,0	0,000128	0,000144	0,000160	0,000160	0,000148	5,03
300	17	20	22	22	22	22	17	20	17,0	20,0	22,0	22,0	0,000136	0,000160	0,000176	0,000176	0,000162	5,49
325	18	22	24	24	24	24	18	22	18,0	22,0	24,0	24,0	0,000144	0,000176	0,000192	0,000192	0,000176	5,95
350	20	24	27	27	27	27	20	24	20,0	24,0	27,0	27,0	0,000160	0,000192	0,000216	0,000216	0,000196	6,41
375	22	26	30	29	30	29	22	26	22,0	26,0	30,0	29,0	0,000176	0,000208	0,000240	0,000232	0,000214	6,87
400	24	28	33	32	33	32	24	28	24,0	28,0	33,0	32,0	0,000192	0,000224	0,000264	0,000256	0,000234	7,32
450	26	30	36	35	36	35	26	30	26,0	30,0	36,0	35,0	0,000208	0,000240	0,000288	0,000280	0,000254	8,24
500	28	32	38	37	38	37	28	32	28,0	32,0	38,0	37,0	0,000224	0,000256	0,000304	0,000296	0,000270	9,15
550	30	38	42	42	42	42	30	38	30,0	38,0	42,0	42,0	0,000240	0,000304	0,000336	0,000336	0,000304	10,07
600	33	45	47	47	47	47	33	45	33,0	45,0	47,0	47,0	0,000264	0,000360	0,000376	0,000376	0,000344	11,00
650	37	52	54	53	54	53	37	52	37,0	52,0	54,0	53,0	0,000296	0,000416	0,000432	0,000424	0,000392	11,90
700	42	58	62	61	62	61	42	58	42,0	58,0	62,0	61,0	0,000336	0,000464	0,000496	0,000488	0,000446	12,82
750	46	64	69	66	69	66	46	64	46,0	64,0	69,0	66,0	0,000368	0,000512	0,000552	0,000528	0,000490	13,73

Tabela D.091 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B1-A1-S/G-AL

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	7	10	10	14	12	12	11	10	9,0	10,0	11,0	13,0	0,000072	0,000080	0,000088	0,000104	0,000086	1,08
50	18	23	21	23	29	30	23	23	20,5	23,0	25,0	26,5	0,000164	0,000184	0,000200	0,000212	0,000190	2,17
75	26	29	29	32	41	43	41	38	33,5	33,5	35,0	37,5	0,000268	0,000268	0,000280	0,000300	0,000279	3,26
100	41	43	45	49	65	67	62	53	51,5	48,0	55,0	58,0	0,000412	0,000384	0,000440	0,000464	0,000425	4,34
125	61	65	64	69	92	86	85	70	73,0	67,5	78,0	77,5	0,000584	0,000540	0,000624	0,000620	0,000592	5,43
150	82	86	82	93	121	119	118	96	100,0	91,0	101,5	106,0	0,000800	0,000728	0,000812	0,000848	0,000797	6,52
175	105	109	104	123	171	148	158	121	131,5	115,0	137,5	135,5	0,001052	0,000920	0,001100	0,001084	0,001039	7,61
200	154	148	137	165	232	186	218	143	186,0	145,5	184,5	175,5	0,001488	0,001164	0,001476	0,001404	0,001383	8,70

Tabela D.092 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B1-A1-G1-AL

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	8	9	8	8	10	8	10	9	9,0	9,0	9,0	8,0	0,000072	0,000072	0,000072	0,000064	0,000070	0,46
50	15	13	18	18	20	13	15	16	15,0	14,5	19,0	15,5	0,000120	0,000116	0,000152	0,000124	0,000128	0,91
75	23	17	24	25	25	23	26	25	24,5	21,0	24,5	24,0	0,000196	0,000168	0,000196	0,000192	0,000188	1,37
100	31	26	27	36	35	32	33	34	32,0	30,0	31,0	34,0	0,000256	0,000240	0,000248	0,000272	0,000254	1,83
125	44	35	49	48	44	39	43	41	43,5	38,0	46,5	43,5	0,000348	0,000304	0,000372	0,000348	0,000343	2,29
150	61	46	63	64	57	56	55	56	58,0	51,0	60,0	60,0	0,000464	0,000408	0,000480	0,000480	0,000458	2,75
175	73	60	78	75	70	66	68	66	70,5	63,0	74,0	70,5	0,000564	0,000504	0,000592	0,000564	0,000556	3,20
200	90	78	97	91	86	88	82	87	86,0	82,5	91,5	89,5	0,000688	0,000660	0,000732	0,000716	0,000699	3,66
225	115	96	123	113	104	108	101	106	108,0	101,0	113,5	110,5	0,000864	0,000808	0,000908	0,000884	0,000866	4,12
250	140	119	155	135	122	133	124	131	132,0	125,0	138,5	134,0	0,001056	0,001000	0,001108	0,001072	0,001059	4,58
275	183	154	200	163	151	164	152	162	167,5	158,0	175,5	163,5	0,001340	0,001264	0,001404	0,001308	0,001329	5,03
300	225	187	247	189	180	197	187	198	206,0	192,5	213,5	193,0	0,001648	0,001540	0,001708	0,001544	0,001610	5,49

Tabela D.093 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B1-A1-G2-AL

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	4	1	7	4	5	10	2	3	3,0	2,0	6,0	7,0	0,000024	0,000016	0,000048	0,000056	0,000036	0,46
50	8	6	10	9	7	13	3	11	5,5	8,5	8,5	11,0	0,000044	0,000068	0,000068	0,000088	0,000067	0,91
75	15	12	15	13	12	19	10	18	12,5	15,0	13,5	16,0	0,000100	0,000120	0,000108	0,000128	0,000114	1,37
100	18	18	21	17	15	24	12	23	15,0	20,5	18,0	20,5	0,000120	0,000164	0,000144	0,000164	0,000148	1,83
125	25	22	27	27	19	26	14	28	19,5	25,0	23,0	26,5	0,000156	0,000200	0,000184	0,000212	0,000188	2,29
150	31	28	33	30	22	33	17	32	24,0	30,0	27,5	31,5	0,000192	0,000240	0,000220	0,000252	0,000226	2,75
175	35	34	39	38	27	36	17	37	26,0	35,5	33,0	37,0	0,000208	0,000284	0,000264	0,000296	0,000263	3,20
200	40	36	43	43	32	41	25	37	32,5	36,5	37,5	42,0	0,000260	0,000292	0,000300	0,000336	0,000297	3,66
225	48	40	47	45	36	48	27	42	37,5	41,0	41,5	46,5	0,000300	0,000328	0,000332	0,000372	0,000333	4,12
250	51	45	53	53	39	51	30	48	40,5	46,5	46,0	52,0	0,000324	0,000372	0,000368	0,000416	0,000370	4,58
275	56	49	61	56	43	55	34	53	45,0	51,0	52,0	55,0	0,000360	0,000408	0,000416	0,000444	0,000407	5,03
300	65	54	68	61	49	63	42	57	53,5	55,5	58,5	62,0	0,000428	0,000444	0,000468	0,000496	0,000459	5,49
325	70	61	76	67	55	68	47	62	58,5	61,5	65,5	67,5	0,000468	0,000492	0,000524	0,000540	0,000506	5,95
350	77	64	82	74	62	73	52	66	64,5	65,0	72,0	73,5	0,000516	0,000520	0,000576	0,000588	0,000550	6,41
375	85	70	88	80	69	80	61	73	73,0	71,5	78,5	80,0	0,000584	0,000572	0,000628	0,000640	0,000606	6,87
400	94	78	96	88	78	92	67	78	80,5	78,0	87,0	90,0	0,000644	0,000624	0,000696	0,000720	0,000671	7,32
450	109	92	113	101	95	105	81	88	95,0	90,0	104,0	103,0	0,000760	0,000720	0,000832	0,000824	0,000784	8,24
500	130	103	139	118	122	126	108	112	119,0	107,5	130,5	122,0	0,000952	0,000860	0,001044	0,000976	0,000958	9,15
550	166	133	181	134	154	150	138	133	152,0	133,0	167,5	142,0	0,001216	0,001064	0,001340	0,001136	0,001189	10,07
600	205	154	228	159	195	170	179	163	192,0	158,5	211,5	164,5	0,001536	0,001268	0,001692	0,001316	0,001453	11,00
650	268	191	302	185	272	200	232	203	250,0	197,0	287,0	192,5	0,002000	0,001576	0,002296	0,001540	0,001853	11,90

Tabela D.094 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B1-A1-G3-AL

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	8	2	6	5	1	1	0	2	4,0	2,0	3,5	3,0	0,000032	0,000016	0,000028	0,000024	0,000025	0,46
50	11	8	10	9	10	4	3	6	7,0	7,0	10,0	6,5	0,000056	0,000056	0,000080	0,000052	0,000061	0,91
75	16	10	12	14	19	10	6	11	11,0	10,5	15,5	12,0	0,000088	0,000084	0,000124	0,000096	0,000098	1,37
100	20	15	18	18	20	16	11	13	15,5	14,0	19,0	17,0	0,000124	0,000112	0,000152	0,000136	0,000131	1,83
125	26	18	23	20	20	18	15	17	20,5	17,5	21,5	19,0	0,000164	0,000140	0,000172	0,000152	0,000157	2,29
150	31	24	26	27	28	18	16	20	23,5	22,0	27,0	22,5	0,000188	0,000176	0,000216	0,000180	0,000190	2,75
175	34	28	28	31	30	20	21	23	27,5	25,5	29,0	25,5	0,000220	0,000204	0,000232	0,000204	0,000215	3,20
200	42	32	35	39	31	22	25	26	33,5	29,0	33,0	30,5	0,000268	0,000232	0,000264	0,000244	0,000252	3,66
225	49	37	42	41	31	24	30	27	39,5	32,0	36,5	32,5	0,000316	0,000256	0,000292	0,000260	0,000281	4,12
250	52	41	45	46	33	25	33	33	42,5	37,0	39,0	35,5	0,000340	0,000296	0,000312	0,000284	0,000308	4,58
275	59	46	51	51	38	33	38	38	48,5	42,0	44,5	42,0	0,000388	0,000336	0,000356	0,000336	0,000354	5,03
300	61	49	55	58	42	38	42	42	51,5	45,5	48,5	48,0	0,000412	0,000364	0,000388	0,000384	0,000387	5,49
325	69	52	58	62	48	44	47	48	58,0	50,0	53,0	53,0	0,000464	0,000400	0,000424	0,000424	0,000428	5,95
350	74	57	63	66	51	47	51	50	62,5	53,5	57,0	56,5	0,000500	0,000428	0,000456	0,000452	0,000459	6,41
375	84	61	72	74	57	51	59	56	71,5	58,5	64,5	62,5	0,000572	0,000468	0,000516	0,000500	0,000514	6,87
400	88	66	76	77	62	56	64	61	76,0	63,5	69,0	66,5	0,000608	0,000508	0,000552	0,000532	0,000550	7,32
450	103	79	87	89	73	65	74	70	88,5	74,5	80,0	77,0	0,000708	0,000596	0,000640	0,000616	0,000640	8,24
500	116	88	102	104	86	78	91	82	103,5	85,0	94,0	91,0	0,000828	0,000680	0,000752	0,000728	0,000747	9,15
550	129	103	115	124	101	92	111	101	120,0	102,0	108,0	108,0	0,000960	0,000816	0,000864	0,000864	0,000876	10,07
600	152	120	135	144	117	106	130	117	141,0	118,5	126,0	125,0	0,001128	0,000948	0,001008	0,001000	0,001021	11,00
650	173	135	158	165	133	123	151	139	162,0	137,0	145,5	144,0	0,001296	0,001096	0,001164	0,001152	0,001177	11,90
700	199	150	182	193	157	139	182	167	190,5	158,5	169,5	166,0	0,001524	0,001268	0,001356	0,001328	0,001369	12,82
750	229	174	212	232	188	161	216	198	222,5	186,0	200,0	196,5	0,001780	0,001488	0,001600	0,001572	0,001610	13,73
800	283	198	263	296	229	203	281	263	282,0	230,5	246,0	249,5	0,002256	0,001844	0,001968	0,001996	0,002016	14,65

Tabela D.095 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B1-A1-G4-AL

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	3	2	6	8	2	5	1	3	2,0	2,5	4,0	6,5	0,00016	0,00020	0,00032	0,00052	0,000030	0,46
50	7	5	7	11	6	11	6	6	6,5	5,5	6,5	11,0	0,00052	0,00044	0,00052	0,00088	0,000059	0,91
75	11	9	14	14	7	13	9	6	10,0	7,5	10,5	13,5	0,00080	0,00060	0,00084	0,00108	0,000083	1,37
100	16	15	18	18	11	14	14	8	15,0	11,5	14,5	16,0	0,00120	0,00092	0,00116	0,00128	0,000114	1,83
125	21	18	20	22	16	22	15	9	18,0	13,5	18,0	22,0	0,00144	0,00108	0,00144	0,00176	0,000143	2,29
150	25	23	28	29	19	26	19	11	22,0	17,0	23,5	27,5	0,00176	0,00136	0,00188	0,00220	0,000180	2,75
175	30	27	29	31	24	30	20	17	25,0	22,0	26,5	30,5	0,00200	0,00176	0,00212	0,00244	0,000208	3,20
200	34	31	36	36	29	32	25	20	29,5	25,5	32,5	34,0	0,00236	0,00204	0,00260	0,00272	0,000243	3,66
225	40	35	41	40	31	41	21	22	30,5	28,5	36,0	40,5	0,00244	0,00228	0,00288	0,00324	0,000271	4,12
250	45	41	43	44	37	48	29	27	37,0	34,0	40,0	46,0	0,00296	0,00272	0,00320	0,00368	0,000314	4,58
275	51	44	46	46	42	49	30	32	40,5	38,0	44,0	47,5	0,00324	0,00304	0,00352	0,00380	0,000340	5,03
300	57	49	52	51	46	53	33	35	45,0	42,0	49,0	52,0	0,00360	0,00336	0,00392	0,00416	0,000376	5,49
325	63	54	58	58	51	59	36	37	49,5	45,5	54,5	58,5	0,00396	0,00364	0,00436	0,00468	0,000416	5,95
350	69	54	63	61	56	62	41	43	55,0	48,5	59,5	61,5	0,00440	0,00388	0,00476	0,00492	0,000449	6,41
375	75	59	65	66	61	67	42	45	58,5	52,0	63,0	66,5	0,00468	0,00416	0,00504	0,00532	0,000480	6,87
400	80	61	70	68	67	69	45	49	62,5	55,0	68,5	68,5	0,00500	0,00440	0,00548	0,00548	0,000509	7,32
450	94	74	85	74	79	83	54	61	74,0	67,5	82,0	78,5	0,00592	0,00540	0,00656	0,00628	0,000604	8,24
500	113	84	96	84	94	95	62	72	87,5	78,0	95,0	89,5	0,00700	0,00624	0,00760	0,00716	0,000700	9,15
550	130	91	104	98	113	105	69	84	99,5	87,5	108,5	101,5	0,00796	0,00700	0,00868	0,00812	0,000794	10,07
600	163	113	121	106	142	124	75	93	119,0	103,0	131,5	115,0	0,00952	0,00824	0,01052	0,00920	0,000937	11,00
650	185	126	140	113	161	138	85	108	135,0	117,0	150,5	125,5	0,01080	0,00936	0,01204	0,01004	0,001056	11,90
700	201	136	153	122	185	156	95	124	148,0	130,0	169,0	139,0	0,01184	0,01040	0,01352	0,01112	0,001172	12,82
750	233	151	170	140	213	178	112	142	172,5	146,5	191,5	159,0	0,01380	0,01172	0,01532	0,01272	0,001339	13,73
800	263	169	186	155	235	203	130	157	196,5	163,0	210,5	179,0	0,01572	0,01304	0,01684	0,01432	0,001498	14,65
850	315	197	214	176	265	244	164	183	239,5	190,0	239,5	210,0	0,01916	0,01520	0,01916	0,01680	0,001758	15,57

Tabela D.096 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B2-A1-S/G-AL

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	8	11	11	16	7	10	9	10	8,5	10,5	9,0	13,0	0,00068	0,00084	0,00072	0,00104	0,000082	1,08
50	18	19	16	22	19	20	21	20	19,5	19,5	17,5	21,0	0,00156	0,00156	0,00140	0,00168	0,000155	2,17
75	30	34	30	35	33	33	35	32	32,5	33,0	31,5	34,0	0,00260	0,00264	0,00252	0,00272	0,000262	3,26
100	43	46	42	49	45	45	50	42	46,5	44,0	43,5	47,0	0,00372	0,00352	0,00348	0,00376	0,000362	4,34
125	58	63	59	62	61	57	69	54	63,5	58,5	60,0	59,5	0,00508	0,00468	0,00480	0,00476	0,000483	5,43
150	77	82	79	78	82	75	94	68	85,5	75,0	80,5	76,5	0,00684	0,00600	0,00644	0,00612	0,000635	6,52
175	100	104	105	104	107	100	119	90	109,5	97,0	106,0	102,0	0,00876	0,00876	0,00848	0,00816	0,000829	7,61
200	130	127	131	130	137	129	154	119	142,0	123,0	134,0	129,5	0,01136	0,00984	0,01072	0,01036	0,001057	8,70
225	158	151	163	169	171	165	188	143	173,0	147,0	167,0	167,0	0,01384	0,01176	0,01336	0,01336	0,001308	9,78
250	195	181	194	181	201	192	234	173	214,5	177,0	197,5	186,5	0,01716	0,01416	0,01580	0,01492	0,001551	10,87
275	234	217	230	216	233	226	274	204	254,0	210,5	231,5	221,0	0,02032	0,01684	0,01852	0,01768	0,001834	11,95
300	268	252	269	256	269	269	316	238	292,0	245,0	269,0	262,5	0,02336	0,01960	0,02152	0,02100	0,002137	13,04
325	304	288	298	296	301	309	356	273	330,0	280,5	299,5	302,5	0,02640	0,02244	0,02396	0,02420	0,002425	14,13
350	335	344	325	363	325	365	394	313	364,5	328,5	325,0	364,0	0,02916	0,02628	0,02600	0,02912	0,002764	15,21

Tabela D.097 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B2-A1-G1-AL

Carga (kN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	6	4	9	8	4	8	5	7	5,5	5,5	6,5	8,0	0,000044	0,000044	0,000052	0,000064	0,000051	0,46
50	16	8	17	9	10	16	8	21	12,0	14,5	13,5	12,5	0,000096	0,000116	0,000108	0,000100	0,000105	0,91
75	25	10	20	15	11	21	14	26	19,5	18,0	15,5	18,0	0,000156	0,000144	0,000124	0,000144	0,000142	1,37
100	31	18	29	23	19	29	17	34	24,0	26,0	24,0	26,0	0,000192	0,000208	0,000192	0,000208	0,000200	1,83
125	38	25	40	30	26	34	25	40	31,5	32,5	33,0	32,0	0,000252	0,000260	0,000264	0,000256	0,000258	2,29
150	44	29	45	36	33	41	35	49	39,5	39,0	39,0	38,5	0,000316	0,000312	0,000312	0,000308	0,000312	2,75
175	51	34	53	44	36	45	39	55	45,0	44,5	44,5	44,5	0,000360	0,000356	0,000356	0,000356	0,000357	3,20
200	59	41	60	50	43	55	48	64	53,5	52,5	51,5	52,5	0,000428	0,000420	0,000412	0,000420	0,000420	3,66
225	66	46	70	55	53	63	58	74	62,0	60,0	61,5	59,0	0,000496	0,000480	0,000492	0,000472	0,000485	4,12
250	81	56	87	69	64	75	68	83	74,5	69,5	75,5	72,0	0,000596	0,000556	0,000604	0,000576	0,000583	4,58
275	93	65	97	81	73	89	79	96	86,0	80,5	85,0	85,0	0,000688	0,000644	0,000680	0,000680	0,000673	5,03
300	100	77	112	91	89	102	91	105	95,5	91,0	100,5	96,5	0,000764	0,000728	0,000804	0,000772	0,000767	5,49
325	120	88	129	105	100	111	107	122	113,5	105,0	114,5	108,0	0,000908	0,000840	0,000916	0,000864	0,000882	5,95
350	137	100	150	120	121	133	129	141	133,0	120,5	136,0	126,5	0,001064	0,000964	0,001088	0,001012	0,001032	6,41
375	152	115	171	139	138	152	149	160	150,5	137,5	154,5	145,5	0,001204	0,001100	0,001236	0,001164	0,001176	6,87
400	181	133	194	155	159	171	168	182	174,5	157,5	176,5	163,0	0,001396	0,001260	0,001412	0,001304	0,001343	7,32
450	225	172	258	206	227	237	240	244	232,5	208,0	242,5	221,5	0,001860	0,001664	0,001940	0,001772	0,001809	8,24
500	316	241	339	288	299	328	326	321	321,0	281,0	319,0	308,0	0,002568	0,002248	0,002552	0,002464	0,002458	9,15

Tabela D.098 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B2-A1-G2-AL

Carga (kN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	3	7	8	3	4	9	3	3	3,0	5,0	6,0	6,0	0,000024	0,000040	0,000048	0,000048	0,000040	0,46
50	7	13	12	6	7	12	5	7	6,0	10,0	9,5	9,0	0,000048	0,000080	0,000076	0,000072	0,000069	0,91
75	9	14	16	10	13	19	12	11	10,5	12,5	14,5	14,5	0,000084	0,000100	0,000116	0,000116	0,000104	1,37
100	15	15	20	15	20	21	13	13	14,0	14,0	20,0	18,0	0,000112	0,000112	0,000160	0,000144	0,000132	1,83
125	18	21	23	18	23	27	18	17	18,0	19,0	23,0	22,5	0,000144	0,000152	0,000184	0,000180	0,000165	2,29
150	23	27	28	22	27	32	22	24	22,5	25,5	27,5	27,0	0,000180	0,000204	0,000220	0,000216	0,000205	2,75
175	28	34	34	31	31	35	23	30	25,5	32,0	32,5	33,0	0,000204	0,000256	0,000260	0,000264	0,000246	3,20
200	31	37	37	37	34	43	30	34	30,5	35,5	35,5	40,0	0,000244	0,000284	0,000284	0,000320	0,000283	3,66
225	35	44	47	41	41	46	40	36	37,5	40,0	44,0	43,5	0,000300	0,000320	0,000352	0,000348	0,000330	4,12
250	37	46	50	46	46	50	43	39	40,0	42,5	48,0	48,0	0,000320	0,000340	0,000384	0,000384	0,000357	4,58
275	45	55	58	51	50	54	45	45	45,0	50,0	54,0	52,5	0,000360	0,000400	0,000432	0,000420	0,000403	5,03
300	47	59	66	59	59	60	49	50	48,0	54,5	62,5	59,5	0,000384	0,000436	0,000500	0,000476	0,000449	5,49
325	50	64	70	64	63	63	50	52	50,0	58,0	66,5	63,5	0,000400	0,000464	0,000532	0,000508	0,000476	5,95
350	55	69	79	67	65	69	55	56	55,0	62,5	72,0	68,0	0,000440	0,000500	0,000576	0,000544	0,000515	6,41
375	65	74	90	82	68	75	59	63	62,0	68,5	79,0	78,5	0,000496	0,000548	0,000632	0,000628	0,000576	6,87
400	70	86	96	92	78	84	64	65	67,0	75,5	87,0	88,0	0,000536	0,000604	0,000696	0,000704	0,000635	7,32
450	81	97	111	103	89	94	75	80	78,0	88,5	100,0	98,5	0,000624	0,000708	0,000800	0,000788	0,000730	8,24
500	98	115	125	125	107	111	96	97	97,0	106,0	116,0	118,0	0,000776	0,000848	0,000928	0,000944	0,000874	9,15
550	115	136	150	143	131	130	115	111	115,0	123,5	140,5	136,5	0,000920	0,000988	0,001124	0,001092	0,001031	10,07
600	134	162	180	172	158	155	138	137	136,0	149,5	169,0	163,5	0,001088	0,001196	0,001352	0,001308	0,001236	11,00
650	163	198	216	204	198	184	167	167	165,0	182,5	207,0	194,0	0,001320	0,001460	0,001656	0,001552	0,001497	11,90
700	192	236	265	243	247	219	204	204	198,0	220,0	256,0	231,0	0,001584	0,001760	0,002048	0,001848	0,001810	12,82
750	250	329	375	322	359	289	291	285	270,5	307,0	367,0	305,5	0,002164	0,002456	0,002936	0,002444	0,002500	13,73

Tabela D.099 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B2-A1-G3-AL

Carga (kN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	5	6	5	6	4	7	3	7	4,0	6,5	4,5	6,5	0,000032	0,000052	0,000036	0,000052	0,000043	0,46
50	8	9	10	9	6	8	6	9	7,0	9,0	8,0	8,5	0,000056	0,000072	0,000064	0,000068	0,000065	0,91
75	15	14	13	10	8	9	9	12	12,0	13,0	10,5	9,5	0,000096	0,000104	0,000084	0,000076	0,000090	1,37
100	16	16	15	11	10	10	10	13	13,0	14,5	12,5	10,5	0,000104	0,000116	0,000100	0,000084	0,000101	1,83
125	18	20	18	14	11	13	12	15	15,0	17,5	14,5	13,5	0,000120	0,000140	0,000116	0,000108	0,000121	2,29
150	23	22	21	17	15	18	14	19	18,5	20,5	18,0	17,5	0,000148	0,000164	0,000144	0,000140	0,000149	2,75
175	28	28	22	20	16	24	20	21	24,0	24,5	19,0	22,0	0,000192	0,000196	0,000152	0,000176	0,000179	3,20
200	30	31	25	24	21	26	22	28	26,0	29,5	23,0	25,0	0,000208	0,000236	0,000184	0,000200	0,000207	3,66
225	37	38	34	31	25	30	27	32	32,0	35,0	29,5	30,5	0,000256	0,000280	0,000236	0,000244	0,000254	4,12
250	42	41	38	33	31	35	33	37	37,5	39,0	34,5	34,0	0,000300	0,000312	0,000276	0,000272	0,000290	4,58
275	48	48	45	40	35	39	36	43	42,0	45,5	40,0	39,5	0,000336	0,000364	0,000320	0,000316	0,000334	5,03
300	51	50	48	43	36	41	39	45	45,0	47,5	42,0	42,0	0,000360	0,000380	0,000336	0,000336	0,000353	5,49
325	55	55	53	47	42	46	43	49	49,0	52,0	47,5	46,5	0,000392	0,000416	0,000380	0,000372	0,000390	5,95
350	60	60	59	54	48	51	46	54	53,0	57,0	53,5	52,5	0,000424	0,000456	0,000428	0,000420	0,000432	6,41
375	65	65	62	59	51	55	50	56	57,5	60,5	56,5	57,0	0,000460	0,000484	0,000452	0,000456	0,000463	6,87
400	71	71	70	61	56	61	54	64	62,5	67,5	63,0	61,0	0,000500	0,000540	0,000504	0,000488	0,000508	7,32
450	80	79	79	71	63	68	64	70	72,0	74,5	71,0	69,5	0,000576	0,000596	0,000568	0,000556	0,000574	8,24
500	91	91	86	81	73	78	74	82	82,5	86,5	79,5	79,5	0,000660	0,000692	0,000636	0,000636	0,000656	9,15
550	106	105	103	96	84	89	84	91	95,0	98,0	93,5	92,5	0,000760	0,000784	0,000748	0,000740	0,000758	10,07
600	119	116	114	107	100	102	97	105	108,0	110,5	107,0	104,5	0,000864	0,000884	0,000856	0,000836	0,000860	11,00
650	135	136	130	111	110	112	105	115	120,0	125,5	120,0	111,5	0,000960	0,001004	0,000960	0,000892	0,000954	11,90
700	160	148	153	141	120	120	119	136	139,5	142,0	136,5	130,5	0,001116	0,001136	0,001092	0,001044	0,001097	12,82
750	180	166	172	161	137	135	130	153	155,0	159,5	154,5	148,0	0,001240	0,001276	0,001236	0,001184	0,001234	13,73
800	206	188	198	182	161	150	150	174	178,0	181,0	179,5	166,0	0,001424	0,001448	0,001436	0,001328	0,001409	14,65
850	240	220	230	211	189	180	179	205	209,5	212,5	209,5	195,5	0,001676	0,001700	0,001676	0,001564	0,001654	15,57

Tabela D.100 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B2-A1-G4-AL

Carga (kN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	1	6	3	5	4	5	1	6	1,0	6,0	3,5	5,0	0,000008	0,000048	0,000028	0,000040	0,000031	0,46
50	4	11	5	7	7	9	5	9	4,5	10,0	6,0	8,0	0,000036	0,000080	0,000048	0,000064	0,000057	0,91
75	6	14	10	11	9	10	7	12	6,5	13,0	9,5	10,5	0,000052	0,000104	0,000076	0,000084	0,000079	1,37
100	11	17	12	13	14	14	9	17	10,0	17,0	13,0	13,5	0,000080	0,000136	0,000104	0,000108	0,000107	1,83
125	12	21	15	16	15	17	12	22	12,0	21,5	15,0	16,5	0,000096	0,000172	0,000120	0,000132	0,000130	2,29
150	15	25	18	21	18	20	15	23	15,0	24,0	18,0	20,5	0,000120	0,000192	0,000144	0,000164	0,000155	2,75
175	17	27	20	24	20	22	17	27	17,0	27,0	20,0	23,0	0,000136	0,000216	0,000160	0,000184	0,000174	3,20
200	21	31	25	27	22	24	19	28	20,0	29,5	23,5	25,5	0,000160	0,000236	0,000188	0,000204	0,000197	3,66
225	24	35	30	32	23	29	23	29	23,5	32,0	26,5	30,5	0,000188	0,000256	0,000212	0,000244	0,000225	4,12
250	28	39	33	34	26	31	27	35	27,5	37,0	29,5	32,5	0,000220	0,000296	0,000236	0,000260	0,000253	4,58
275	31	42	36	38	31	35	29	37	30,0	39,5	33,5	36,5	0,000240	0,000316	0,000268	0,000292	0,000279	5,03
300	36	45	41	43	35	39	31	38	33,5	41,5	38,0	41,0	0,000268	0,000332	0,000304	0,000328	0,000308	5,49
325	41	51	47	46	38	41	37	44	39,0	47,5	42,5	43,5	0,000312	0,000380	0,000340	0,000348	0,000345	5,95
350	45	54	50	50	42	47	42	49	43,5	51,5	46,0	48,5	0,000348	0,000412	0,000368	0,000388	0,000379	6,41
375	50	59	55	54	47	51	47	51	48,5	55,0	51,0	52,5	0,000388	0,000440	0,000408	0,000420	0,000414	6,87
400	54	62	59	59	51	52	50	58	52,0	60,0	55,0	55,5	0,000416	0,000480	0,000440	0,000444	0,000445	7,32
450	62	71	70	66	57	60	54	61	58,0	66,0	63,5	63,0	0,000464	0,000528	0,000508	0,000504	0,000501	8,24
500	71	80	81	76	70	70	67	70	69,0	75,0	75,5	73,0	0,000552	0,000600	0,000604	0,000584	0,000585	9,15
550	80	88	87	84	77	78	73	79	76,5	83,5	82,0	81,0	0,000612	0,000668	0,000656	0,000648	0,000646	10,07
600	91	100	100	95	88	90	83	90	87,0	95,0	94,0	92,5	0,000696	0,000760	0,000752	0,000740	0,000737	11,00
650	105	110	116	105	100	103	94	98	99,5	104,0	108,0	104,0	0,000796	0,000832	0,000864	0,000832	0,000831	11,90
700	118	120	129	115	109	108	104	107	111,0	113,5	119,0	111,5	0,000888	0,000908	0,000952	0,000892	0,000910	12,82
750	136	133	146	130	124	125	116	120	126,0	126,5	135,0	127,5	0,001008	0,001012	0,001080	0,001020	0,001030	13,73

Tabela D.101 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B3-A1-S/G-AL

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	6	5	6	5	2	4	4	5	5,0	5,0	4,0	4,5	0,000040	0,000040	0,000032	0,000036	0,000037	1,08
50	14	12	12	9	7	9	13	13	13,5	12,5	9,5	9,0	0,000108	0,000100	0,000076	0,000072	0,000089	2,17
75	21	20	18	16	17	17	17	19	19,0	19,5	17,5	16,5	0,000152	0,000156	0,000140	0,000132	0,000145	3,26
100	30	26	24	22	23	21	26	25	28,0	25,5	23,5	21,5	0,000224	0,000204	0,000188	0,000172	0,000197	4,34
125	41	35	33	31	33	29	39	32	40,0	33,5	33,0	30,0	0,000320	0,000268	0,000264	0,000240	0,000273	5,43
150	56	44	43	37	46	39	56	44	56,0	44,0	44,5	38,0	0,000448	0,000352	0,000356	0,000304	0,000365	6,52
175	73	56	55	47	61	48	72	56	72,5	56,0	58,0	47,5	0,000580	0,000448	0,000464	0,000380	0,000468	7,61
200	93	71	69	57	81	67	90	77	91,5	74,0	75,0	62,0	0,000732	0,000592	0,000600	0,000496	0,000605	8,70
225	114	86	88	67	102	74	108	90	111,0	88,0	95,0	70,5	0,000888	0,000704	0,000760	0,000564	0,000729	9,78
250	135	103	107	85	122	90	127	113	131,0	108,0	114,5	87,5	0,001048	0,000864	0,000916	0,000700	0,000882	10,87
275	154	120	123	102	143	99	147	130	150,5	125,0	133,0	100,5	0,001204	0,001000	0,001064	0,000804	0,001018	11,95
300	177	135	141	111	163	121	168	158	172,5	146,5	152,0	116,0	0,001380	0,001172	0,001216	0,000928	0,001174	13,04
325	214	149	172	132	200	138	178	161	196,0	155,0	186,0	135,0	0,001568	0,001240	0,001488	0,001080	0,001344	14,13
350	230	164	183	165	220	159	195	181	212,5	172,5	201,5	162,0	0,001700	0,001380	0,001612	0,001296	0,001497	15,21
375	248	179	201	181	242	181	207	203	227,5	191,0	221,5	181,0	0,001820	0,001528	0,001772	0,001448	0,001642	16,30
400	264	196	219	195	266	197	223	219	243,5	207,5	242,5	196,0	0,001948	0,001660	0,001940	0,001568	0,001779	17,39

Tabela D.102 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B3-A1-G1-AL

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	2	2	3	4	7	6	6	5	4,0	3,5	5,0	5,0	0,000032	0,000028	0,000040	0,000040	0,000035	0,46
50	6	5	5	8	13	10	8	10	7,0	7,5	9,0	9,0	0,000056	0,000060	0,000072	0,000072	0,000065	0,91
75	10	9	9	10	18	17	15	15	12,5	12,0	13,5	13,5	0,000100	0,000096	0,000108	0,000108	0,000103	1,37
100	13	12	16	14	27	22	18	16	15,5	14,0	21,5	18,0	0,000124	0,000112	0,000172	0,000144	0,000138	1,83
125	14	14	17	19	32	30	24	22	19,0	18,0	24,5	24,5	0,000152	0,000144	0,000196	0,000196	0,000172	2,29
150	17	18	22	25	39	35	28	27	22,5	22,5	30,5	30,0	0,000180	0,000180	0,000244	0,000240	0,000211	2,75
175	20	21	26	30	46	40	34	33	27,0	27,0	36,0	35,0	0,000216	0,000216	0,000288	0,000280	0,000250	3,20
200	25	27	31	36	55	48	39	35	32,0	31,0	43,0	42,0	0,000256	0,000248	0,000344	0,000336	0,000296	3,66
225	30	30	41	40	67	54	47	41	38,5	35,5	54,0	47,0	0,000308	0,000284	0,000432	0,000376	0,000350	4,12
250	35	35	47	49	79	67	56	52	45,5	43,5	63,0	58,0	0,000364	0,000348	0,000504	0,000464	0,000420	4,58
275	40	41	54	53	94	75	65	57	52,5	49,0	74,0	64,0	0,000420	0,000392	0,000592	0,000512	0,000479	5,03
300	54	52	96	75	133	122	82	73	68,0	62,5	114,5	98,5	0,000544	0,000500	0,000916	0,000788	0,000687	5,49

Tabela D.103 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B3-A1-G2-AL

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	3	5	7	4	2	4	4	6	3,5	5,5	4,5	4,0	0,000028	0,000044	0,000036	0,000032	0,000035	0,46
50	7	10	13	6	6	8	7	10	7,0	10,0	9,5	7,0	0,000056	0,000080	0,000076	0,000056	0,000067	0,91
75	10	13	14	8	11	10	10	15	10,0	14,0	12,5	9,0	0,000080	0,000112	0,000100	0,000072	0,000091	1,37
100	14	15	19	11	15	13	13	18	13,5	16,5	17,0	12,0	0,000108	0,000132	0,000136	0,000096	0,000118	1,83
125	17	21	24	15	18	16	18	23	17,5	22,0	21,0	15,5	0,000140	0,000176	0,000168	0,000124	0,000152	2,29
150	19	24	29	20	20	22	20	25	19,5	24,5	24,5	21,0	0,000156	0,000196	0,000196	0,000168	0,000179	2,75
175	23	29	34	24	22	22	25	29	24,0	29,0	28,0	23,0	0,000192	0,000232	0,000224	0,000184	0,000208	3,20
200	28	30	37	27	28	24	29	32	28,5	31,0	32,5	25,5	0,000228	0,000248	0,000260	0,000204	0,000235	3,66
225	32	36	39	30	30	26	30	36	31,0	36,0	34,5	28,0	0,000248	0,000288	0,000276	0,000224	0,000259	4,12
250	36	39	44	33	36	31	33	39	34,5	39,0	40,0	32,0	0,000276	0,000312	0,000320	0,000256	0,000291	4,58
275	39	42	49	38	40	36	40	41	39,5	41,5	44,5	37,0	0,000316	0,000332	0,000356	0,000296	0,000325	5,03
300	43	49	53	41	45	44	43	44	43,0	46,5	49,0	42,5	0,000344	0,000372	0,000392	0,000340	0,000362	5,49
325	46	52	57	45	49	45	47	48	46,5	50,0	53,0	45,0	0,000372	0,000400	0,000424	0,000360	0,000389	5,95
350	53	56	64	51	54	49	50	51	51,5	53,5	59,0	50,0	0,000412	0,000428	0,000472	0,000400	0,000428	6,41
375	56	62	68	56	58	52	54	54	55,0	58,0	63,0	54,0	0,000440	0,000464	0,000504	0,000432	0,000460	6,87
400	63	68	78	63	61	56	58	58	60,5	63,0	69,5	59,5	0,000484	0,000504	0,000556	0,000476	0,000505	7,32
450	75	76	85	73	69	53	67	62	71,0	69,0	77,0	63,0	0,000568	0,000552	0,000616	0,000504	0,000560	8,24
500	99	94	105	89	84	68	79	68	89,0	81,0	94,5	78,5	0,000712	0,000648	0,000756	0,000628	0,000686	9,15

Tabela D.104 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B3-A1-G3-AL

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	5	5	8	3	6	7	6	9	5,5	7,0	7,0	5,0	0,000044	0,000056	0,000056	0,000040	0,000049	0,46
50	7	7	12	6	10	15	12	15	9,5	11,0	11,0	10,5	0,000076	0,000088	0,000088	0,000084	0,000084	0,91
75	10	12	15	12	14	18	15	21	12,5	16,5	14,5	15,0	0,000100	0,000132	0,000116	0,000120	0,000117	1,37
100	13	15	18	15	17	20	18	24	15,5	19,5	17,5	17,5	0,000124	0,000156	0,000140	0,000140	0,000140	1,83
125	17	19	22	16	20	23	21	26	19,0	22,5	21,0	19,5	0,000152	0,000180	0,000168	0,000156	0,000164	2,29
150	20	22	25	21	22	26	23	31	21,5	26,5	23,5	23,5	0,000172	0,000212	0,000188	0,000188	0,000190	2,75
175	25	26	26	24	23	31	27	34	26,0	30,0	24,5	27,5	0,000208	0,000240	0,000196	0,000220	0,000216	3,20
200	27	28	30	27	25	32	28	35	27,5	31,5	27,5	29,5	0,000220	0,000252	0,000220	0,000236	0,000232	3,66
225	31	32	33	29	27	35	30	36	30,5	34,0	30,0	32,0	0,000244	0,000272	0,000240	0,000256	0,000253	4,12
250	35	36	35	29	31	36	34	38	34,5	37,0	33,0	32,5	0,000276	0,000296	0,000264	0,000260	0,000274	4,58
275	39	40	38	31	33	37	36	38	37,5	39,0	35,5	34,0	0,000300	0,000312	0,000284	0,000272	0,000292	5,03
300	41	43	39	37	35	40	39	43	40,0	43,0	37,0	38,5	0,000320	0,000344	0,000296	0,000308	0,000317	5,49
325	47	47	43	39	38	42	41	44	44,0	45,5	40,5	40,5	0,000352	0,000364	0,000324	0,000324	0,000341	5,95
350	50	51	49	41	43	46	47	49	48,5	50,0	46,0	43,5	0,000388	0,000400	0,000368	0,000348	0,000376	6,41
375	55	56	53	44	46	49	50	55	52,5	55,5	49,5	46,5	0,000420	0,000444	0,000396	0,000372	0,000408	6,87
400	60	61	57	46	48	50	52	57	56,0	59,0	52,5	48,0	0,000448	0,000472	0,000420	0,000384	0,000431	7,32
450	67	67	62	51	53	56	58	59	62,5	63,0	57,5	53,5	0,000500	0,000504	0,000460	0,000428	0,000473	8,24
500	78	75	72	61	62	58	68	64	73,0	69,5	67,0	59,5	0,000584	0,000556	0,000536	0,000476	0,000538	9,15
550	85	79	83	65	74	64	78	71	81,5	75,0	78,5	64,5	0,000652	0,000600	0,000628	0,000516	0,000599	10,07
600	97	88	89	73	90	75	97	75	97,0	81,5	89,5	74,0	0,000776	0,000652	0,000716	0,000592	0,000684	11,00
650	105	97	103	102	118	83	118	108	111,5	102,5	110,5	92,5	0,000892	0,000820	0,000884	0,000740	0,000834	11,90
700	130	121	118	124	143	100	138	129	134,0	125,0	130,5	112,0	0,001072	0,001000	0,001044	0,000896	0,001003	12,82

Tabela D.105 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B3-A1-G4-AL

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	4	4	6	4	6	2	5	4	4,5	4,0	6,0	3,0	0,000036	0,000032	0,000048	0,000024	0,000035	0,46
50	5	5	6	10	8	3	6	10	5,5	7,5	7,0	6,5	0,000044	0,000060	0,000056	0,000052	0,000053	0,91
75	8	8	7	12	10	8	10	12	9,0	10,0	8,5	10,0	0,000072	0,000080	0,000068	0,000080	0,000075	1,37
100	10	10	8	13	12	10	14	14	12,0	12,0	10,0	11,5	0,000096	0,000096	0,000080	0,000092	0,000091	1,83
125	14	13	12	19	17	13	16	17	15,0	15,0	14,5	16,0	0,000120	0,000120	0,000116	0,000128	0,000121	2,29
150	15	15	13	21	20	16	17	22	16,0	18,5	16,5	18,5	0,000128	0,000148	0,000132	0,000148	0,000139	2,75
175	17	18	15	24	21	21	18	26	17,5	22,0	18,0	22,5	0,000140	0,000176	0,000144	0,000180	0,000160	3,20
200	20	21	19	25	25	24	25	30	22,5	25,5	22,0	24,5	0,000180	0,000204	0,000176	0,000196	0,000189	3,66
225	21	24	21	26	29	26	32	32	26,5	28,0	25,0	26,0	0,000212	0,000224	0,000200	0,000208	0,000211	4,12
250	24	26	22	28	32	28	34	33	29,0	29,5	27,0	28,0	0,000232	0,000236	0,000216	0,000224	0,000227	4,58
275	25	27	26	30	34	30	35	38	30,0	32,5	30,0	30,0	0,000240	0,000260	0,000240	0,000240	0,000245	5,03
300	29	32	27	33	37	34	36	39	32,5	35,5	32,0	33,5	0,000260	0,000284	0,000256	0,000268	0,000267	5,49
325	33	34	30	35	42	38	40	42	36,5	38,0	36,0	36,5	0,000292	0,000304	0,000288	0,000292	0,000294	5,95
350	34	38	35	38	45	39	43	45	38,5	41,5	40,0	38,5	0,000308	0,000332	0,000320	0,000308	0,000317	6,41
375	38	41	38	41	47	43	50	51	44,0	46,0	42,5	42,0	0,000352	0,000368	0,000340	0,000336	0,000349	6,87
400	41	46	41	46	52	45	53	56	47,0	51,0	46,5	45,5	0,000376	0,000408	0,000372	0,000364	0,000380	7,32
450	47	53	48	51	59	52	57	60	52,0	56,5	53,5	51,5	0,000416	0,000452	0,000428	0,000412	0,000427	8,24
500	54	59	55	55	70	60	66	66	60,0	62,5	62,5	57,5	0,000480	0,000500	0,000500	0,000460	0,000485	9,15
550	55	63	61	61	75	67	73	70	64,0	66,5	68,0	64,0	0,000512	0,000532	0,000544	0,000512	0,000525	10,07
600	61	70	66	67	87	74	83	80	72,0	75,0	76,5	70,5	0,000576	0,000600	0,000612	0,000564	0,000588	11,00
650	68	78	74	70	118	83	100	80	84,0	79,0	96,0	76,5	0,000672	0,000632	0,000768	0,000612	0,000671	11,90

Tabela D.106 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B1-A2-S/G-AL

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	5	7	2	7	10	7	12	7	8,5	7,0	6,0	7,0	0,000068	0,000056	0,000048	0,000056	0,000057	1,08
50	16	18	13	17	21	20	26	22	21,0	20,0	17,0	18,5	0,000168	0,000160	0,000136	0,000148	0,000153	2,17
75	26	28	27	28	33	33	38	36	32,0	32,0	30,0	30,5	0,000256	0,000256	0,000240	0,000244	0,000249	3,26
100	39	41	37	36	48	46	60	51	49,5	46,0	42,5	41,0	0,000396	0,000368	0,000340	0,000328	0,000358	4,34
125	54	57	44	50	62	57	78	70	66,0	63,5	53,0	53,5	0,000528	0,000508	0,000424	0,000428	0,000472	5,43
150	71	72	57	63	80	81	99	91	85,0	81,5	68,5	72,0	0,000680	0,000652	0,000548	0,000576	0,000614	6,52
175	92	92	73	82	100	100	122	107	107,0	99,5	86,5	91,0	0,000856	0,000796	0,000692	0,000728	0,000768	7,61
200	114	112	93	98	129	127	153	137	133,5	124,5	111,0	112,5	0,001068	0,000996	0,000888	0,000900	0,000963	8,70
225	139	142	117	127	158	157	182	172	160,5	157,0	137,5	142,0	0,001284	0,001256	0,001100	0,001136	0,001194	9,78
250	156	182	138	172	197	200	227	210	191,5	196,0	167,5	186,0	0,001532	0,001568	0,001340	0,001488	0,001482	10,87

Tabela D.107 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B1-A2-G1-AL

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	5	10	6	10	4	0	2	0	3,5	5,0	5,0	5,0	0,000028	0,000040	0,000040	0,000040	0,000037	0,46
50	10	15	9	15	7	4	6	7	8,0	11,0	8,0	9,5	0,000064	0,000088	0,000064	0,000076	0,000073	0,91
75	17	23	14	21	12	10	13	12	15,0	17,5	13,0	15,5	0,000120	0,000140	0,000104	0,000124	0,000122	1,37
100	22	30	20	29	17	14	18	17	20,0	23,5	18,5	21,5	0,000160	0,000188	0,000148	0,000172	0,000167	1,83
125	33	37	26	35	23	21	29	26	31,0	31,5	24,5	28,0	0,000248	0,000252	0,000196	0,000224	0,000230	2,29
150	36	45	33	42	31	28	38	36	37,0	40,5	32,0	35,0	0,000296	0,000324	0,000256	0,000280	0,000289	2,75
175	44	53	41	49	39	36	46	45	45,0	49,0	40,0	42,5	0,000360	0,000392	0,000320	0,000340	0,000353	3,20
200	52	63	48	58	48	45	56	56	54,0	59,5	48,0	51,5	0,000432	0,000476	0,000384	0,000412	0,000426	3,66
225	62	74	59	71	57	56	66	64	64,0	69,0	58,0	63,5	0,000512	0,000552	0,000464	0,000508	0,000509	4,12
250	77	88	70	83	70	66	80	80	78,5	84,0	70,0	74,5	0,000628	0,000672	0,000560	0,000596	0,000614	4,58
275	86	103	82	100	82	85	94	97	90,0	100,0	82,0	92,5	0,000720	0,000800	0,000656	0,000740	0,000729	5,03
300	97	121	92	113	91	100	107	113	102,0	117,0	91,5	106,5	0,000816	0,000936	0,000732	0,000852	0,000834	5,49
325	111	145	107	134	108	125	127	139	119,0	142,0	107,5	129,5	0,000952	0,001136	0,000860	0,001036	0,000996	5,95
350	129	172	122	167	123	156	156	169	142,5	170,5	122,5	161,5	0,001140	0,001364	0,000980	0,001292	0,001194	6,41
375	151	200	142	197	143	195	185	200	168,0	200,0	142,5	196,0	0,001344	0,001600	0,001140	0,001568	0,001413	6,87
400	172	242	171	237	168	240	225	244	198,5	243,0	169,5	238,5	0,001588	0,001944	0,001356	0,001908	0,001699	7,32

Tabela D.108 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B1-A2-G2-AL

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	3	3	1	4	5	4	4	2	3,5	2,5	3,0	4,0	0,000028	0,000020	0,000024	0,000032	0,000026	0,46
50	6	6	4	8	8	6	7	4	6,5	5,0	6,0	7,0	0,000052	0,000040	0,000048	0,000056	0,000049	0,91
75	10	9	8	11	9	8	9	7	9,5	8,0	8,5	9,5	0,000076	0,000064	0,000068	0,000076	0,000071	1,37
100	12	11	10	13	11	11	11	11	11,5	11,0	10,5	12,0	0,000092	0,000088	0,000084	0,000096	0,000090	1,83
125	16	16	12	16	12	13	14	13	15,0	14,5	12,0	14,5	0,000120	0,000116	0,000096	0,000116	0,000112	2,29
150	21	20	18	22	17	17	17	17	19,0	18,5	17,5	19,5	0,000152	0,000148	0,000140	0,000156	0,000149	2,75
175	26	25	22	26	20	20	21	19	23,5	22,0	21,0	23,0	0,000188	0,000176	0,000168	0,000184	0,000179	3,20
200	30	30	25	30	23	24	25	24	27,5	27,0	24,0	27,0	0,000220	0,000216	0,000192	0,000216	0,000211	3,66
225	36	35	33	36	30	30	30	30	33,0	32,5	31,5	33,0	0,000264	0,000260	0,000252	0,000264	0,000260	4,12
250	39	39	36	40	33	36	35	33	37,0	36,0	34,5	38,0	0,000296	0,000288	0,000276	0,000304	0,000291	4,58
275	51	50	46	49	43	46	45	48	48,0	49,0	44,5	47,5	0,000384	0,000392	0,000356	0,000380	0,000378	5,03
300	60	61	55	59	56	61	59	59	59,5	60,0	55,5	60,0	0,000476	0,000480	0,000444	0,000480	0,000470	5,49
325	71	71	66	68	68	72	71	73	71,0	72,0	67,0	70,0	0,000568	0,000576	0,000536	0,000560	0,000560	5,95
350	83	83	80	85	85	88	88	94	85,5	88,5	82,5	86,5	0,000684	0,000708	0,000660	0,000692	0,000686	6,41
375	101	100	96	102	103	111	108	112	104,5	106,0	99,5	106,5	0,000836	0,000848	0,000796	0,000852	0,000833	6,87
400	120	120	116	122	123	133	127	134	123,5	127,0	119,5	127,5	0,000988	0,001016	0,000956	0,001020	0,000995	7,32
450	145	141	135	141	146	163	158	164	151,5	152,5	140,5	152,0	0,001212	0,001220	0,001124	0,001216	0,001193	8,24
500	180	164	165	174	183	205	203	198	191,5	181,0	174,0	189,5	0,001532	0,001448	0,001392	0,001516	0,001472	9,15

Tabela D.109 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B1-A2-G3-AL

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	3	4	4	3	1	3	1	3	2,0	3,5	2,5	3,0	0,000016	0,000028	0,000020	0,000024	0,000022	0,46
50	5	6	6	7	6	6	4	6	4,5	6,0	6,0	6,5	0,000036	0,000048	0,000048	0,000052	0,000046	0,91
75	8	9	9	9	9	9	6	8	7,0	8,5	9,0	9,0	0,000056	0,000068	0,000072	0,000072	0,000067	1,37
100	13	11	12	11	10	12	10	12	11,5	11,5	11,0	11,5	0,000092	0,000092	0,000088	0,000092	0,000091	1,83
125	16	14	15	14	11	13	12	13	14,0	13,5	13,0	13,5	0,000112	0,000108	0,000104	0,000108	0,000108	2,29
150	20	18	17	16	14	15	13	15	16,5	16,5	15,5	15,5	0,000132	0,000132	0,000124	0,000124	0,000128	2,75
175	26	25	24	24	19	19	17	18	21,5	21,5	21,5	21,5	0,000172	0,000172	0,000172	0,000172	0,000172	3,20
200	29	28	29	27	25	25	21	24	25,0	26,0	27,0	26,0	0,000200	0,000208	0,000216	0,000208	0,000208	3,66
225	33	32	32	32	27	28	25	29	29,0	30,5	29,5	30,0	0,000232	0,000244	0,000236	0,000240	0,000238	4,12
250	39	39	39	37	31	34	30	32	34,5	35,5	35,0	35,5	0,000276	0,000284	0,000280	0,000284	0,000281	4,58
275	43	43	43	41	34	35	32	33	37,5	38,0	38,5	38,0	0,000300	0,000304	0,000308	0,000304	0,000304	5,03
300	48	48	48	46	37	41	36	38	42,0	43,0	42,5	43,5	0,000336	0,000344	0,000340	0,000348	0,000342	5,49
325	53	52	53	50	43	44	41	42	47,0	47,0	48,0	47,0	0,000376	0,000376	0,000384	0,000376	0,000378	5,95
350	57	56	57	56	46	48	46	48	51,5	52,0	51,5	52,0	0,000412	0,000416	0,000412	0,000416	0,000414	6,41
375	63	63	64	63	53	54	51	53	57,0	58,0	58,5	58,0	0,000456	0,000464	0,000468	0,000468	0,000464	6,87
400	72	71	72	66	58	59	56	59	64,0	65,0	65,0	62,5	0,000512	0,000520	0,000520	0,000500	0,000513	7,32
450	82	82	84	81	75	76	72	74	77,0	78,0	79,5	78,5	0,000616	0,000624	0,000636	0,000628	0,000626	8,24
500	92	91	94	93	85	85	82	85	87,0	88,0	89,5	89,0	0,000696	0,000704	0,000716	0,000712	0,000707	9,15
550	106	105	106	100	90	92	89	90	97,5	97,5	98,0	96,0	0,000780	0,000780	0,000784	0,000768	0,000778	10,07
600	121	104	122	105	103	103	103	105	112,0	104,5	112,5	104,0	0,000896	0,000836	0,000900	0,000832	0,000866	11,00
650	137	112	138	112	114	115	112	113	124,5	112,5	126,0	113,5	0,000996	0,000900	0,001008	0,000908	0,000953	11,90
700	157	126	162	127	129	130	125	131	141,0	128,5	145,5	128,5	0,001128	0,001028	0,001164	0,001028	0,001087	12,82
750	181	136	188	138	147	146	139	145	160,0	140,5	167,5	142,0	0,001280	0,001124	0,001340	0,001136	0,001220	13,73

Tabela D.110 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B1-A2-G4-AL

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	3	3	4	2	2	3	1	1	2,0	2,0	3,0	2,5	0,000016	0,000016	0,000024	0,000020	0,000019	0,46
50	5	6	7	5	5	7	2	3	3,5	4,5	6,0	6,0	0,000028	0,000036	0,000048	0,000048	0,000040	0,91
75	8	7	8	7	8	9	6	5	7,0	6,0	8,0	8,0	0,000056	0,000048	0,000064	0,000064	0,000058	1,37
100	9	9	10	10	9	11	7	8	8,0	8,5	9,5	10,5	0,000064	0,000068	0,000076	0,000084	0,000073	1,83
125	13	11	13	11	11	14	10	10	11,5	10,5	12,0	12,5	0,000092	0,000084	0,000096	0,000100	0,000093	2,29
150	15	15	16	14	16	17	15	15	15,0	15,0	16,0	15,5	0,000120	0,000120	0,000128	0,000124	0,000123	2,75
175	20	19	20	19	18	20	16	18	18,0	18,5	19,0	19,5	0,000144	0,000148	0,000152	0,000156	0,000150	3,20
200	24	23	24	23	23	22	21	22	22,5	22,5	23,5	22,5	0,000180	0,000180	0,000188	0,000180	0,000182	3,66
225	25	27	29	27	26	27	26	27	25,5	27,0	27,5	27,0	0,000204	0,000216	0,000220	0,000216	0,000214	4,12
250	29	28	33	28	27	28	29	28	29,0	28,0	30,0	28,0	0,000232	0,000224	0,000240	0,000224	0,000230	4,58
275	36	34	38	34	32	33	31	32	33,5	33,0	35,0	33,5	0,000268	0,000264	0,000280	0,000268	0,000270	5,03
300	42	40	42	41	40	42	37	38	39,5	39,0	41,0	41,5	0,000316	0,000312	0,000328	0,000332	0,000322	5,49
325	45	44	48	45	44	44	41	43	43,0	43,5	46,0	44,5	0,000344	0,000348	0,000368	0,000356	0,000354	5,95
350	47	45	53	49	46	47	46	45	46,5	45,0	49,5	48,0	0,000372	0,000360	0,000396	0,000384	0,000378	6,41
375	52	51	61	52	51	51	52	52	52,0	51,5	56,0	51,5	0,000416	0,000412	0,000448	0,000412	0,000422	6,87
400	57	55	66	57	55	56	55	54	56,0	54,5	60,5	56,5	0,000448	0,000436	0,000484	0,000452	0,000455	7,32
450	71	62	77	72	61	63	64	65	67,5	63,5	69,0	67,5	0,000540	0,000508	0,000552	0,000540	0,000535	8,24
500	82	73	97	80	67	73	75	75	78,5	74,0	82,0	76,5	0,000628	0,000592	0,000656	0,000612	0,000622	9,15
550	92	81	107	89	82	87	87	84	89,5	82,5	94,5	88,0	0,000716	0,000660	0,000756	0,000704	0,000709	10,07
600	102	92	118	98	93	100	101	70	101,5	81,0	105,5	99,0	0,000812	0,000648	0,000844	0,000792	0,000774	11,00
650	126	102	145	102	100	106	120	75	123,0	88,5	122,5	104,0	0,000984	0,000708	0,000980	0,000832	0,000876	11,90

Tabela D.111– Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B2-A2-S/G-AL

Carga (kN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	9	8	10	8	9	8	9	8	9,0	8,0	9,5	8,0	0,000072	0,000064	0,000076	0,000064	0,000069	1,08
50	14	10	14	12	11	11	13	10	13,5	10,0	12,5	11,5	0,000108	0,000080	0,000100	0,000092	0,000095	2,17
75	21	15	21	19	15	13	19	14	20,0	14,5	18,0	16,0	0,000160	0,000116	0,000144	0,000128	0,000137	3,26
100	28	22	29	27	19	17	25	20	26,5	21,0	24,0	22,0	0,000212	0,000168	0,000192	0,000176	0,000187	4,34
125	35	34	38	36	28	28	33	29	34,0	31,5	33,0	32,0	0,000272	0,000252	0,000264	0,000256	0,000261	5,43
150	48	46	49	46	37	37	42	37	45,0	41,5	43,0	41,5	0,000360	0,000332	0,000344	0,000332	0,000342	6,52
175	67	65	67	65	57	54	67	53	67,0	59,0	62,0	59,5	0,000536	0,000472	0,000496	0,000476	0,000495	7,61
200	89	85	86	81	76	73	81	71	85,0	78,0	81,0	77,0	0,000680	0,000624	0,000648	0,000616	0,000642	8,70
225	125	110	120	109	97	101	112	103	118,5	106,5	108,5	105,0	0,000948	0,000852	0,000868	0,000840	0,000877	9,78
250	170	160	151	155	126	151	124	156	147,0	158,0	138,5	153,0	0,001176	0,001264	0,001108	0,001224	0,001193	10,87

Tabela D.112– Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B2-A2-G1-AL

Carga (kN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	3	5	5	5	3	3	4	3	3,5	4,0	4,0	4,0	0,000028	0,000032	0,000032	0,000032	0,000031	0,46
50	6	8	8	8	6	7	10	6	8,0	7,0	7,0	7,5	0,000064	0,000056	0,000056	0,000060	0,000059	0,91
75	9	11	11	11	9	8	14	8	11,5	9,5	10,0	9,5	0,000092	0,000076	0,000080	0,000076	0,000081	1,37
100	13	16	15	15	12	11	18	12	15,5	14,0	13,5	13,0	0,000124	0,000112	0,000108	0,000104	0,000112	1,83
125	16	20	19	19	17	17	25	17	20,5	18,5	18,0	18,0	0,000164	0,000148	0,000144	0,000144	0,000150	2,29
150	23	27	25	25	23	22	32	23	27,5	25,0	24,0	23,5	0,000220	0,000200	0,000192	0,000188	0,000200	2,75
175	30	34	32	32	29	29	38	31	34,0	32,5	30,5	30,5	0,000272	0,000260	0,000244	0,000244	0,000255	3,20
200	39	44	41	40	36	36	45	37	42,0	40,5	38,5	38,0	0,000336	0,000324	0,000308	0,000304	0,000318	3,66
225	46	52	48	47	42	42	51	45	48,5	48,5	45,0	44,5	0,000388	0,000388	0,000360	0,000356	0,000373	4,12
250	52	62	53	55	47	48	57	51	54,5	56,5	50,0	51,5	0,000436	0,000452	0,000400	0,000412	0,000425	4,58
275	61	71	62	62	56	53	66	60	63,5	65,5	59,0	57,5	0,000508	0,000524	0,000472	0,000460	0,000491	5,03
300	70	82	71	70	63	58	76	68	73,0	75,0	67,0	64,0	0,000584	0,000600	0,000536	0,000512	0,000558	5,49
325	81	92	80	81	73	66	85	77	83,0	84,5	76,5	73,5	0,000664	0,000676	0,000612	0,000588	0,000635	5,95
350	92	104	93	93	84	74	97	84	94,5	94,0	88,5	83,5	0,000756	0,000752	0,000708	0,000668	0,000721	6,41
375	101	112	103	103	95	83	109	95	105,0	103,5	99,0	93,0	0,000840	0,000828	0,000792	0,000744	0,000801	6,87
400	110	132	113	112	112	98	127	109	118,5	120,5	112,5	105,0	0,000948	0,000964	0,000900	0,000840	0,000913	7,32
450	136	172	119	141	133	103	163	111	149,5	141,5	126,0	122,0	0,001196	0,001132	0,001008	0,000976	0,001078	8,24

Tabela D.113 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B2-A2-G2-AL

Carga (kN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	3	3	4	2	3	2	2	3	2,5	3,0	3,5	2,0	0,000020	0,000024	0,000028	0,000018	0,000022	0,46
50	6	6	7	5	7	5	4	6	5,0	6,0	7,0	5,0	0,000040	0,000048	0,000056	0,000040	0,000046	0,91
75	10	9	10	10	9	9	9	9	9,5	9,0	9,5	9,5	0,000076	0,000072	0,000076	0,000076	0,000075	1,37
100	14	14	15	13	13	12	13	13	13,5	13,5	14,0	12,5	0,000108	0,000108	0,000112	0,000100	0,000107	1,83
125	17	16	17	16	16	15	16	16	16,5	16,0	16,5	15,5	0,000132	0,000128	0,000132	0,000124	0,000129	2,29
150	20	19	19	19	18	18	18	19	19,0	19,0	18,5	18,5	0,000152	0,000152	0,000148	0,000148	0,000150	2,75
175	24	23	24	22	22	21	22	21	23,0	22,0	23,0	21,5	0,000184	0,000176	0,000184	0,000172	0,000179	3,20
200	28	28	30	29	28	28	29	28	28,5	28,0	29,0	28,5	0,000228	0,000224	0,000232	0,000228	0,000228	3,66
225	32	31	32	32	31	32	32	31	32,0	31,0	31,5	32,0	0,000256	0,000248	0,000252	0,000256	0,000253	4,12
250	36	35	35	35	34	36	35	34	35,5	34,5	34,5	35,5	0,000284	0,000276	0,000276	0,000284	0,000280	4,58
275	40	40	40	39	38	38	39	39	39,5	39,5	39,0	38,5	0,000316	0,000316	0,000312	0,000308	0,000313	5,03
300	44	44	45	44	43	42	42	43	43,0	43,5	44,0	43,0	0,000344	0,000348	0,000352	0,000344	0,000347	5,49
325	47	48	47	46	46	46	47	48	47,0	48,0	46,5	46,0	0,000376	0,000384	0,000372	0,000368	0,000375	5,95
350	51	51	52	50	51	50	50	52	50,5	51,5	51,5	50,0	0,000404	0,000412	0,000412	0,000400	0,000407	6,41
375	59	58	60	57	57	57	58	57	58,5	57,5	58,5	57,0	0,000468	0,000460	0,000468	0,000456	0,000463	6,87
400	64	64	64	62	63	62	62	63	63,0	63,5	63,5	62,0	0,000504	0,000508	0,000508	0,000496	0,000504	7,32
450	78	77	81	76	75	76	75	76	76,5	76,5	78,0	76,0	0,000612	0,000612	0,000624	0,000608	0,000614	8,24
500	94	91	95	91	90	90	90	93	92,0	92,0	92,5	90,5	0,000736	0,000736	0,000740	0,000724	0,000734	9,15
550	100	98	102	98	99	99	99	99	99,5	98,5	100,5	98,5	0,000796	0,000788	0,000804	0,000788	0,000794	10,07
600	109	106	113	109	109	110	111	111	110,0	108,5	111,0	109,5	0,000880	0,000868	0,000888	0,000876	0,000878	11,00
650	119	117	124	117	123	122	128	123	123,5	120,0	123,5	119,5	0,000988	0,000960	0,000988	0,000956	0,000973	11,90

Tabela D.114 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B2-A2-G3-AL

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	2	3	2	4	3	3	3	4	2,5	3,5	2,5	3,5	0,000020	0,000028	0,000020	0,000028	0,000024	0,46
50	5	6	5	6	6	6	7	7	6,0	6,5	5,5	6,0	0,000048	0,000052	0,000044	0,000048	0,000048	0,91
75	10	11	9	11	10	10	10	11	10,0	11,0	9,5	10,5	0,000080	0,000088	0,000076	0,000084	0,000082	1,37
100	13	14	13	14	14	14	16	17	14,5	15,5	13,5	14,0	0,000116	0,000124	0,000108	0,000112	0,000115	1,83
125	17	17	15	16	17	16	18	18	17,5	17,5	16,0	16,0	0,000140	0,000140	0,000128	0,000128	0,000134	2,29
150	18	18	16	17	17	17	18	19	18,0	18,5	16,5	17,0	0,000144	0,000148	0,000132	0,000136	0,000140	2,75
175	19	19	18	19	18	18	19	20	19,0	19,5	18,0	18,5	0,000152	0,000156	0,000144	0,000148	0,000150	3,20
200	20	21	19	21	20	20	21	23	20,5	22,0	19,5	20,5	0,000164	0,000176	0,000156	0,000164	0,000165	3,66
225	23	24	22	24	23	22	22	24	22,5	24,0	22,5	23,0	0,000180	0,000192	0,000180	0,000184	0,000184	4,12
250	27	26	25	27	26	26	27	27	27,0	26,5	25,5	26,5	0,000216	0,000212	0,000204	0,000212	0,000211	4,58
275	31	31	29	30	30	29	30	32	30,5	31,5	29,5	29,5	0,000244	0,000252	0,000236	0,000236	0,000242	5,03
300	34	33	34	34	33	32	33	34	33,5	33,5	33,5	33,0	0,000268	0,000268	0,000268	0,000264	0,000267	5,49
325	37	38	35	36	36	37	37	37	37,0	37,5	35,5	36,5	0,000296	0,000300	0,000284	0,000292	0,000293	5,95
350	42	41	42	42	42	42	42	42	42,0	41,5	42,0	42,0	0,000336	0,000332	0,000336	0,000336	0,000335	6,41
375	45	46	45	46	45	45	47	47	46,0	46,5	45,0	45,5	0,000368	0,000372	0,000360	0,000364	0,000366	6,87
400	50	49	48	48	48	46	49	49	49,5	49,0	48,0	47,0	0,000396	0,000392	0,000384	0,000376	0,000387	7,32
450	54	55	52	54	56	53	59	57	56,5	56,0	54,0	53,5	0,000452	0,000448	0,000432	0,000428	0,000440	8,24
500	68	66	64	67	66	67	70	69	69,0	67,5	65,0	67,0	0,000552	0,000540	0,000520	0,000536	0,000537	9,15
550	76	79	77	79	81	79	82	81	79,0	80,0	79,0	79,0	0,000632	0,000640	0,000632	0,000632	0,000634	10,07
600	86	86	87	89	90	87	95	93	90,5	89,5	88,5	88,0	0,000724	0,000716	0,000708	0,000704	0,000713	11,00
650	92	92	92	94	95	94	109	97	100,5	94,5	93,5	94,0	0,000804	0,000756	0,000748	0,000752	0,000765	11,90
700	101	102	101	103	111	105	127	109	114,0	105,5	106,0	104,0	0,000912	0,000844	0,000848	0,000832	0,000859	12,82
750	112	114	113	114	129	115	145	116	128,5	115,0	121,0	114,5	0,001028	0,000920	0,000968	0,000916	0,000958	13,73

Tabela D.115 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B2-A2-G4-AL

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	4	2	3	2	3	3	4	2	4,0	2,0	3,0	2,5	0,000032	0,000016	0,000024	0,000020	0,000023	0,46
50	7	6	6	6	6	5	7	5	7,0	5,5	6,0	5,5	0,000056	0,000044	0,000048	0,000044	0,000048	0,91
75	10	8	9	9	9	9	10	9	10,0	8,5	9,0	9,0	0,000080	0,000068	0,000072	0,000072	0,000073	1,37
100	13	12	12	13	12	13	14	11	13,5	11,5	12,0	13,0	0,000108	0,000092	0,000096	0,000104	0,000100	1,83
125	17	15	15	15	17	15	15	14	16,0	14,5	16,0	15,0	0,000128	0,000116	0,000128	0,000120	0,000123	2,29
150	20	18	17	18	18	17	18	17	19,0	17,5	17,5	17,5	0,000152	0,000140	0,000140	0,000140	0,000143	2,75
175	23	21	21	21	21	20	21	20	22,0	20,5	21,0	20,5	0,000176	0,000164	0,000168	0,000164	0,000168	3,20
200	25	24	23	23	23	23	23	23	24,0	23,5	23,0	23,0	0,000192	0,000188	0,000184	0,000184	0,000187	3,66
225	28	26	25	25	25	24	26	26	27,0	26,0	25,0	24,5	0,000216	0,000208	0,000200	0,000196	0,000205	4,12
250	30	28	27	27	28	26	28	26	29,0	27,0	27,5	26,5	0,000232	0,000216	0,000220	0,000212	0,000220	4,58
275	33	31	31	32	32	31	32	31	32,5	31,0	31,5	31,5	0,000260	0,000248	0,000252	0,000252	0,000253	5,03
300	36	35	36	36	36	36	35	36,0	36,0	35,0	36,0	36,0	0,000288	0,000280	0,000288	0,000288	0,000286	5,49
325	39	39	38	39	40	40	40	39	39,5	39,0	39,0	39,5	0,000316	0,000312	0,000312	0,000316	0,000314	5,95
350	42	42	41	42	43	43	42	42	42,0	42,0	42,0	42,5	0,000336	0,000336	0,000336	0,000340	0,000337	6,41
375	46	44	43	44	46	45	45	45	45,5	44,5	44,5	44,5	0,000364	0,000356	0,000356	0,000356	0,000358	6,87
400	50	48	48	49	50	49	50	49	50,0	48,5	49,0	49,0	0,000400	0,000388	0,000392	0,000392	0,000393	7,32
450	57	55	55	56	58	56	59	58	58,0	56,5	56,5	56,0	0,000464	0,000452	0,000452	0,000448	0,000454	8,24
500	67	64	65	66	67	67	66	67	66,5	65,5	66,0	66,5	0,000532	0,000524	0,000528	0,000532	0,000529	9,15
550	75	73	72	74	77	75	78	78	76,5	75,5	74,5	74,5	0,000612	0,000604	0,000596	0,000596	0,000602	10,07
600	82	82	83	84	83	82	84	83	83,0	82,5	83,0	83,0	0,000664	0,000660	0,000664	0,000664	0,000663	11,00
650	92	92	93	94	93	94	94	94	93,0	93,0	93,0	94,0	0,000744	0,000744	0,000744	0,000752	0,000746	11,90
700	103	101	103	105	107	107	108	107	105,5	104,0	105,0	106,0	0,000844	0,000832	0,000840	0,000848	0,000841	12,82
750	113	111	115	112	121	119	120	117	116,5	114,0	118,0	115,5	0,000932	0,000912	0,000944	0,000924	0,000928	13,73

Tabela D.116 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B3-A2-S/G-AL

Carga (kN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	2	2	4	3	3	3	3	3	2,5	2,5	3,5	3,0	0,000020	0,000020	0,000028	0,000024	0,000023	1,08
50	5	4	6	6	5	6	6	5	5,5	4,5	5,5	6,0	0,000044	0,000036	0,000044	0,000048	0,000043	2,17
75	9	8	10	8	10	11	9	9	9,0	8,5	10,0	9,5	0,000072	0,000068	0,000080	0,000076	0,000074	3,26
100	15	12	16	14	14	15	15	14	15,0	13,0	15,0	14,5	0,000120	0,000104	0,000120	0,000116	0,000115	4,34
125	24	21	25	25	23	23	22	20	23,0	20,5	24,0	24,0	0,000184	0,000164	0,000192	0,000192	0,000183	5,43
150	35	31	34	32	33	33	32	31	33,5	31,0	33,5	32,5	0,000268	0,000248	0,000268	0,000260	0,000261	6,52
175	45	44	47	45	44	44	44	42	44,5	43,0	45,5	44,5	0,000356	0,000344	0,000364	0,000356	0,000355	7,61
200	64	61	66	62	60	63	61	58	62,5	59,5	63,0	62,5	0,000500	0,000476	0,000504	0,000500	0,000495	8,70
225	85	79	88	85	70	77	75	74	80,0	76,5	79,0	81,0	0,000640	0,000612	0,000632	0,000648	0,000633	9,78
250	103	98	105	100	85	103	101	85	102,0	91,5	95,0	101,5	0,000816	0,000732	0,000760	0,000812	0,000780	10,87
275	126	109	132	117	105	117	117	107	121,5	108,0	118,5	117,0	0,000972	0,000864	0,000948	0,000936	0,000930	11,95
300	146	116	147	117	118	136	134	118	140,0	117,0	132,5	126,5	0,001120	0,000936	0,001060	0,001012	0,001032	13,04
325	175	132	177	150	136	155	156	137	165,5	134,5	156,5	152,5	0,001324	0,001076	0,001252	0,001220	0,001218	14,13
350	201	149	206	170	151	185	185	151	193,0	150,0	178,5	177,5	0,001544	0,001200	0,001428	0,001420	0,001398	15,21
375	226	174	226	200	176	205	206	181	216,0	177,5	201,0	202,5	0,001728	0,001420	0,001608	0,001620	0,001594	16,30

Tabela D.117 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B3-A2-G1-AL

Carga (kN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	2	2	2	3	2	2	3	2	2,5	2,0	2,0	2,5	0,000020	0,000016	0,000016	0,000020	0,000018	0,46
50	5	4	6	6	6	6	7	5	6,0	4,5	6,0	6,0	0,000048	0,000036	0,000048	0,000048	0,000045	0,91
75	9	7	9	9	9	10	9	7	9,0	7,0	9,0	9,5	0,000072	0,000056	0,000072	0,000076	0,000069	1,37
100	12	11	13	13	12	14	13	12	12,5	11,5	12,5	13,5	0,000100	0,000092	0,000100	0,000108	0,000100	1,83
125	16	15	17	18	17	17	17	15	16,5	15,0	17,0	17,5	0,000132	0,000120	0,000136	0,000140	0,000132	2,29
150	19	19	19	21	21	20	19	18	19,0	18,5	20,0	20,5	0,000152	0,000148	0,000160	0,000164	0,000156	2,75
175	22	22	23	24	24	23	23	21	22,5	21,5	23,5	23,5	0,000180	0,000172	0,000188	0,000188	0,000182	3,20
200	26	24	27	28	28	27	28	23	27,0	23,5	27,5	27,5	0,000216	0,000188	0,000220	0,000220	0,000211	3,66
225	29	28	30	31	32	31	33	28	31,0	28,0	31,0	31,0	0,000248	0,000224	0,000248	0,000248	0,000242	4,12
250	34	32	35	36	36	36	39	32	36,5	32,0	35,5	36,0	0,000292	0,000256	0,000284	0,000288	0,000280	4,58
275	42	40	43	43	44	43	49	41	45,5	40,5	43,5	43,0	0,000364	0,000324	0,000348	0,000344	0,000345	5,03
300	49	49	51	51	51	53	58	49	53,5	49,0	51,0	52,0	0,000428	0,000392	0,000408	0,000416	0,000411	5,49
325	61	59	62	60	63	62	69	58	65,0	58,5	62,5	61,0	0,000520	0,000468	0,000500	0,000488	0,000494	5,95
350	69	67	70	68	71	68	80	64	74,5	65,5	70,5	68,0	0,000596	0,000524	0,000564	0,000544	0,000557	6,41
375	78	76	79	78	79	78	91	75	84,5	75,5	79,0	78,0	0,000676	0,000604	0,000632	0,000624	0,000634	6,87
400	88	86	90	89	90	91	104	87	96,0	86,5	90,0	90,0	0,000768	0,000692	0,000720	0,000720	0,000725	7,32
450	110	107	113	110	115	110	134	105	122,0	106,0	114,0	110,0	0,000976	0,000848	0,000912	0,000880	0,000904	8,24
500	136	117	148	127	141	134	194	115	165,0	116,0	144,5	130,5	0,001320	0,000928	0,001156	0,001044	0,001112	9,15
550	178	142	196	200	174	218	229	150	203,5	146,0	185,0	209,0	0,001628	0,001168	0,001480	0,001672	0,001487	10,07

Tabela D.118 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B3-A2-G2-AL

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	2	1	2	2	2	1	3	1	2,5	1,0	2,0	1,5	0,000020	0,000008	0,000016	0,000012	0,000014	0,46
50	4	4	5	5	4	4	5	4	4,5	4,0	4,5	4,5	0,000036	0,000032	0,000036	0,000036	0,000035	0,91
75	6	6	7	6	7	6	7	7	6,5	6,5	7,0	6,0	0,000052	0,000052	0,000056	0,000048	0,000052	1,37
100	10	10	11	11	11	9	10	9	10,0	9,5	11,0	10,0	0,000080	0,000076	0,000088	0,000080	0,000081	1,83
125	12	13	14	13	14	12	13	11	12,5	12,0	14,0	12,5	0,000100	0,000096	0,000112	0,000100	0,000102	2,29
150	17	16	18	17	17	16	18	16	17,5	16,0	17,5	16,5	0,000140	0,000128	0,000140	0,000132	0,000135	2,75
175	19	19	21	20	20	19	20	18	19,5	18,5	20,5	19,5	0,000156	0,000148	0,000164	0,000156	0,000156	3,20
200	19	19	21	20	20	19	20	18	19,5	18,5	20,5	19,5	0,000156	0,000148	0,000164	0,000156	0,000156	3,66
225	23	22	24	24	25	23	24	23	23,5	22,5	24,5	23,5	0,000188	0,000180	0,000196	0,000188	0,000188	4,12
250	28	27	29	28	28	27	27	27	27,5	27,0	28,5	27,5	0,000220	0,000216	0,000228	0,000220	0,000221	4,58
275	30	30	33	33	31	31	31	29	30,5	29,5	32,0	32,0	0,000244	0,000236	0,000256	0,000256	0,000248	5,03
300	35	34	37	38	37	36	36	36	35,5	35,0	37,0	37,0	0,000284	0,000280	0,000296	0,000296	0,000289	5,49
325	43	45	46	40	43	42	41	43	42,0	44,0	44,5	41,0	0,000336	0,000352	0,000356	0,000328	0,000343	5,95
350	47	48	51	47	48	46	45	45	46,0	46,5	49,5	46,5	0,000368	0,000372	0,000396	0,000372	0,000377	6,41
375	52	51	55	52	55	53	53	51	52,5	51,0	55,0	52,5	0,000420	0,000408	0,000440	0,000420	0,000422	6,87
400	61	60	62	62	62	61	61	60	61,0	60,0	62,0	61,5	0,000488	0,000480	0,000496	0,000492	0,000489	7,32
450	74	72	78	73	74	72	70	69	72,0	70,5	76,0	72,5	0,000576	0,000564	0,000608	0,000580	0,000582	8,24
500	89	87	90	90	85	82	84	82	86,5	84,5	87,5	86,0	0,000692	0,000676	0,000700	0,000688	0,000689	9,15
550	104	105	107	103	104	84	90	99	97,0	102,0	105,5	93,5	0,000776	0,000816	0,000844	0,000748	0,000796	10,07

Tabela D.119 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B3-A2-G3-AL

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	4	3	4	4	3	3	3	3	3,5	3,0	3,5	3,5	0,000028	0,000024	0,000028	0,000028	0,000027	0,46
50	7	7	7	8	6	7	7	5	7,0	6,0	6,5	7,5	0,000056	0,000048	0,000052	0,000060	0,000054	0,91
75	10	10	9	11	9	10	10	8	10,0	9,0	9,0	10,5	0,000080	0,000072	0,000072	0,000084	0,000077	1,37
100	12	14	12	14	13	13	13	11	12,5	12,5	12,5	13,5	0,000100	0,000100	0,000100	0,000108	0,000102	1,83
125	15	16	14	16	16	16	17	13	16,0	14,5	15,0	16,0	0,000128	0,000116	0,000120	0,000128	0,000123	2,29
150	17	17	16	18	17	18	18	15	17,5	16,0	16,5	18,0	0,000140	0,000128	0,000132	0,000144	0,000136	2,75
175	19	18	17	19	19	19	19	17	19,0	17,5	18,0	19,0	0,000152	0,000140	0,000144	0,000152	0,000147	3,20
200	21	20	18	22	22	22	21	19	21,0	19,5	20,0	22,0	0,000168	0,000156	0,000160	0,000176	0,000165	3,66
225	24	24	23	24	26	26	26	23	25,0	23,5	24,5	25,0	0,000200	0,000188	0,000196	0,000200	0,000196	4,12
250	27	27	26	27	29	29	28	27	27,5	27,0	27,5	28,0	0,000220	0,000216	0,000220	0,000224	0,000220	4,58
275	30	29	28	29	31	31	30	29	30,0	29,0	29,5	30,0	0,000240	0,000232	0,000236	0,000240	0,000237	5,03
300	33	32	30	32	34	34	33	31	33,0	31,5	32,0	33,0	0,000264	0,000252	0,000256	0,000264	0,000259	5,49
325	34	34	33	34	38	37	36	33	35,0	33,5	35,5	35,5	0,000280	0,000268	0,000284	0,000284	0,000279	5,95
350	36	37	36	37	43	40	39	36	37,5	36,5	39,5	38,5	0,000300	0,000292	0,000316	0,000308	0,000304	6,41
375	39	38	37	39	46	44	43	40	41,0	39,0	41,5	41,5	0,000328	0,000312	0,000332	0,000332	0,000326	6,87
400	42	42	40	42	52	48	47	45	44,5	43,5	46,0	45,0	0,000356	0,000348	0,000368	0,000360	0,000358	7,32
450	49	48	46	47	60	53	55	50	52,0	49,0	53,0	50,0	0,000416	0,000392	0,000424	0,000400	0,000408	8,24
500	57	59	55	58	69	63	75	61	66,0	60,0	62,0	60,5	0,000528	0,000480	0,000496	0,000484	0,000497	9,15
550	73	71	68	69	81	76	87	73	80,0	72,0	74,5	72,5	0,000640	0,000576	0,000596	0,000580	0,000598	10,07
600	84	86	81	82	94	87	103	87	93,5	86,5	87,5	84,5	0,000748	0,000692	0,000700	0,000676	0,000704	11,00
650	98	95	93	93	106	103	123	106	110,5	100,5	99,5	98,0	0,000884	0,000804	0,000796	0,000784	0,000817	11,90
700	103	102	103	101	126	115	147	114	125,0	108,0	114,5	108,0	0,001000	0,000864	0,000916	0,000864	0,000911	12,82
750	123	122	118	112	154	133	205	158	164,0	140,0	136,0	122,5	0,001312	0,001120	0,001088	0,000980	0,001125	13,73

Tabela D.120 – Cargas, tensões e deformações adquiridas para a construção do gráfico tensão x deformação do prisma B3-A2-G4-AL

Carga (KN)	Bases de Medida								Médias das Bases				Deformações nas Bases de Medida				Deformação Média	Tensão (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	1 7	2 8	3 5	4 6	1 7	2 8	3 5	4 6		
25	2	3	3	3	3	2	2	2	2,0	2,5	3,0	2,5	0,000016	0,000020	0,000024	0,000020	0,000020	0,46
50	4	5	4	5	5	4	4	5	4,0	5,0	4,5	4,5	0,000032	0,000040	0,000036	0,000036	0,000036	0,91
75	6	8	8	8	8	6	6	7	6,0	7,5	8,0	7,0	0,000048	0,000060	0,000064	0,000056	0,000057	1,37
100	9	10	10	11	12	9	10	10	9,5	10,0	11,0	10,0	0,000076	0,000080	0,000088	0,000080	0,000081	1,83
125	12	12	12	13	15	12	13	12	12,5	12,0	13,5	12,5	0,000100	0,000096	0,000108	0,000100	0,000101	2,29
150	15	15	15	15	18	15	16	12	15,5	13,5	16,5	15,0	0,000124	0,000108	0,000132	0,000120	0,000121	2,75
175	15	15	15	15	18	15	16	12	15,5	13,5	16,5	15,0	0,000124	0,000108	0,000132	0,000120	0,000121	3,20
200	18	19	18	18	21	17	18	14	18,0	16,5	19,5	17,5	0,000144	0,000132	0,000156	0,000140	0,000143	3,66
225	20	20	21	20	24	19	22	15	21,0	17,5	22,5	19,5	0,000168	0,000140	0,000180	0,000156	0,000161	4,12
250	23	23	23	23	27	21	25	18	24,0	20,5	25,0	22,0	0,000192	0,000164	0,000200	0,000176	0,000183	4,58
275	25	25	25	26	31	23	27	20	26,0	22,5	28,0	24,5	0,000208	0,000180	0,000224	0,000196	0,000202	5,03
300	28	28	27	28	35	26	30	23	29,0	25,5	31,0	27,0	0,000232	0,000204	0,000248	0,000216	0,000225	5,49
325	32	31	30	30	38	29	33	26	32,5	28,5	34,0	29,5	0,000260	0,000228	0,000272	0,000236	0,000249	5,95
350	34	35	34	34	42	31	37	30	35,5	32,5	38,0	32,5	0,000284	0,000260	0,000304	0,000260	0,000277	6,41
375	37	37	37	37	45	33	41	32	39,0	34,5	41,0	35,0	0,000312	0,000276	0,000328	0,000280	0,000299	6,87
400	41	41	40	41	49	36	44	36	42,5	38,5	44,5	38,5	0,000340	0,000308	0,000356	0,000308	0,000328	7,32
450	49	49	48	49	57	44	49	41	49,0	45,0	52,5	46,5	0,000392	0,000360	0,000420	0,000372	0,000386	8,24
500	56	55	54	55	63	48	56	47	56,0	51,0	58,5	51,5	0,000448	0,000408	0,000468	0,000412	0,000434	9,15
550	60	59	58	58	72	58	66	56	63,0	57,5	65,0	58,0	0,000504	0,000460	0,000520	0,000464	0,000487	10,07
600	72	72	71	71	85	70	81	70	76,5	71,0	78,0	70,5	0,000612	0,000568	0,000624	0,000564	0,000592	11,00
650	82	81	80	81	93	80	88	79	85,0	80,0	86,5	80,5	0,000680	0,000640	0,000692	0,000644	0,000664	11,90
700	88	88	87	90	104	90	99	89	93,5	88,5	95,5	90,0	0,000748	0,000708	0,000764	0,000720	0,000735	12,82
750	95	95	96	96	116	101	109	97	102,0	96,0	106,0	98,5	0,000816	0,000768	0,000848	0,000788	0,000805	13,73
800	104	102	105	107	130	101	118	106	111,0	104,0	117,5	104,0	0,000888	0,000832	0,000940	0,000832	0,000873	14,65

ANEXOS E

Descrição passo a passo do teste de análise de variância.

O teste ANOVA proporciona a avaliação da influência das variáveis, quando avaliadas isoladamente (uma a uma) ou em conjunto (duas a duas e três a três). Com ele pode-se afirmar, dependendo da confiabilidade que se deseja dar ao teste, e as variáveis analisadas tem ou não influência dentro do estudo realizado.

A análise estatística gera dois valores resultantes que são o F e o F_{α} depende do nível de confiabilidade desejada (neste estudo foi utilizado uma confiabilidade de 95%). De posse destes valores, deve-se proceder uma comparação entre os mesmos. Se $F > F_{\alpha}$, pode-se afirmar que o parâmetro avaliado influi significativamente. Se $F < F_{\alpha}$, pode-se afirmar que o parâmetro não influi significativamente. Quanto maior diferença entre F e F_{α} , maior é a influência do parâmetro analisado.

Tabela E.01 – Análise de variância da Figura 4.3

Prismas comparados – AT – S/G						F	F_{crit}	Conclusão
B1-A1	B2-A1	B3-A1	B1-A2	B2-A2	B3-A2			
X	X	X				25,60	5,14	há ≠
X	X					119,13	7,71	há ≠
X		X				35,45	7,71	há ≠
	X	X				2,79	7,71	não há ≠
			X	X	X	44,26	5,14	há ≠
			X	X		28,34	7,71	há ≠
			X		X	424,60	7,71	há ≠
				X	X	5,57	7,71	não há ≠

Tabela E.02 – Análise de variância da Figura 4.4

Prismas comparados – AL – S/G						F	F_{crit}	Conclusão
B1-A1	B2-A1	B3-A1	B1-A2	B2-A2	B3-A2			
X	X	X				68,22	5,14	há ≠
X	X					98,10	7,71	há ≠
X		X				103,36	7,71	há ≠
	X	X				21,41	7,71	há ≠
			X	X	X	28,21	5,14	há ≠
			X	X		71,15	7,71	há ≠
			X		X	40,56	7,71	há ≠
				X	X	11,91	7,71	há ≠

Tabela E. 03 – Análise de variância da Figura 4.5

Prismas Comparados – A1 – AT											F	F _{crit}	Conclusão	
B1-G1	B2-G1	B3-G1	B1-G2	B2-G2	B3-G2	B1-G3	B2-G3	B3-G3	B1-G4	B2-G4				B3-G4
X	X	X										58,17	5,14	há ≠
X	X											41,73	7,71	há ≠
X		X										688,18	7,71	há ≠
	X	X										4,73	7,71	não há ≠
			X	X	X							18,20	5,14	há ≠
			X	X								6,94	7,71	não há ≠
			X		X							181,82	7,71	há ≠
				X	X							5,93	7,71	não há ≠
						X	X	X				4,25	5,14	não há ≠
						X	X					3,03	7,71	não há ≠
						X		X				7,76	7,71	há ≠
							X	X				1,44	7,71	não há ≠
									X	X	X	3,20	5,14	não há ≠
									X	X		0,85	7,71	não há ≠
									X		X	4,19	7,71	não há ≠
										X	X	3,32	7,71	não há ≠

Tabela E.04 – Análise de variância da figura 4.6

Prismas Comparados – A2 – AT											F	F _{crit}	Conclusão	
B1-G1	B2-G1	B3-G1	B1-G2	B2-G2	B3-G2	B1-G3	B2-G3	B3-G3	B1-G4	B2-G4				B3-G4
X	X	X										30,00	5,14	há ≠
X	X											79,87	7,71	há ≠
X		X										44,40	7,71	há ≠
	X	X										0,18	7,71	não há ≠
			X	X	X							344,67	5,14	há ≠
			X	X								576,23	7,71	há ≠
			X		X							663,08	7,71	há ≠
				X	X							1,32	7,71	não há ≠
						X	X	X				12,61	5,14	há ≠
						X	X					15,34	7,71	há ≠
						X		X				91,30	7,71	há ≠
							X	X				0,37	7,71	não há ≠
									X	X	X	6,40	5,14	há ≠
									X	X		21,59	7,71	há ≠
									X		X	0,68	7,71	não há ≠
										X	X	5,01	7,71	não há ≠

Tabela E. 05 – Análise de variância da Figura 4.7

Prismas Comparados – A1 – AL											F	F _{crit}	Conclusão	
B1-G1	B2-G1	B3-G1	B1-G2	B2-G2	B3-G2	B1-G3	B2-G3	B3-G3	B1-G4	B2-G4				B3-G4
X	X	X										140,67	5,14	há ≠
X	X											56,12	7,71	há ≠
X		X										425,84	7,71	há ≠
	X	X										65,28	7,71	há ≠
			X	X	X							96,63	5,14	há ≠
			X	X								101,45	7,71	há ≠
			X		X							126,57	7,71	há ≠
				X	X							53,88	7,71	há ≠
						X	X	X				46,37	5,14	há ≠
						X	X					11,35	7,71	há ≠
						X		X				247,58	7,71	há ≠
							X	X				25,20	7,71	há ≠
									X	X	X	129,28	5,14	há ≠
									X	X		113,11	7,71	há ≠
									X		X	668,12	7,71	há ≠
										X	X	6,66	7,71	não há ≠

Tabela E.06 – Análise de variância da Figura 4.8

Prismas Comparados – A2 – AL											F	F _{crit}	Conclusão	
B1-G1	B2-G1	B3-G1	B1-G2	B2-G2	B3-G2	B1-G3	B2-G3	B3-G3	B1-G4	B2-G4				B3-G4
X	X	X										49,58	5,14	há ≠
X	X											58,41	7,71	há ≠
X		X										76,10	7,71	há ≠
	X	X										24,52	7,71	há ≠
			X	X	X							74,65	5,14	há ≠
			X	X								52,28	7,71	há ≠
			X		X							134,10	7,71	há ≠
				X	X							27,13	7,71	há ≠
						X	X	X				6,12	5,14	há ≠
						X	X					2,47	7,71	não há ≠
						X		X				10,56	7,71	há ≠
							X	X				5,94	7,71	não há ≠
									X	X	X	54,32	5,14	há ≠
									X	X		17,94	7,71	há ≠
									X		X	85,78	7,71	há ≠
										X	X	50,19	7,71	há ≠

Tabela E.07 – Análise de variância da Figura 4.9

Prismas comparados – S/G – AT	F	F _{crit}	Conclusão
B1-A1-S/G-AT e B1-A2-S/G-AT	46,83	7,71	há ≠
B2-A1-S/G-AT e B2-A2-S/G-AT	1,49	7,71	não há ≠
B3-A1-S/G-AT e B3-A2-S/G-AT	39,66	7,71	há ≠

Tabela E.08 – Análise de variância da Figura 4.10

Prismas comparados – S/G – AL	F	F _{crit}	Conclusão
B1-A1-S/G-AL e B1-A2-S/G-AL	15,46	7,71	há ≠
B2-A1-S/G-AL e B2-A2-S/G-AL	4,40	7,71	não há ≠
B3-A1-S/G-AL e B3-A2-S/G-AL	2,30	7,71	não há ≠

Tabela E.09 – Análise de variância da Figura 4.11

Prismas comparados – B1 – AT	F	F _{crit}	Conclusão
B1-A1-G1-AT e B1-A2-G1-AT	163,40	7,71	há ≠
B1-A1-G2-AT e B1-A2-G2-AT	95,94	7,71	há ≠
B1-A1-G3-AT e B1-A2-G3-AT	23,50	7,71	há ≠
B1-A1-G4-AT e B1-A2-G4-AT	4,82	7,71	não há ≠

Tabela E.10 – Análise de variância da Figura 4.12

Prismas comparados – B2 – AT	F	F _{crit}	Conclusão
B2-A1-G1-AT e B2-A2-G1-AT	0,02	7,71	não há ≠
B2-A1-G2-AT e B2-A2-G2-AT	20,46	7,71	há ≠
B2-A1-G3-AT e B2-A2-G3-AT	1,14	7,71	não há ≠
B2-A1-G4-AT e B2-A2-G4-AT	4,00	7,71	não há ≠

Tabela E.11 – Análise de variância da Figura 4.13

Prismas comparados – B3 – AT	F	F _{crit}	Conclusão
B3-A1-G1-AT e B3-A2-G1-AT	0,10	7,71	não há ≠
B3-A1-G2-AT e B3-A2-G2-AT	15,13	7,71	há ≠
B3-A1-G3-AT e B3-A2-G3-AT	0,01	7,71	não há ≠
B3-A1-G4-AT e B3-A2-G4-AT	3,84	7,71	não há ≠

Tabela E.12 – Análise de variância da Figura 4.14

Prismas comparados – B1 – AL	F	F _{crit}	Conclusão
B1-A1-G1-AL e B1-A2-G1-AL	46,33	7,71	há ≠
B1-A1-G2-AL e B1-A2-G2-AL	1,57	7,71	não há ≠
B1-A1-G3-AL e B1-A2-G3-AL	2,63	7,71	não há ≠
B1-A1-G4-AL e B1-A2-G4-AL	5,39	7,71	não há ≠

Tabela E.13 – Análise de variância da Figura 4.15

Prismas comparados – B2 – AL	F	F _{crit}	Conclusão
B2-A1-G1-AL e B2-A2-G1-AL	2,12	7,71	não há ≠
B2-A1-G2-AL e B2-A2-G2-AL	37,40	7,71	há ≠
B2-A1-G3-AL e B2-A2-G3-AL	3,00	7,71	não há ≠
B2-A1-G4-AL e B2-A2-G4-AL	3,96	7,71	não há ≠

Tabela E.14 – Análise de variância da Figura 4.16

Prismas comparados – B3 – AL	F	F _{crit}	Conclusão
B3-A1-G1-AL e B3-A2-G1-AL	0,60	7,71	não há ≠
B3-A1-G2-AL e B3-A2-G2-AL	5,67	7,71	não há ≠
B3-A1-G3-AL e B3-A2-G3-AL	0,0003	7,71	não há ≠
B3-A1-G4-AL e B3-A2-G4-AL	73,00	7,71	há ≠

Tabela E.15 – Análise de variância da Figura 4.17

Prismas comparados – A1 – AT														F	F _{crit}	Conclusão	
B1-S/G	B1-G1	B1-G2	B1-G3	B1-G4	B2-S/G	B2-G1	B2-G2	B2-G3	B2-G4	B3-S/G	B3-G1	B3-G2	B3-G3				B3-G4
X	X	X	X	X											57,31	3,48	há ≠
X	X														321,71	7,71	há ≠
X		X													4,00	7,71	não há ≠
X			X												42,45	7,71	há ≠
X				X											41,39	7,71	há ≠
	X	X													513,93	7,71	há ≠
	X		X												207,44	7,71	há ≠
	X			X											106,00	7,71	há ≠
		X	X												31,89	7,71	há ≠
		X		X											35,53	7,71	há ≠
			X	X											7,70	7,71	não há ≠
					X	X	X	X	X						60,46	3,48	há ≠
					X	X									163,60	7,71	há ≠
					X		X								5,00	7,71	não há ≠
					X			X							2,89	7,71	não há ≠
					X				X						49,96	7,71	há ≠
						X	X								31,10	7,71	há ≠
						X		X							144,57	7,71	há ≠
						X			X						272,20	7,71	há ≠
							X	X							10,15	7,71	há ≠
							X		X						47,98	7,71	há ≠
								X	X						23,03	7,71	há ≠
										X	X	X	X	X	49,50	3,48	há ≠
										X	X				52,27	7,71	há ≠
										X		X			2,79	7,71	não há ≠
										X			X		0,006	7,71	não há ≠
										X				X	12,73	7,71	há ≠
											X	X			662,26	7,71	há ≠
											X		X		195,17	7,71	há ≠
											X			X	300,15	7,71	há ≠
												X	X		10,29	7,71	há ≠
												X		X	74,64	7,71	há ≠
													X	X	24,75	7,71	há ≠

Tabela E.16 – Análise de variância da Figura 4.18

Prismas comparados – A2 – AT														F	F _{crit}	Conclusão	
B1-S/G	B1-G1	B1-G2	B1-G3	B1-G4	B2-S/G	B2-G1	B2-G2	B2-G3	B2-G4	B3-S/G	B3-G1	B3-G2	B3-G3				B3-G4
X	X	X	X	X											76,38	3,48	há ≠
X	X														12,62	7,71	há ≠
X		X													24,04	7,71	há ≠
X			X												48,15	7,71	há ≠
X				X											69,26	7,71	há ≠
	X	X													367,28	7,71	há ≠
	X		X												312,34	7,71	há ≠
	X			X											191,57	7,71	há ≠
		X	X												27,86	7,71	há ≠
		X		X											44,26	7,71	há ≠
			X	X											14,37	7,71	há ≠
					X	X	X	X	X						12,08	3,48	há ≠
					X	X									14,56	7,71	há ≠
					X		X								0,22	7,71	não há ≠
					X			X							0,0005	7,71	não há ≠
					X				X						2,65	7,71	não há ≠
						X	X								112,11	7,71	há ≠
						X		X							26,98	7,71	há ≠
						X			X						91,06	7,71	há ≠
							X	X							0,40	7,71	não há ≠
							X		X						18,25	7,71	há ≠
								X	X						4,56	7,71	não há ≠
										X	X	X	X	X	22,69	3,48	há ≠
										X	X				153,47	7,71	há ≠
										X		X			283,48	7,71	há ≠
										X			X		158,24	7,71	há ≠
										X				X	10,21	7,71	há ≠
											X	X			40,27	7,71	há ≠
											X		X		42,48	7,71	há ≠
											X			X	11,30	7,71	há ≠
												X	X		1,00	7,71	não há ≠
												X		X	0,07	7,71	não há ≠
													X	X	0,002	7,71	não há ≠

Tabela E.17 – Análise de variância da Figura 4.19

Prismas comparados – A1 – AL															F	F _{crit}	Conclusão
B1-S/G	B1-G1	B1-G2	B1-G3	B1-G4	B2-S/G	B2-G1	B2-G2	B2-G3	B2-G4	B3-S/G	B3-G1	B3-G2	B3-G3	B3-G4			
X	X	X	X	X											202,63	3,48	há ≠
X	X														58,30	7,71	há ≠
X		X													29,48	7,71	há ≠
X			X												92,69	7,71	há ≠
X				X											156,84	7,71	há ≠
	X	X													388,93	7,71	há ≠
	X		X												537,00	7,71	há ≠
	X			X											985,20	7,71	há ≠
		X	X												56,66	7,71	há ≠
		X		X											221,07	7,71	há ≠
			X	X											7,78	7,71	há ≠
					X	X	X	X	X						93,45	3,48	há ≠
					X	X									132,65	7,71	há ≠
					X		X								13,30	7,71	há ≠
					X			X							3,17	7,71	não há ≠
					X				X						51,61	7,71	há ≠
						X	X								158,01	7,71	há ≠
						X		X							119,60	7,71	há ≠
						X			X						386,29	7,71	há ≠
							X	X							21,54	7,71	há ≠
							X		X						233,09	7,71	há ≠
								X	X						13,62	7,71	há ≠
										X	X	X	X	X	48,70	3,48	há ≠
										X	X				62,60	7,71	há ≠
										X		X			12,15	7,71	há ≠
										X			X		0,20	7,71	não há ≠
										X				X	0,013	7,71	não há ≠
											X	X			103,18	7,71	há ≠
											X		X		702,26	7,71	há ≠
											X			X	1083,14	7,71	há ≠
												X	X		56,88	7,71	há ≠
												X		X	79,65	7,71	há ≠
													X	X	1,84	7,71	não há ≠

Tabela E.18 – Análise de variância da Figura 4.20

Prismas comparados – A2 – AL														F	F _{crit}	Conclusão	
B1-S/G	B1-G1	B1-G2	B1-G3	B1-G4	B2-S/G	B2-G1	B2-G2	B2-G3	B2-G4	B3-S/G	B3-G1	B3-G2	B3-G3				B3-G4
X	X	X	X	X											42,11	3,48	há ≠
X	X														150,62	7,71	há ≠
X		X													4,32	7,71	não há ≠
X			X												18,35	7,71	há ≠
X				X											51,41	7,71	há ≠
	X	X													210,90	7,71	há ≠
	X		X												71,05	7,71	há ≠
	X			X											192,91	7,71	há ≠
		X	X												11,52	7,71	há ≠
		X		X											34,14	7,71	há ≠
			X	X											0,29	7,71	não há ≠
					X	X	X	X	X						85,63	3,48	há ≠
					X	X									146,97	7,71	há ≠
					X		X								3,84	7,71	não há ≠
					X			X							2,72	7,71	não há ≠
					X				X						26,70	7,71	há ≠
						X	X								253,55	7,71	há ≠
						X		X							171,33	7,71	há ≠
						X			X						514,66	7,71	há ≠
							X	X							14,48	7,71	há ≠
							X		X						93,36	7,71	há ≠
								X	X						8,60	7,71	há ≠
										X	X	X	X	X	26,58	3,48	há ≠
										X	X				29,03	7,71	há ≠
										X		X			9,09	7,71	há ≠
										X			X		3,68	7,71	não há ≠
										X				X	0,71	7,71	não há ≠
											X	X			47,27	7,71	há ≠
											X		X		90,95	7,71	há ≠
											X			X	206,81	7,71	há ≠
												X	X		18,84	7,71	há ≠
												X		X	129,25	7,71	há ≠
													X	X	63,32	7,71	há ≠

Tabela E.19 – Análise de variância da Figura 4.25

Prismas comparados – AT – AL – S/G	F	F _{crit}	Conclusão
B1-A1-S/G-AT e B1-A1-S/G-AL	25,92	7,71	há ≠
B2-A1-S/G-AT e B2-A1-S/G-AL	0,10	7,71	não há ≠
B3-A1-S/G-AT e B3-A1-S/G-AL	8,54	7,71	há ≠
B1-A2-S/G-AT e B1-A2-S/G-AL	35,50	7,71	há ≠
B2-A2-S/G-AT e B2-A2-S/G-AL	0,13	7,71	não há ≠
B3-A2-S/G-AT e B3-A2-S/G-AL	0,73	7,71	não há ≠

Tabela E.20 – Análise de variância da Figura 4.26

Prismas comparados – AT – AL – G1	F	F _{crit}	Conclusão
B1-A1-G1-AT e B1-A1-G1-AL	110,55	7,71	há ≠
B2-A1-G1-AT e B2-A1-G1-AL	8,68	7,71	há ≠
B3-A1-G1-AT e B3-A1-G1-AL	11,47	7,71	há ≠
B1-A2-G1-AT e B1-A2-G1-AL	76,93	7,71	há ≠
B2-A2-G1-AT e B2-A2-G1-AL	1,13	7,71	não há ≠
B3-A2-G1-AT e B3-A2-G1-AL	4,58	7,71	não há ≠

Tabela E.21 – Análise de variância da Figura 4.27

Prismas comparados – AT – AL – G2	F	F _{crit}	Conclusão
B1-A1-G2-AT e B1-A1-G2-AL	1,41	7,71	não há ≠
B2-A1-G2-AT e B2-A1-G2-AL	0,01	7,71	não há ≠
B3-A1-G2-AT e B3-A1-G2-AL	11,47	7,71	há ≠
B1-A2-G2-AT e B1-A2-G2-AL	33,85	7,71	há ≠
B2-A2-G2-AT e B2-A2-G2-AL	7,62	7,71	não há ≠
B3-A2-G2-AT e B3-A2-G2-AL	17,10	7,71	há ≠

Tabela E.22 – Análise de variância da Figura 4.28

Prismas comparados – AT – AL – G3	F	F _{crit}	Conclusão
B1-A1-G3-AT e B1-A1-G3-AL	0,95	7,71	não há ≠
B2-A1-G3-AT e B2-A1-G3-AL	0,86	7,71	não há ≠
B3-A1-G3-AT e B3-A1-G3-AL	47,15	7,71	há ≠
B1-A2-G3-AT e B1-A2-G3-AL	12,90	7,71	há ≠
B2-A2-G3-AT e B2-A2-G3-AL	0,24	7,71	não há ≠
B3-A2-G3-AT e B3-A2-G3-AL	46,07	7,71	há ≠

Tabela E.23 – Análise de variância da Figura 4.29

Prismas comparados – AT – AL – G4	F	F _{crit}	Conclusão
B1-A1-G4-AT e B1-A1-G4-AL	7,39	7,71	não há ≠
B2-A1-G4-AT e B2-A1-G4-AL	0,68	7,71	não há ≠
B3-A1-G4-AT e B3-A1-G4-AL	0,11	7,71	não há ≠
B1-A2-G4-AT e B1-A2-G4-AL	2,78	7,71	não há ≠
B2-A2-G4-AT e B2-A2-G4-AL	0,35	7,71	não há ≠
B3-A2-G4-AT e B3-A2-G4-AL	24,76	7,71	há ≠

ANEXOS F

Equação da relação entre as variâncias.

$$F = \frac{SQRZ - \Sigma(SQR(A...X) / (vZ - \Sigma v(A...X)))}{\Sigma(SQR(A...X) / \Sigma v(A...X))}$$

Onde:

SQRZ: somatório dos resíduos em relação a reta ajustada para todos os pontos (reta Z);

SQR (A, B, ...X): somatório dos quadrados dos resíduos em relação a reta formada pelos pontos de um determinado tipo de assentamento (retas A, B, ...X);

vZ: (grau de liberdade da reta Z = $n_{total} - 2$);

vA...X: grau de liberdade de cada reta (A...X) . ($n_A - 2$), ($n_X - 2$);

Sendo:

$$\alpha = (vZ - \Sigma v(A...X))$$

$$\beta = \Sigma v(A...X)$$

Comparar F com F (α , β) tabelado para a confiabilidade requerida.

Se $F < F(\alpha, \beta)$, conclui-se que as retas não diferem significativamente.

Tabela F.01 – Valores obtidos de cada regressão da Figura 4.25 – (S/G – A1)

Parâmetros	A1 – AT	A1 – AL	Todos
A	5,704442	4,572968	4,716577
B	0,379995	0,464745	0,438848
N	9	9	18
SQR	4,71773	20,80299	30,6695
T	6,94293	7,140876	9,681085
R ²	0,873198	0,879294	0,854179
t _{α/2} (n-2)	2,365	2,365	2,120

$$F = \frac{(30,6695 - 25,52072) / (16-7-7)}{(25,52072 / 14)}$$

$$F = 1,4122$$

Comparando $F(2,14)= 3,74$, conclui-se que as retas não diferem significativamente, ou seja, o tipo de assentamento dos prismas sem graute com argamassa A1, não tem influência na resistência à compressão.

Tabela F. 02 – Valores obtidos de cada regressão da Figura 4.25 – (S/G – A2)

Parâmetros	A2 – AT	A2 – AL	Todos
A	0,216179	5,427753	2,845286
B	0,674774	0,520199	0,596233
n	9	9	18
SQR	30,42539	25,83463	75,77752
T	8,346197	7,172463	10,12842
R ²	0,908687	0,886228	0,865076
t _{α/2} (n-2)	2,365	2,365	2,120

$$F = \frac{(75,77752 - 56,26002) / (16-7-7)}{(56,26002 / 14)}$$

$$F = 2,4284$$

Comparando $F(2,14)= 3,74$, conclui-se que as retas não diferem significativamente, ou seja, o tipo de assentamento dos prismas sem graute com argamassa A2, não tem influência na resistência à compressão.

Tabela F.03 – Valores obtidos de cada regressão da Figura 4.26 – (G1 – A1)

Parâmetros	A1 – AT	A1 – AL	Todos
a	5,484909	2,181532	3,043199
b	0,207055	0,314227	0,292107
n	9	9	18
SQR	0,62642	5,731504	10,42772
T	10,38207	9,198335	11,05125
R ²	0,939018	0,923589	0,884167
t _{α/2} (n-2)	2,365	2,365	2,120

$$F = \frac{(10,42772 - 6,357924) / (16-7-7)}{(6,357924 / 14)}$$

$$F = 4,48079$$

Comparando $F(2,14)= 3,74$, conclui-se que as retas diferem significativamente, ou seja, o tipo de assentamento dos prismas grauteados com G1 e argamassa A1, tem influência na resistência à compressão.

Tabela F.04 – Valores obtidos de cada regressão da Figura 4.26 – (G1 – A2)

Parâmetros	A2 – AT	A2 – AL	Todos
a	2,684055	4,804264	3,737023
b	0,28217	0,249051	0,26586
n	9	9	18
SQR	15,69478	3,181853	27,37912
T	4,859398	9,784702	7,513437
R ²	0,771345	0,931867	0,779163
t _{α/2} (n-2)	2,365	2,365	2,120

$$F = \frac{(27,37912 - 18,876633) / (16-7-7)}{(18,876633 / 14)}$$

$$F = 3,1529$$

Comparando $F(2,14) = 3,74$, conclui-se que as retas não diferem significativamente, ou seja, o tipo de assentamento dos prismas grauteados com G1 e argamassa A2, não tem influência na resistência à compressão.

Tabela F.05 – Valores obtidos de cada regressão da Figura 4.27 – (G2 – A1)

Parâmetros	A1 – AT	A1 – AL	Todos
a	9,008496	9,927418	9,633677
b	0,216899	0,20422	0,203839
n	9	9	18
SQR	3,667315	1,393327	6,748441
T	4,494841	12,12473	9,586271
R ²	0,742681	0,954548	0,85171
t _{α/2} (n-2)	2,365	2,365	2,120

$$F = \frac{(6,748441 - 5,060642) / (16-7-7)}{(5,060642 / 14)}$$

$$F = 2,3346$$

Comparando $F(2,14) = 3,74$, conclui-se que as retas não diferem significativamente, ou seja, o tipo de assentamento dos prismas grauteados com G2 e argamassa A1, não tem influência na resistência à compressão.

Tabela F.06 – Valores obtidos de cada regressão da Figura 4.27 – (G2 – A2)

Parâmetros	A2 – AT	A2 – AL	Todos
a	8,571524	10,55057	9,56556
b	0,273955	0,223033	0,248216
n	9	9	18
SQR	16,65316	5,692408	26,00802
T	4,580147	6,551187	7,197343
R ²	0,749801	0,85977	0,764018
t _{α/2} (n-2)	2,365	2,365	2,120

$$F = \frac{(26,00802 - 22,345568) / (16-7-7)}{(22,345568 / 14)}$$

$$F = 1,1473$$

Comparando $F(2,14) = 3,74$, conclui-se que as retas não diferem significativamente, ou seja, o tipo de assentamento dos prismas grauteados com G2 e argamassa A2, não tem influência na resistência à compressão.

Tabela F.07 – Valores obtidos de cada regressão da Figura 4.28 – (G3 – A1)

Parâmetros	A1 – AT	A1 – AL	Todos
a	13,19154	11,8609	12,00532
b	0,128537	0,235964	0,20255
n	9	9	18
SQR	3,122561	3,186245	15,7295
T	2,886723	9,264169	6,239324
R ²	0,543473	0,924589	0,708716
T _{α/2} (n-2)	2,365	2,365	2,120

$$F = \frac{(15,7295 - 6,308806) / (16-7-7)}{(6,308806 / 14)}$$

$$F = 10,4528$$

Comparando $F(2,14) = 3,74$, conclui-se que as retas diferem significativamente, ou seja, o tipo de assentamento dos prismas grauteados com G3 e argamassa A1, tem influência na resistência à compressão.

Tabela F.08 – Valores obtidos de cada regressão da Figura 4.28 – (G3 – A2)

Parâmetros	A2 – AT	A2 – AL	Todos
a	11,10967	14,82423	12,95163
b	0,20673	0,153753	0,180807
n	9	9	18
SQR	24,00235	9,892074	62,3708
T	2,878896	3,425945	3,385482
R ²	0,542126	0,62641	0,417366
t _{α/2} (n-2)	2,365	2,365	2,120

$$F = \frac{(62,3708 - 33,894424) / (16-7-7)}{(33,894424 / 14)}$$

$$F = 5,88104$$

Comparando $F(2,14) = 3,74$, conclui-se que as retas diferem significativamente, ou seja, o tipo de assentamento dos prismas grauteados com G3 e argamassa A2, tem influência na resistência à compressão.

Tabela F.09 – Valores obtidos de cada regressão da Figura 4.29 – (G4 – A1)

Parâmetros	A1 – AT	A1 – AL	Todos
a	15,48013	14,07618	14,45409
b	0,150103	0,191941	0,183955
n	9	9	18
SQR	8,38956	11,18734	20,53001
T	2,056605	4,021653	4,959992
R ²	0,376649	0,697933	0,605926
t _{α/2} (n-2)	2,365	2,365	2,120

$$F = \frac{(20,53001 - 19,5769) / (16-7-7)}{(19,5769 / 14)}$$

$$F = 0,34079$$

Comparando $F(2,14) = 3,74$, conclui-se que as retas não diferem significativamente, ou seja, o tipo de assentamento dos prismas grauteados com G4 e argamassa A1, não tem influência na resistência à compressão.

Tabela F.10 – Valores obtidos de cada regressão da Figura 4.29 – (G4 – A2)

Parâmetros	A2 – AT	A2 – AL	Todos
a	16,13594	12,54862	14,22979
b	0,079987	0,359048	0,224783
n	9	9	18
SQR	63,66819	6,431402	135,9185
T	0,683925	9,921993	2,851149
R ²	0,062636	0,933615	0,336899
t _{α/2} (n-2)	2,365	2,365	2,120

$$F = \frac{(135,9185 - 70,099592) / (16-7-7)}{(70,099592 / 14)}$$

$$F = 6,5725$$

Comparando $F(2,14) = 3,74$, conclui-se que as retas diferem significativamente, ou seja, o tipo de assentamento dos prismas grauteados com G4 e argamassa A2, tem influência na resistência à compressão.