

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - MESTRADO

**MARIA DE LOURDES PEREIRA LEITE**

**MODELOS DE ESTIMATIVAS DE RESISTÊNCIA À  
COMPRESSÃO DE PRISMAS A PARTIR DOS  
COMPONENTES DA ALVENARIA ESTRUTURAL**

MARINGÁ

2023

**MARIA DE LOURDES PEREIRA LEITE**

**MODELOS DE ESTIMATIVAS DE RESISTÊNCIA À  
COMPRESSÃO DE PRISMAS A PARTIR DOS  
COMPONENTES DA ALVENARIA ESTRUTURAL**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá.

Orientador: Prof. Dr. Elyson Andrew Pozo Liberati

Coorientador: Prof. Dr. Guilherme Aris Parsekian

**MARINGÁ**

**2023**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

L533m

Leite, Maria de Lourdes Pereira

Modelos de estimativas de resistência à compressão de prismas a partir dos componentes da alvenaria estrutural / Maria de Lourdes Pereira Leite. -- Maringá, PR, 2023.

136 f.: il. color., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Elyson Andrew Pozo Liberati.

Coorientador: Prof. Dr. Guilherme Aris Parsekian.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2023.

1. Alvenaria Estrutural. 2. Bloco estrutural de concreto. 3. Resistência à compressão. 4. Prismas. I. Liberati, Elyson Andrew Pozo, orient. II. Parsekian, Guilherme Aris, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. IV. Título.

CDD 23.ed. 624.1834


Ademir Henrique dos Santos - CRB-9/1065

MARIA DE LOURDES PEREIRA LEITE


**MODELOS DE ESTIMATIVAS DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE PRISMAS  
A PARTIR DOS COMPONENTES DA ALVENARIA ESTRUTURAL**

Dissertação de Mestrado apresentada no dia 22/06/2023, julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL e aprovada em sua forma final, como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ


**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 ELYSON ANDREW POZO LIBERATI  
Data: 22/06/2023 17:26:49-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


**Prof. Dr. Elyson Andrew Pozo Liberati**  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil  
Universidade Estadual de Maringá  
Professor Orientador

Documento assinado digitalmente  
 GUILHERME ARIS PARSEKIAN  
Data: 28/06/2023 11:31:30-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Prof. Dr. Guilherme Aris Parsekian**  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil  
Universidade Federal de São Carlos  
Professor Coorientador

Documento assinado digitalmente  
 LUCIA BRESSIANI  
Data: 28/06/2023 10:32:29-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Profa. Dra. Lucia Bressiani**  
Curso de Graduação em Engenharia Civil  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento assinado digitalmente  
 ANDRE LUBECK  
Data: 23/06/2023 08:01:37-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Prof. Dr. André Lübeck**  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil  
Universidade Federal de Santa Maria

Dedico esta dissertação aos meus avôs,  
José Pereira da Silva (in memoriam) e  
Pedro Antônio Leite (in memoriam), que  
tanto fazem falta em minha vida e na vida  
da minha família. Espero honrar a  
memória de vocês com este trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus por me iluminar e guiar nesta jornada.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Elyson Andrew Pozo Liberati, por sua dedicação, paciência e orientação ao longo de todo o processo de elaboração desta dissertação. Seu conhecimento e incentivo foram essenciais para o sucesso deste trabalho, e sou imensamente grata por sua orientação.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Guilherme Aris Parsekian, agradeço por seu apoio, orientação e contribuição, que foram inúmeras, para este trabalho. Seu conhecimento e sabedoria foram fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa.

Agradeço ao Grupo de Pesquisa de Alvenaria Estrutural formado por profissionais renomados, que se reuniram mensalmente para discutir ideias e compartilhar conhecimentos. Essas reuniões foram muito enriquecedoras e contribuíram significativamente para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço, também, aos membros da banca, Prof. Dr. André Lübeck e Profa. Dra. Lúcia Bressiani, pelas valiosas contribuições que enriqueceram este trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Aos meus pais, Jeane Cléia Pereira da Silva Leite e Antônio Aparecido Leite, e ao meu irmão, Pedro Antônio Leite Neto, quero expressar meu profundo agradecimento por sempre me apoiarem em todas as minhas decisões e por me proporcionarem uma base sólida para construir minha vida acadêmica, profissional e pessoal. Seu amor incondicional e dedicação foram essenciais para que eu pudesse chegar até aqui.

Aos demais membros da minha família, agradeço por todo o carinho e apoio ao longo desse caminho. Sempre pude contar com vocês.

Ao meu namorado, Mateus Guidugli Dal Pozzo, gostaria de agradecer por todo o amor, compreensão e apoio, mesmo depois de precisarmos mudar para cidades diferentes. É reconfortante saber que, apesar da distância, podemos contar um com o outro e que nossos planos futuros incluem estar juntos novamente.

Por fim, agradeço a todos os meus amigos pela companhia e apoio ao longo desta jornada. Suas palavras de ânimo e incentivo foram fundamentais para que eu pudesse superar os desafios e seguir em frente.

Sem o apoio e incentivo de todos vocês, esta dissertação não teria sido possível. A todos, o meu sincero agradecimento.

## RESUMO

Assim como em outros sistemas construtivos, o controle tecnológico é fundamental para obras de alvenaria estrutural. No entanto, no Brasil é necessário buscar um equilíbrio entre realizar uma grande quantidade de ensaios, que tem custos onerosos, e atestar o desempenho indicado em projeto. Com o objetivo de fornecer subsídios aos profissionais da área, o presente estudo propõe modelos para estimar a resistência de prismas ocos e cheios de blocos de concreto com base na resistência à compressão de seus componentes. Para isso, utilizou-se um banco de dados composto por 875 agrupamentos de ensaios de prismas ocos, grauteados, de argamassa, graute e blocos de concreto, após aplicados os filtros necessários, em um total de 27.426 ensaios. Foram propostos modelos distintos, e por meio de análises estatísticas selecionou-se o melhor modelo para cada faixa de resistência de bloco pré-determinada: 1ª faixa, até 8 MPa; 2ª faixa, de 8 a 18 MPa; e 3ª faixa, acima de 18 MPa. Em seguida, calculou-se o fator de ajuste para uma confiança de 95% para cada modelo. Ao comparar os resultados dos modelos com as normativas, observou-se que, em geral, as estimativas dos modelos de prismas ocos e grauteados foram semelhantes às de resistência de prisma da ABNT NBR 16868-1 (2020), exceto para a resistência da Faixa 3, onde a norma foi mais conservadora e o modelo proposto com o fator de ajuste intrínseco estimou valores menores do que os propostos pela norma. Já em relação às normas internacionais, a AS-3700 (2017) e CSA S304 (2014) apresentaram estimativas mais conservadoras, enquanto a Eurocode 6 (2020) se adaptou melhor aos resultados dos modelos propostos. Como resultado são propostos modelos de cálculo considerados seguros, com base nas centenas de amostras analisadas, para alvenaria estrutural em blocos de concreto.

**Palavras-chave:** Alvenaria Estrutural, Bloco estrutural de concreto, Resistência à compressão, Prismas.



## ABSTRACT

As in other constructive systems, technological control is fundamental for structural masonry works. However, Brazilians need to seek a balance between carrying out many tests, which are expensive, and certifying the performance indicated in the project. With the aim of providing support to professionals in the field, this study proposes models to estimate the resistance of hollow and full prisms of concrete blocks based on the resistance to resistance of their components. For this, a database composed of 875 test samples of hollow prisms, grouted, mortar, grout and concrete blocks was used, after applying the necessary filters, in a total of 27,426 tests. There were different standard models, and through statistical analysis, the best model was selected for each predetermined block strength group: group 1, less or equal to 8 MPa; group 2, higher than 8 MPa and lesser than 18 MPa; and group 3, equal or higher than 18 MPa. Then calculate the adjustment factor for 95% confidence for each model. When comparing the results of the models with the norms, it is observed that, in general, the estimates of the models of hollow and grouted prisms were similar to those of prism resistance of ABNT NBR 16868-1 (2020), except for the resistance of the Group 3, where the standard was more conservative and the proposed model with the intrinsic adjustment factor estimated values lower than those proposed by the standard. Regarding international standards, AS-3700 (2017) and CSA S304 (2014) adopt more conservative estimates, while Eurocode 6 (2020) adapts better to the results of standard models. As a result, models are proposed that are considered safe, based on the origins of traces, for structural masonry in concrete blocks.

**Keywords:** Structural masonry, Structural concrete block, Compressive strength, Prisms.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1 - Alvenaria Estrutural x Concreto Armado .....	15
Figura 2.1 - Monadnock Bulding .....	20
Figura 2.2 - Central Parque da Lapa .....	21
Figura 2.3 - Dimensões do bloco estrutural.....	22
Figura 2.4 - Ensaio de prisma e capeamento do prisma.....	27
Figura 2.5 - Influência da resistência do bloco na resistência dos prismas não grauteados com: (a) argamassamento total e (b) argamassamento lateral .....	28
Figura 2.6 - Influência da resistência do bloco na resistência dos prismas grauteados com argamassamento total: (a) argamassa A1 e (b) argamassa A2.....	29
Figura 2.7 - Influência da resistência do bloco na resistência dos prismas grauteados com argamassamento lateral: (a) argamassa A1 e (b) argamassa A2 .....	29
Figura 2.8 - Gráfico de relações do fator de eficiência.....	32
Figura 2.9 - Malha de micromodelo para os prismas testados .....	39
Figura 2.10 - (a) Prisma de alvenaria de tijolo de barro e (b) Ensaio de resistência à compressão do prisma.....	40
Figura 2.11 - Resistência à compressão x Módulo de Elasticidade (28 dias) .....	41
Figura 3.1- Esquemático dos itens analisados .....	44
Figura 3.2 - <i>Layout RStudio</i> .....	48
Figura 4.1 – Gráfico de coeficiente de variação para os ensaios de argamassa .....	53
Figura 4.2 - Dispersão $f_{bk}$ versus $f_{pk}$ .....	55
Figura 4.3 - Dispersão $f_{bk}$ versus $f_{p^*k}$ .....	56
Figura 4.4 - Dispersão $f_b$ versus $f_p$ .....	57
Figura 4.5 - Dispersão $f_b$ versus $f_p^*$ .....	58
Figura 4.6 - Adequação dos modelos perante os ensaios (Faixa 1).....	63
Figura 4.7 - Fator de segurança para Equação 4.9 .....	63
Figura 4.8 - Adequação da Equação 4.12 perante os ensaios.....	64
Figura 4.9 - Adequação dos modelos perante os ensaios (Faixa 2).....	65
Figura 4.10 - Fator de segurança para Equação 4.13.....	66
Figura 4.11 - Adequação da Equação 4.16 perante os ensaios.....	67
Figura 4.12 - Adequação dos modelos perante os ensaios (Faixa 3).....	68
Figura 4.13 - Fator de segurança para Equação 4.17 .....	69

Figura 4.14 - Adequação da Equação 4.20 perante os ensaios.....	70
Figura 4.15 - Adequação dos modelos perante os ensaios (Faixa 1).....	72
Figura 4.16 - Fator de segurança da Equação 4.21 .....	72
Figura 4.17 - Adequação da Equação 4.24 perante os ensaios.....	73
Figura 4.18 - Adequação dos modelos perante os ensaios (Faixa 2).....	74
Figura 4.19 - Fator de segurança da Equação 4.25 .....	75
Figura 4.20 - Adequação da Equação 4.28 perante os ensaios.....	76
Figura 4.21 - Adequação dos modelos perante os ensaios (Faixa 3).....	77
Figura 4.22 - Fator de segurança da Equação 4.29 .....	78
Figura 4.23 - Fator de segurança da Equação 4.30 .....	79
Figura 4.24 - Adequação da Equação 4.32 e 4.33 perante os ensaios.....	79
Figura 4.25 – Fator de correção para prismas com 2 blocos (h=390mm e t=190mm) .....	81
Figura 4.26- Comparação entre modelos para estimativa dos prismas ocos – área bruta .....	83
Figura 4.27- Comparação entre os modelos de estimativas para resistência de prisma grauteado .....	85
Figura 4.28- Estudo de fator de ajuste para os modelos gerais – Prisma vazado .....	86
Figura 4.29- Estudo de fator de ajuste para os modelos gerais – Prisma grauteado .....	87
Figura 4.30- Gráfico de dispersão e tendência dos modelos para prismas vazados .....	87
Figura 4.31- Gráfico de dispersão e tendência dos modelos para prismas grauteados .....	88
Figura 4.32- Gráfico de dispersão e tendência dos modelos para prismas vazados com fatores de ajustes .....	88
Figura 4.33- Gráfico de dispersão e tendência dos modelos para prismas grauteados com fatores de ajustes .....	89

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Classificação quanto à função e classes de resistência.....	22
Tabela 2.2 - Valores de $\Phi$ em função da quantidade de blocos.....	24
Tabela 2.3 - Influência da espessura da junta na resistência do prisma.....	31
Tabela 2.4 - Relação prisma/bloco .....	32
Tabela 2.5 - Resistência à compressão da alvenaria com base na resistência à compressão das unidades de alvenaria de concreto e tipo de argamassa utilizada .	34
Tabela 2.6 - Valores de K para argamassas de uso geral, de camada fina e leve ....	35
Tabela 2.7 - Valor do fator de espessura da junta de argamassa.....	36
Tabela 2.8 - Valor do fator de resistência à compressão.....	37
Tabela 2.9 - Resistência à compressão da alvenaria com base na resistência à compressão das unidades de alvenaria de concreto e tipo de argamassa utilizada .	38
Tabela 2.10 - Comparação entre resultados experimentais com previsões analíticas .....	42
Tabela 4.1 - Filtros no banco de dados.....	50
Tabela 4.2 - ANOVA $f_{pk}/f_{bk}$ .....	51
Tabela 4.3 - ANOVA $f_p/f_b$ .....	51
Tabela 4.4 - Faixas de resistências características .....	51
Tabela 4.5 - Faixas de resistências médias .....	51
Tabela 4.6 – ANOVA por faixas de resistência .....	52
Tabela 4.7 – Significância e R-quadrado.....	55
Tabela 4.8 - Significância e R-quadrado.....	56
Tabela 4.9 - Significância e R-quadrado.....	58
Tabela 4.10 - Significância e R-quadrado .....	59
Tabela 4.11 - Comparação entre os modelos de prisma oco.....	59
Tabela 4.12 - Comparação entre os modelos de prisma grauteado .....	60
Tabela 4.13 – Dados por faixa de resistência.....	60
Tabela 4.14 – Intervalo de valores de resistência à compressão dos componentes .	61
Tabela 4.15 - Modelos para estimar resistência de prisma oco (Faixa 1).....	62
Tabela 4.16 - Significância e intervalos da Faixa 1.....	62
Tabela 4.17 - Modelos para estimar resistência de prisma oco (Faixa 2).....	65
Tabela 4.18 - Significância e intervalos da Faixa 2.....	65

Tabela 4.19 - AIC e BIC para os modelos propostos para Faixa 2 .....	66
Tabela 4.20 - Modelos para estimar resistência de prisma oco (Faixa 3).....	67
Tabela 4.21 - Significância e intervalos da Faixa 3.....	68
Tabela 4.22 - AIC e BIC para os modelos propostos para Faixa 3 .....	69
Tabela 4.23 - Modelos para estimar resistência de prisma grauteado (Faixa 1).....	70
Tabela 4.24 - Significância e intervalos da Faixa 1.....	71
Tabela 4.25 - Modelos para estimar resistência de prisma grauteado (Faixa 2).....	73
Tabela 4.26 - Significância e intervalos da Faixa 2.....	74
Tabela 4.27- AIC e BIC para os modelos propostos para Faixa 2 .....	75
Tabela 4.28 - Modelos para estimar resistência de prisma grauteado (Faixa 3).....	76
Tabela 4.29 - Significância e intervalos da Faixa 3.....	77
Tabela 4.30 - AIC e BIC para os modelos propostos para Faixa 3 .....	78
Tabela 4.31 - Comparação entre o modelo proposto e normativas/literatura para prisma oco.....	82
Tabela 4.32 - Estimativa TMS 602.....	82
Tabela 4.33 - Estimativa CSA S304 .....	82
Tabela 4.34 – Comparação entre o modelo proposto e normativas/literatura para prisma grauteado.....	84
Tabela 4.35 - Estimativa CSA S304.....	85
Tabela 5.1 - Modelos recomendados pelo estudo .....	90
Tabela 5.2 – Modelos recomendados pelo estudo implementado o fator de ajuste ..	91

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
1.1	JUSTIFICATIVA.....	17
1.2	OBJETIVOS .....	18
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>19</b>
2.1	ALVENARIA ESTRUTURAL.....	19
<b>2.1.1</b>	<b>Bloco Estrutural</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Argamassa</b> .....	<b>24</b>
<b>2.1.3</b>	<b>Graute</b> .....	<b>25</b>
2.2	PRISMAS.....	26
<b>2.2.1</b>	<b>Ensaio para determinar resistência à compressão de prisma</b> .....	<b>26</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Fatores que influenciam na resistência do prisma</b> .....	<b>27</b>
2.2.2.1	<i>Bloco Estrutural</i> .....	27
2.2.2.2	<i>Argamassa de Assentamento</i> .....	30
2.3	RELAÇÃO PRISMA/BLOCO .....	31
2.4	MODELOS DE CÁLCULO DA RESISTÊNCIA DA ALVENARIA .....	33
<b>2.4.1</b>	<b>Norma Americana</b> .....	<b>33</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Norma Europeia</b> .....	<b>34</b>
<b>2.4.3</b>	<b>Norma Australiana</b> .....	<b>36</b>
<b>2.4.4</b>	<b>Norma Canadense</b> .....	<b>37</b>
<b>2.4.5</b>	<b>Álvarez-Pérez et al. (2020)</b> .....	<b>38</b>
<b>2.4.6</b>	<b>Kumavat (2016)</b> .....	<b>40</b>
<b>2.4.7</b>	<b>Jaber (2010)</b> .....	<b>42</b>
<b>2.4.8</b>	<b>Fortes et al. (2014)</b> .....	<b>43</b>
<b>3</b>	<b>ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>44</b>
3.1	BANCO DE DADOS.....	44
3.2	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	46
3.3	SOFTWARE .....	48
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>50</b>
4.1	FILTRO BANCO DE DADOS .....	50
4.2	ANÁLISE DA INTERDEPENDÊNCIA DE $F_B/F_P$ PARA CADA DIMENSÃO DE BLOCO .....	50

4.3	ENTRADA DOS DADOS NOS MODELOS.....	53
4.4	MODELOS PROPOSTOS SEM SEPARAÇÃO POR FAIXAS .....	54
<b>4.4.1</b>	<b>Modelos utilizando resistências características .....</b>	<b>54</b>
<b>4.4.2</b>	<b>Modelos utilizando resistências médias.....</b>	<b>57</b>
<b>4.4.3</b>	<b>Comparação entre os modelos propostos.....</b>	<b>59</b>
4.5	MODELOS PROPOSTOS COM SEPARAÇÃO DE FAIXA DE RESISTÊNCIA .....	60
<b>4.5.1</b>	<b>Modelos para prisma oco.....</b>	<b>61</b>
4.5.1.1	<i>Faixa de resistência 1 .....</i>	<i>61</i>
4.5.1.2	<i>Faixa de resistência 2.....</i>	<i>64</i>
4.5.1.3	<i>Faixa de resistência 3.....</i>	<i>67</i>
<b>4.5.2</b>	<b>Modelos para prisma grauteado .....</b>	<b>70</b>
4.5.2.1	<i>Faixa de resistência 1 .....</i>	<i>70</i>
4.5.2.2	<i>Faixa de resistência 2.....</i>	<i>73</i>
4.5.2.3	<i>Faixa de resistência 3.....</i>	<i>76</i>
<b>4.5.3</b>	<b>Comparação entre os modelos propostos e normativas .....</b>	<b>80</b>
4.5.3.1	<i>Prisma Oco.....</i>	<i>81</i>
4.5.3.2	<i>Prisma Grauteado .....</i>	<i>84</i>
4.6	ANÁLISE COMPARATIVA DE DESEMPENHO ENTRE MODELOS COM E SEM SEPARAÇÃO DE FAIXA DE RESISTÊNCIA.....	86
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>90</b>
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	92
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>93</b>
	<b>APÊNDICE A – BANCO DE DADOS .....</b>	<b>97</b>

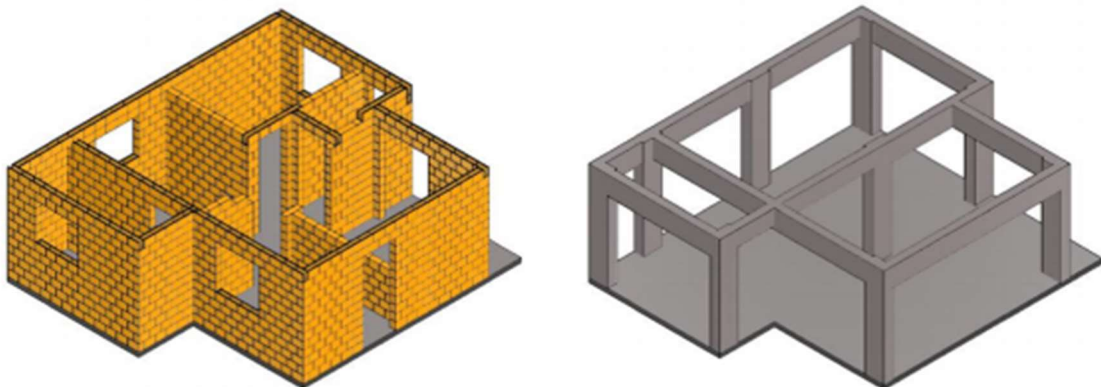
## 1 INTRODUÇÃO

A alvenaria estrutural é um dos sistemas construtivos mais antigos, tendo sido utilizada por diversas civilizações ao longo da história como as pirâmides do Egito, o coliseu de Roma, muralha da China e algumas catedrais europeias. Essas obras eram executadas de forma empírica, ou seja, sem a aplicação de modelos de cálculo teóricos ou normatizados (RAMALHO e CORRÊA, 2003).

Ao longo do tempo esse sistema construtivo sofreu diversas alterações, dentre elas: desenvolvimento de novos materiais, novas metodologias de cálculo e ampliação do conhecimento científico sobre o tema. Esses avanços técnicos contribuíram para construção de edificações mais arrojadas e esbeltas, e para diminuição de custos sem prejudicar a sua qualidade.

Atualmente, a alvenaria estrutural é definida pela ABNT NBR 15270-1 (2017) como “alvenaria admitida como participante da estrutura”. Ou seja, o sistema consiste no emprego de paredes que contribuem diretamente para a função estrutural, sendo desnecessário o emprego de vigas e pilares para sustentação da edificação, substituindo o método tradicional de concretagem, conforme exemplificado na Figura 1.1. Dentre as vantagens apresentadas, destacam-se a redução dos custos, rapidez na construção, fácil aprendizagem do método, elevado potencial de racionalização, produtividade e qualidade (CANATO, 2015). Entretanto, a alvenaria estrutural reduz a possibilidades de mudanças não planejadas.

Figura 1.1 - Alvenaria Estrutural x Concreto Armado



Fonte: SUMMA Engenharia (2019).



Mohamad (2020) afirma que a utilização de blocos estruturais, os quais são elementos básicos das construções em alvenaria estrutural, proporcionam sistema prático, modular, padronizado, eficiente e econômico. Além dos aspectos técnicos, os blocos estruturais apresentam vantagens, como: resistências características variadas para atender as especificidades do projeto, aberturas em dimensões suficientes para passagens de tubulações elétricas ou sanitárias e baixíssima variação dimensional.

Os prismas são amostras simplificadas de alvenaria amplamente utilizados no controle de qualidade desse tipo de estrutura. Eles são particularmente importantes porque permitem avaliar a resistência à compressão da alvenaria utilizados na construção e, assim, garantir que o projeto seja executado de acordo com as especificações do projetista. No Brasil, o monitoramento desses parâmetros é realizado por meio de ensaios especificados na ABNT NBR 16868-3 (2020), que indica que a resistência à compressão característica obtida através de ensaios deve ser igual ou superior àquela especificada pelo projetista. A utilização de prismas e a realização de ensaios de controle de qualidade são essenciais para garantir a segurança e a eficácia das construções (NALON et al., 2022).

Na alvenaria estrutural, o projeto é realizado tendo como parâmetros principais as resistências à compressão de blocos e prismas. Esses dados são monitorados por meio de ensaios normatizados pela ABNT NBR 16868-3 (2020), assim assegurando que a resistência à compressão característica seja maior ou igual àquela especificada pelo projetista.

As relações entre a resistência à compressão de blocos e prismas ocos e cheios são dados importantes para se conseguir uma especificação adequada dos materiais. Porém, essas relações dependem da influência de variáveis, como a geometria dos elementos, a resistência à compressão média da argamassa e a resistência à compressão característica do graute, quando o prisma tem seus furos preenchidos. Os materiais, argamassa e graute, respondem de maneira diferente e tem composição distinta, assim influenciando nessa relação dita (ROMAGNA, 2000).

Apesar disso, há muitos pesquisadores e empresas interessadas neste estudo para alcançar uma melhor estimativa das propriedades dos elementos e controle de qualidade de suas obras. A ABNT NBR 16868-2 (2020) é a normativa brasileira que trata do controle da resistência da alvenaria desde a caracterização prévia dos componentes (blocos, argamassas e grautes) através de um controle tecnológico até o controle da execução por parte dos construtores, evitando maiores problemas como

emprego de materiais, equipamentos e técnicas construtivas inadequadas. O controle de qualidade é necessário e previsto por outras normas, como exemplos têm-se: norma americana, TMS 602 (2021); norma australiana, AS 3700 (2015); norma europeia, EN 1996-1-1 (2020).

Diante disso, este trabalho consiste em avaliar a relação da resistência à compressão entre blocos estruturais de concreto e prismas (ocos e cheios) para alvenaria estrutural, a partir de relatórios de ensaios fornecidos por empresas produtoras de blocos de concreto estruturais e construtoras do ramo.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A indústria da construção civil está em constante processo de modernização, buscando avanços tecnológicos e métodos eficientes para racionalizar e até mesmo industrializar as várias etapas da construção de edifícios. No entanto, é imprescindível garantir que esses métodos sejam não apenas eficientes, mas também seguros, além de permitir a utilização de mão de obra altamente qualificada para sua execução.

No caso específico da construção com alvenaria estrutural, um controle tecnológico abrangente é necessário. Isso é alcançado por meio de uma série de ensaios em blocos e prismas, conforme exigido pelas normas brasileiras em vigor. É importante ressaltar que o número de ensaios exigidos no Brasil é maior do que nas normas internacionais adotadas pelo Canadá e pelos Estados Unidos da América. Essa exigência se torna particularmente onerosa para obras de menor porte, já que a realização dos ensaios requer muitas amostras, equipamentos especializados, logística e técnicos qualificados. Até mesmo empresas de maior porte muitas vezes acabam não realizando essa etapa ou a conduzem de forma simplificada.

Portanto, o foco deste trabalho é contribuir para o controle tecnológico, estabelecendo uma correlação confiável entre os valores de resistência característica dos elementos utilizados na alvenaria estrutural. Essa correlação fornecerá às construtoras uma ferramenta aprimorada para estimar com maior precisão as resistências dos elementos que serão empregados em suas obras.

Além disso, é importante ressaltar que o tema abordado neste estudo tem despertado interesse em instituições de pesquisa ao redor do mundo. Dessa forma, esta pesquisa também promove o início de uma linha de estudo dedicada à Alvenaria

Estrutural no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PCV) da Universidade Estadual de Maringá, abrindo caminho para futuras investigações nessa área.

## 1.2 OBJETIVOS

Propor modelos de cálculo para estimar a resistência à compressão de prismas vazados e grauteados de blocos estruturais de concreto a partir de relatórios de ensaios obtidos por empresas nacionais do seguimento. Como objetivos específicos, destacam-se:

- Elaborar um banco de dados a partir de relatórios de ensaios fornecidos por empresas produtoras de blocos de concreto estruturais e construtoras do ramo de alvenaria estrutural;
- Estudar a variabilidade das variáveis de projeto contidas no banco de dados;
- Avaliar a interdependência entre os parâmetros mecânicos de blocos com dimensões 14 cm x 29 cm, 14 cm x 39 cm e 19 cm x 39 cm;
- Analisar a significância da resistência do bloco, da resistência da argamassa e da resistência do graute no desempenho dos prismas;
- Estabelecer relações para estimar resistência à compressão do prisma oco ( $f_p$ ) e a resistência à compressão do prisma cheio ( $f_{p^*}$ ) a partir da resistência à compressão do bloco estrutural de concreto ( $f_b$ ), da argamassa ( $f_a$ ) e do graute ( $f_g$ );
- Fornecer subsídios para aplicações desses valores no projeto.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A alvenaria estrutural é constituída por diversos materiais, sendo os principais: os blocos estruturais (cerâmico, sílico-calcário e concreto), a argamassa de assentamento e o graute. Devido à ampla variedade de materiais, os projetistas enfrentam algumas dificuldades para especificação dos diferentes componentes para obter o melhor resultado possível e desempenho estrutural adequado.

Neste capítulo, apresenta-se uma breve explanação sobre as propriedades dos elementos que compõem a alvenaria estrutural. A revisão aborda normas nacionais e internacionais, fatores que influenciam na resistência à compressão do prisma e, também, modelos que estimam a resistência do prisma em função de outros parâmetros componentes da alvenaria.

### 2.1 ALVENARIA ESTRUTURAL

A alvenaria estrutural é considerada um sistema construtivo tradicional, amplamente utilizado pelo homem desde a antiguidade. Os primeiros blocos utilizados eram de pedra ou de argila e com eles foram produzidas obras que desafiaram o tempo e são considerados nos dias de hoje como verdadeiros monumentos de grande importância histórica, entre elas: pirâmides de Guizé, Coliseu, Muralha da China e outros. Sendo esses erguidos segundo regras puramente empírica, baseados nos conhecimentos adquiridos ao longo do tempo (RAMALHO e CORRÊA, 2003).

Com o conhecimento empírico, existente no final do século XIX, iniciou-se construção de edificações em alvenaria estrutural com paredes de grandes espessuras. O maior exemplo a citar é o edifício, mais imponente e famoso dessa fase, *Monadnock Building* (Figura 2.1) construído em Chicago, Estados Unidos da América, de 1889 a 1891. Essa edificação possui 16 pavimentos e 65 m de altura, cujas paredes na base apresentam 1,80 m de espessura (MOHAMAD, 2020).

Figura 2.1 - Monadnock Building



Fonte: Google Maps (2023).

Devido, principalmente, a escassez do aço na Europa originada pela Segunda Guerra Mundial, a alvenaria ressurge na década de 50. Nas décadas seguintes foram construídos diversos edifícios em alvenaria estrutural promovidos por programas públicos. A partir desse fato, o desenvolvimento de novas pesquisas e métodos de cálculo tornou o processo competitivo para construção de prédios e, outra vez, a alvenaria estrutural tornou-se uma alternativa viável como sistema estrutural (HENDRY, 1981).

Um novo marco para história das construções em alvenaria foi o edifício construído por Paul Haller em 1950, na Basileia, Suíça. O edifício possui 13 pavimentos e 42 m de altura, foi executado em alvenaria não armada. As paredes internas e externas possuem, respectivamente, 15 cm e 37,5 cm de espessura. Considerando as informações, pode-se concluir que o dimensionamento da espessura das paredes, possivelmente, foi realizado baseado em procedimentos internacionais ainda vigentes. Ressalta-se que desde esse edifício, toda a obra que usa esse método de construção deve passar por projetos guiados a partir de normas técnicas e manuais (RAMALHO e CORRÊA, 2003).

No Brasil, em 1966, os primeiros prédios em alvenaria estrutural foram construídos no estado de São Paulo, o Conjunto Habitacional “Central Parque da Lapa” (Figura 2.2), o qual foi realizado com paredes de 19 cm de espessura e quatro pavimentos. Em 1972, foi construído, no mesmo conjunto habitacional, quatro blocos

com 12 pavimentos em alvenaria armada de bloco de concreto (RAMALHO e CORRÊA, 2003).

Figura 2.2 - Central Parque da Lapa



Fonte: Associação Brasileira de Construção Industrializada (1990).

A seguir os elementos que compõem esse sistema estrutural foram detalhados.

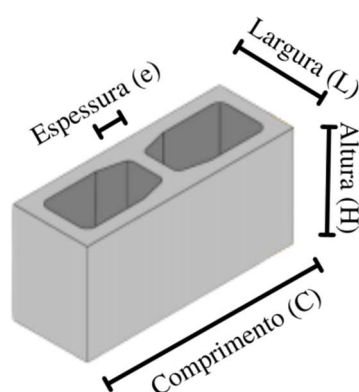
### **2.1.1 Bloco Estrutural**

O bloco estrutural é o principal componente da alvenaria estrutural, denominando-se como unidade básica, visto que são eles que formam as paredes que servirão de estrutura para as edificações. Conforme Parsekian e Medeiros (2021), cerca de 80 a 95% do volume total da alvenaria são compostas por blocos, ou seja, representam a maior parte constituinte de uma edificação. Além disso, representa suma importância em termos de resistência à compressão, resistência ao fogo, estabilidade e precisão dimensional. Dessa forma, deve-se atentar ao seu controle de qualidade ao escolher o tipo de bloco a ser utilizado e o fornecedor.

Em meados da década de 1970, iniciou-se a utilização de blocos de concreto no Brasil. Esses são constituídos de agregados miúdos, agregados graúdos, cimento, água e aditivo que elevam a coesão da mistura fresca. Os blocos de concreto destinados a função estrutural devem ter, no mínimo, 4,0 MPa de resistência à compressão, de acordo com a ABNT NBR 6136 (2016). Eventualmente, blocos de 3,0 MPa podem ser utilizados em construções de pequeno porte.

Mohamad et al. (2015) afirmam que os blocos devem satisfazer as dimensões preestabelecidas no contrato entre fornecedor e comprador. Se por acaso não ocorra como esperado, pode ser comprometida a modulação prevista em projeto e, resultando, em falhas na racionalização no processo construtivo. A ABNT NBR 6136 (2016) admite pequenos desvios dimensionais, tolerâncias de  $\pm 2$  mm para largura e  $\pm 3$  mm para altura e comprimento, na Figura 2.3 é mostrado um bloco e suas dimensões.

Figura 2.3 - Dimensões do bloco estrutural



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Segundo a ABNT NBR 6136 (2016), os blocos de concreto apresentam classificação quanto à função e classe de resistência, conforme a Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Classificação quanto à função e classes de resistência

Classificação	Classe	Resistência característica à compressão axial (MPa)
Com função estrutural	A	$f_{bk} \geq 8,0$
	B	$4,0 \leq f_{bk} < 8,0$
Com ou sem função estrutural	C	$f_{bk} \geq 3,0$

Fonte: adaptado de ABNT NBR 6136 (2016).

Acrescenta-se, quanto ao uso, devem atender premissas abaixo:

- Para aplicações abaixo do nível do solo, utilizam-se blocos Classe A;

- É permitida a utilização de blocos Classe C, com função estrutural, de largura de 90 mm, para obras de no máximo um pavimento;
- É permitida a utilização de blocos Classe C, com função estrutural, de largura de 115 mm, para obras de no máximo dois pavimentos;
- É permitida a utilização de blocos Classe C, com função estrutural, de largura de 140 mm e 190 mm, para obras de até cinco pavimentos;
- Blocos com largura de 65 mm têm seu uso restrito para alvenaria sem função estrutural.

Portella (2015) afirma que a faixa de resistência dos blocos de concreto varia entre 4,0 MPa a 20,0 MPa. Maiores resistências são obtidas por meio do aumento carga de compactação, elevado teor de cimento na mistura, número de vibrações ou baixo fator água/cimento.

A resistência à compressão é a propriedade mecânica mais importante da unidade, posto que seja a resistência referência para a resistência da parede. Uma vez que o valor médio de resistência não pode ser usado para estabelecer a resistência de análise de um lote, devido fatores como o coeficiente de variação encontrado durante os ensaios, a resistência mecânica é obtida pelo cálculo do valor característico do bloco ( $f_{bk}$ ).

De acordo ABNT NBR 6136 (2016), o valor estimado da resistência característica à compressão deve ser referido na área bruta. Quando o valor do desvio-padrão da fábrica não é conhecido, estima-se pela Equação 2.1.

$$f_{bk,est} = 2 \times \left( \frac{f_{b(1)} + f_{b(2)} + \dots + f_{b(i-1)}}{i - 1} \right) - f_{bi} \quad 2.1$$

onde:

$f_{bk,est}$  é a resistência característica estimada da amostra, expressa em megapascals (MPa);

$f_{b(1)}, f_{b(2)}, \dots, f_{bi}$  são valores de resistências individuais dos corpos de prova da amostra, em ordem crescente;

n é igual à quantidade de blocos da amostra;

i = n/2, se n for par;

i = (n-1)/2, se n for ímpar.



Em seguida, deve-se proceder com a seguinte análise:

- Se o valor de  $f_{bk,est} > f_{bm}$ , adota-se  $f_{bm}$  como a resistência característica do lote ( $f_{bk}$ );
- Se o valor de  $f_{bk,est} < \Phi \times f_{b(1)}$ , adota-se a resistência característica à compressão ( $f_{bk}$ ) determinada pela expressão  $\Phi \times f_{b(1)}$ , sendo o valor de  $\Phi$  indicado no Tabela 2.2.
- Se o valor calculado de  $f_{bk,est}$  esteja entre os limites comentados anteriormente, adota-se este valor como resistência à compressão.

Tabela 2.2 - Valores de  $\Phi$  em função da quantidade de blocos

Quantidade de blocos	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	≥ 18
$\Phi$	0,89	0,91	0,93	0,94	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02	1,04

Fonte: adaptado de ABNT NBR 6136 (2016).

Segundo os estudos de Jaquadre (1971), os valores mostrados na Tabela 2.2 são conhecidos como “estimador espanhol”. Esse mostra a influência do número de amostras no erro relativo da média, ou seja, verifica-se que com qualquer número de corpos-de-prova haverá sempre uma incerteza causada pela diferença nos parâmetros da amostra em relação à população total. Na Tabela 2.2, o coeficiente de variação é de 20% para o tratamento dos dados para obtenção da resistência característica. Esse coeficiente analisa a dispersão entre os termos relativos.

### 2.1.2 Argamassa

A argamassa é uma mistura homogênea de agregados miúdos, aglomerantes, água e podem ser adicionados ou não aditivos. Esse componente para a alvenaria estrutura tem suma importância já que por meio desta que se obtém o monolitismo e solidez que a parede necessita. Tal transmite todas as ações verticais e horizontais atuantes de forma a associar as unidades, tornando-as uma estrutura única. Além disso, elas podem compensar irregularidades dos blocos estruturais e assimilar deformações (MOHAMAD, 2020).

Ramalho e Côrrea (2003) acrescentam que a argamassa de assentamento deve reunir boas características de trabalhabilidade, resistência, plasticidade e durabilidade para desempenhar as suas funções. Além disso, para o projetista é preciso do conhecimento da resistência média à compressão da argamassa, já que ABNT NBR 15270-2 (2017) especifica diferentes valores de tensões admissíveis à tração e ao cisalhamento para alvenaria em sua função.

É fundamental ressaltar que a especificação de argamassas para alvenaria estrutural não deve ser baseada unicamente na sua resistência à compressão. É necessário dedicar uma atenção especial às outras propriedades, como a aderência ao bloco e a retenção de água. Isso é especialmente relevante quando se utiliza argamassa industrializada, uma vez que, devido à presença de aditivos, essas argamassas podem apresentar um comportamento completamente diferente das argamassas tradicionais de cimento e cal, mesmo que possuam propriedades semelhantes (BARBOSA et al., 2011).

### **2.1.3 Graute**

Outro elemento importante é o graute que, de acordo com Canato (2015), corresponde a um concreto especial, composto por cimento, água, agregado miúdo, agregado graúdo de até 9,5 mm e cal ou aditivo que atribui trabalhabilidade. A quantidade de cal indicada de uso para dosagem do graute deve ser de até 10% do volume total de cimento. Esse componente, graute, possui alta fluidez e retenção de água de hidratação à mistura. Na alvenaria estrutural, é utilizado para preencher os furos dos blocos e envolver armaduras, assim ocorrendo uma melhor aderência das armaduras com o bloco de modo a formar um conjunto único. Além disso, aumenta a seção transversal dos blocos estruturais elevando a capacidade de resistência das tensões solicitadas sobre a parede.

A ABNT NBR 16868-1 (2020) apresenta valores de referência para resistência característica do graute em função da resistência do bloco considerado. Sabe-se que os valores sugeridos são válidos para geometrias indicadas e graute sem aditivos. Ainda especifica que a resistência à compressão deve ser igual ou superior a 15 MPa.

## 2.2 PRISMAS

A ABNT NBR 16868-1 (2020) define prismas como “corpos de prova obtidos pela superposição de blocos ou tijolos unidos por junta de argamassa”. Isto é, eles são simulações simplória e econômica para previsão das propriedades mecânicas de uma parede de alvenaria estrutural. A importância do comportamento desse elemento à compressão e a potencial correlação com outras características são o foco de inúmeras pesquisas no Brasil e no mundo.

Parafrazeando Fortes (2012), prismas são elementos de alvenaria, constituídos por dois ou mais blocos interligados por juntas de argamassa. Essa não pode conter espessura maior que 13 mm, pois implica na redução da resistência à compressão axial. E, menor que 7 mm, visto que pode ocasionar tensões de contato local que alteram o comportamento da alvenaria.

De Marco (2016) afirma que estudos empíricos para verificar a resistência à compressão da alvenaria estrutural, geralmente, decorrem por meio de análises de prismas. Essas análises são as bases para projetos estruturais, já que a relação prisma/parede é mais adequada do que bloco/parede.

### 2.2.1 Ensaio para determinar resistência à compressão de prisma

Diversos pesquisadores utilizam o ensaio de prismas para determinar a resistência à compressão da alvenaria. Utilizam-se esse devido serem mais rápidos e econômicos se comparados aos ensaios de paredes, os quais necessitam de uma estrutura laboratorial mais aparelhada.

A ABNT NBR 16868-3 (2020) especifica que o corpo de prova do ensaio é um prisma oco ou grauteado, composto por dois blocos principais sobrepostos e agrupado por uma junta de assentamento, conforme Figura 2.4. Ressalta-se que os prismas devem ser identificados, limpos e armazenados em ambiente que preserve suas características originais.

Figura 2.4 - Ensaio de prisma e capeamento do prisma



Fonte: Fortes (2012).

Sabe-se que a característica fundamental do ensaio é o mecanismo de carregamento do topo a base do corpo de prova. Por esse motivo, é necessário prever um capeamento capaz de fornecer uma superfície plana e lisa, e, também, uma espessura do prato da prensa capaz de transferir a carga por igual no prisma. Para mais, o capeamento do corpo de prova pode ser feito com uma fina espessura de argamassa, com materiais a base de enxofre ou colado como as bases de gesso (FORTES, 2012).

De acordo com Parsekian e Medeiros (2021), a resistência à compressão de prisma é dada em valor característico, ao invés de médio, tornando a norma de projeto e controle de obra compatível quanto às exigências. Destaca-se que em versões anteriores a norma de projeto especificava a resistência como média e o controle como resistência característica.

## **2.2.2 Fatores que influenciam na resistência do prisma**

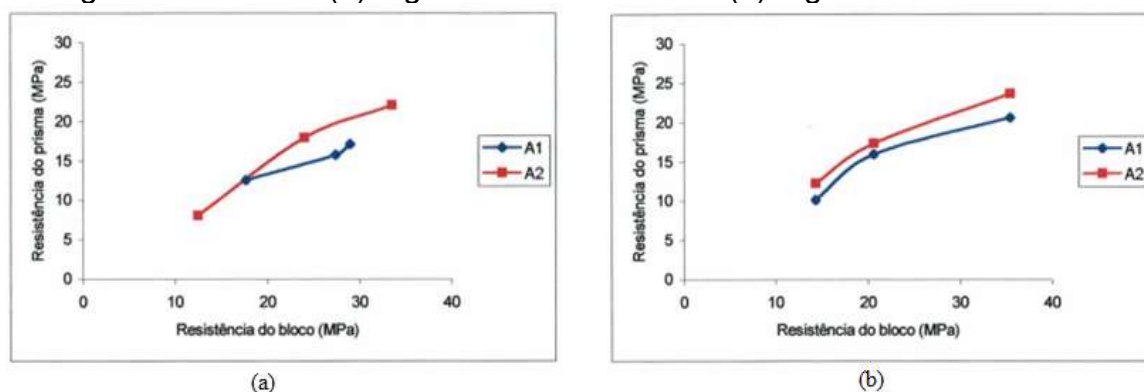
### **2.2.2.1 Bloco Estrutural**

Há diversos fatores que influenciam na resistência à compressão de prismas. Romagna (2000) realizou um estudo com a finalidade de estudar a influências dos constituintes da alvenaria na resistência de prismas de concreto grauteados e não grauteados. Para a avaliação do comportamento dos prismas, foram realizados ensaios de prismas de três blocos, sendo eles executados com: três tipos de blocos

(B1, B2 e B3), dois tipos de argamassa (A1 e A2), quatro tipos de graute (G1, G2, G3 e G4) e o sem graute.

A Figura 2.5 (a) mostra a influência da resistência do bloco para prisma não grauteado com argamassamento total para os dois tipos de argamassa e pode-se concluir que não houve diferença relevante entre os grupos de blocos, B2 e B3, indicando não haver influência da resistência à compressão do bloco na resistência do prisma oco. Já na Figura 2.5 (b), o qual apresenta as mesmas condições da Figura 2.5 (a), diferindo apenas no argamassamento lateral, conclui-se que houve diferença significativa entre os grupos de blocos utilizando os dois tipos de argamassa indicando, assim, que há influência da resistência do bloco na resistência do prisma não grauteado.

Figura 2.5 - Influência da resistência do bloco na resistência dos prismas não grauteados com: (a) argamassamento total e (b) argamassamento lateral



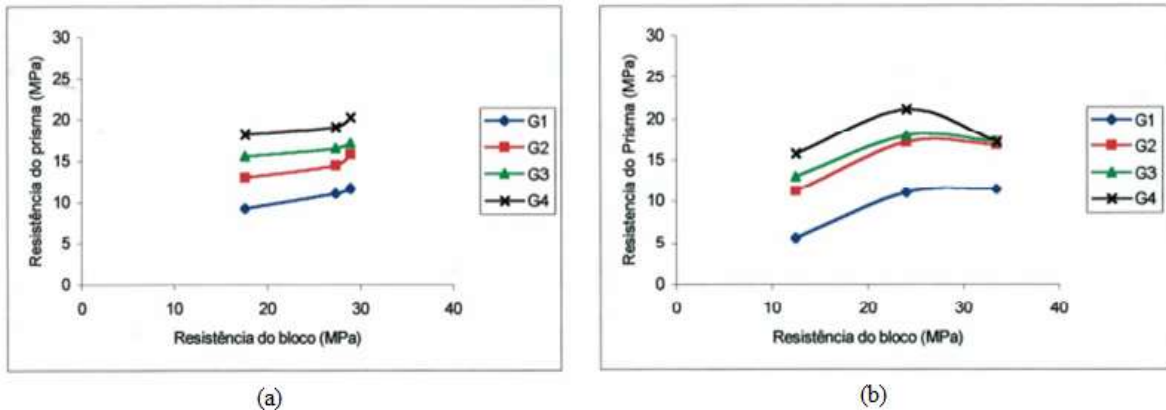
Fonte: Romagna (2000).

A Figura 2.6 (a) apresenta os resultados obtidos para os três grupos de blocos grauteados, com argamassamento total. As análises utilizando todos os tipos de graute (G1, G2, G3 e G4) resultaram que não houve diferença significativa entre os resultados obtidos entre os blocos, assim indicando que o aumento da resistência do bloco não influencia na resistência dos prismas em questão. E a partir disso, Romagna (2000), concluiu que a proporção em que se eleva a resistência do graute, quando se utiliza uma argamassa menos resistente (argamassa A1 para o estudo), não se obtém aumento da resistência nos prismas aumentando a resistência do bloco.

Já nas análises referentes à Figura 2.6 (b) os prismas grauteados com graute G1, G2 e G3 mostram que ocorreu um aumento na resistência deles com o aumento da resistência dos blocos até atingirem em torno de 23 Mpa, após tal valor não há aumento significativo da resistência do prisma cheio. Além disso, para os prismas

grauteados com graute G4 percebeu-se que com aumento da resistência do bloco inicialmente houve aumento da resistência do prisma e, posterior redução.

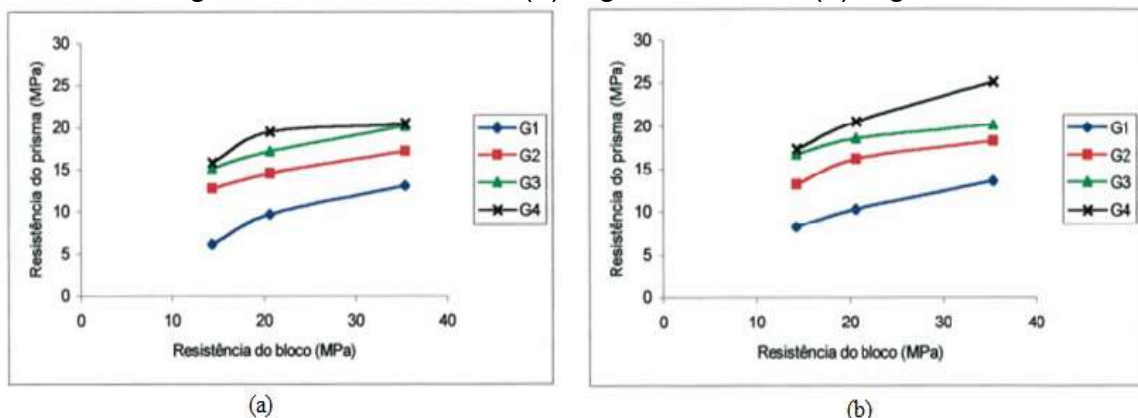
Figura 2.6 - Influência da resistência do bloco na resistência dos prismas grauteados com argamassamento total: (a) argamassa A1 e (b) argamassa A2



Fonte: Romagna (2000).

Na Figura 2.7 (a) pode ser observado que em prismas moldados com diferentes blocos e grautes e com argamassamento lateral utilizando argamassa A1, apenas os prismas com bloco B2 e B3, grauteados com graute G4, não obtiveram aumento de resistência do prisma com o aumento da resistência do bloco. A Figura 2.7 (b) mostra os resultados para os prismas grauteados com argamassamento lateral usando argamassa A2 e nesse caso apenas os prismas grauteado com G3 não tiveram diferença significativa. Logo, todos os outros tipos de graute há o incremento da resistência do prisma com o aumento da resistência do bloco, porém não é diretamente proporcional.

Figura 2.7 - Influência da resistência do bloco na resistência dos prismas grauteados com argamassamento lateral: (a) argamassa A1 e (b) argamassa A2



Fonte: Romagna (2000).

Comparando os resultados expostos acima, constatou-se, de maneira sintetizada, que para prismas não grauteados com argamassamento total e lateral, à proporção que se aumenta a resistência do bloco, aumenta-se a resistência do prisma. Porém, esse aumento de resistência não é diretamente proporcional nos dois elementos. E para prismas grauteados, conclui-se que ao passo que aumenta a resistência do graute, quando se usa argamassa pouco resistente, não se consegue o aumento da resistência do prisma elevando a resistência do bloco. Além disso, no caso de argamassamento lateral com graute, a utilização de blocos mais resistentes contribui para a resistência do prisma de maneira mais significativa que argamassamento total.

#### 2.2.2.2 Argamassa de Assentamento

Romagna (2000) afirma em sua pesquisa que a resistência à compressão da argamassa de assentamento, de uma forma geral, para prismas grauteados sua influência é menor importante do que para prismas não grauteados.

Mohamad (1998), em sua pesquisa sobre prismas não grauteados, aferiu que quando utilizou argamassa fraca, de resistência menor que a do bloco, houve um deslocamento na parte externas das paredes e a ruptura foi dúctil. Quando utilizou argamassa com mesma resistência do bloco na área líquida, a ruptura foi frágil, acontecendo no sentido da seção transversal do prisma. Concluindo, assim, que deve haver compatibilidade entre argamassa e o tipo do bloco, o autor recomenda que a resistência à compressão do bloco seja entre 0,7 e 1 vez a resistência à compressão do bloco na área bruta. Parsekian e Medeiros (2021) ou ABNT NBR 16868 (2020) recomenda que a resistência da argamassa seja entre 0,7 e 1,5 a resistência à compressão do bloco.

Outra influência que a argamassa, se diz a respeito da espessura da junta. Mohamad (1998) realizou testes em prismas de blocos de concreto com juntas de 7 e 10 mm. Concluindo que, com a diminuição da espessura da junta obteve-se um aumento na eficiência (relação prisma/bloco) da alvenaria em 34% e um aumento na resistência à compressão da alvenaria de 32,3%. Na Tabela 2.3, são mostrados os resultados.

Tabela 2.3 - Influência da espessura da junta na resistência do prisma

<b>Resistência das argamassas (MPa)</b>	<b>Resistência dos blocos (MPa)</b>	<b>Espessura das juntas (mm)</b>	<b>Resistência dos prismas (MPa)</b>	<b>Eficiência da alvenaria</b>
4,9	15,67	7	11,7	0,75
5,41	15,67	10	8,84	0,56

Fonte: Mohamad (1998).

A influência mútua da resistência do bloco e da argamassa nas propriedades mecânicas de prismas não grauteados foi observada em superfícies 3D e gráficos de contorno construídos usando o conjunto de dados revisados. Quando são utilizadas unidades de blocos de baixa resistência, o aumento da resistência da argamassa resulta em um aumento marginal na resistência dos prismas não grauteado, uma vez que a falha da unidade geralmente governa o modo de falha. Além disso, os ganhos de resistência à compressão de prismas não grauteados devido ao aumento da resistência do bloco foram menores quando se utilizaram argamassas de baixa resistência, uma vez que a ruptura é controlada principalmente pelo esmagamento da argamassa. A melhora do desempenho mecânica do prisma não grauteado foi observada graficamente quando a relação entre a resistência da argamassa e a resistência do prisma (área líquida) ficou entre 31,6% e 121,9%, situação em que a ruptura por tração das unidades da alvenaria foi o mecanismo de falha observado (NALON et al., 2022).

### 2.3 RELAÇÃO PRISMA/BLOCO

A relação entre prisma e bloco, também conhecida como fator de eficiência, é obtida pela relação entre o valor da resistência à compressão característica do prisma pelo valor da resistência à compressão característica do bloco. Como visto no item anterior, a resistência do bloco influencia diretamente na resistência do prisma, sendo assim o fator de eficiência um parâmetro importante de estudo.

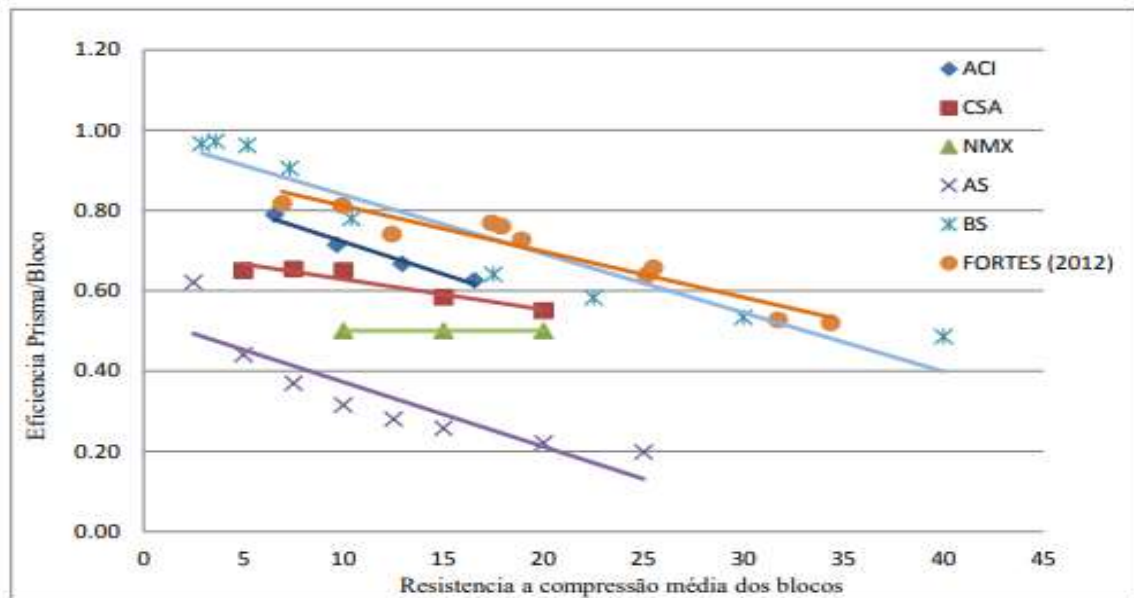
Parsekian e Medeiros (2021) afirmam que os valores sugeridos em normatizações são apenas indicativos e deve ser realizada, durante o controle da obra, a caracterização prévia dos materiais. E entende-se que essa relação é de



grande utilidade ao projetista para que se especifique no projeto os materiais adequados a serem utilizados nos empreendimentos.

Fortes (2012) comparou a eficiência para blocos de concreto em seu estudo com normas internacionais. A Figura 2.8 apresenta os resultados obtidos pelo autor.

Figura 2.8 - Gráfico de relações do fator de eficiência



Fonte: Fortes (2012).

A relação prisma/bloco é usada para definir qual o tipo de controle de obra, o qual deve ser realizado durante a construção de uma edificação. E conforme a Figura 2.8 observa-se que os valores obtidos em estudo são condizentes com os valores recomendados por normatizações internacionais.

Parsekian e Medeiros (2021) apresentam na Tabela 2.4 indicações de algumas relações entre as resistências prisma/bloco estimadas, considerando a resistência de blocos, argamassas e grautes.

Tabela 2.4 - Relação prisma/bloco

Resistência característica à compressão (MPa)					$f_{pk}/f_{bk}$	$f_{pk^*}/f_{bk}$
$f_{bk}$	$f_a$	$f_{gk}$	$f_{pk}$	$f_{pk^*}$		
3	4	15	2,4	4,8	0,8	2
4	4	15	3,2	6,4	0,8	2
6	6	15	4,5	7,9	0,75	1,75
8	6	20	6	10,5	0,75	1,75
10	8	20	7,0	12,3	0,7	1,75

A tabela continua na página seguinte.

Resistência característica à compressão (MPa)					$f_{pk}/f_{bk}$	$f_{pk^*}/f_{bk}$
$f_{bk}$	$f_a$	$f_{gk}$	$f_{pk}$	$f_{pk^*}$		
12	8	25	8,4	13,4	0,7	1,6
14	12	25	9,8	15,7	0,7	1,6
16	12	30	10,4	16,6	0,65	1,6
18	14	30	11,7	18,7	0,65	1,6
20	14	35	12,0	19,2	0,6	1,6
22	18	35	12,1	19,4	0,55	1,6
24	18	40	13,2	21,1	0,55	1,6

Observações:

Paredes com graute construídas com argamassa em toda face do bloco;

Blocos de 14 cm de espessura.

Fonte: adaptado de Parsekian e Medeiros (2021).

Ressalta-se que o apresentado na Tabela 2.4 é apenas uma sugestão, visto que a alvenaria é formada por diversos tipos de materiais e tem comportamento não homogêneo, e que cada caso deve ser avaliado de maneira individual por meio de ensaios ou pelo histórico do produto. Além disso, também ocorrem variações nos resultados, principalmente em blocos de qualidade questionável.

## 2.4 MODELOS DE CÁLCULO DA RESISTÊNCIA DA ALVENARIA

Apresentam-se neste item os modelos propostos por normas internacionais e artigos que visam à obtenção da resistência da alvenaria ou do prisma em função de parâmetros referentes a outros materiais.

### 2.4.1 Norma Americana

A TMS 602 (2021) apresenta a Tabela 2.5, a qual possui objetivo determinar a resistência à compressão da alvenaria estrutural de concreto a partir do conhecimento da resistência à compressão dos blocos estruturais e do tipo de argamassa. Ressalta-se que a junta de argamassa considerada, para a Tabela 2.5 ter validade, não pode exceder o valor de 15,9 mm.

Tabela 2.5 - Resistência à compressão da alvenaria com base na resistência à compressão das unidades de alvenaria de concreto e tipo de argamassa utilizada

Resistência à compressão de bloco de concreto – área líquida (MPa) <sup>1</sup>	Resistência à compressão da área líquida da ASTM C90 alvenaria de concreto (MPa)	
	Argamassa tipo M ou S	Argamassa tipo N
12,07	-	13,79
13,79	13,79	18,27
15,51	17,93	23,44
17,24	22,41	28,96
18,96	26,89	-
20,96	31,03	-

<sup>1</sup>Para unidades com menos de 102 mm de altura nominal, use 85% dos valores listados.

Fonte: Adaptado da TMS 602 (2021).

## 2.4.2 Norma Europeia

Para determinação da resistência característica à compressão da alvenaria simples, a EN 1996-1-1 (2020) – também chamada de Eurocode 6 – propõe equações que são baseadas na resistência à compressão do bloco, resistência média à compressão da argamassa e espessura da junta de argamassa. Além disso, há o fator  $K$  que é uma constante que depende do tipo de bloco e de argamassa, quando não os resultados dos ensaios não estão disponíveis.

A Equação 2.2 é utilizada para alvenaria com argamassa de uso geral e leve. Não se deve aplicar essa para alvenaria de pedra natural dimensionada, para tal aplica-se a Equação 2.3. Sendo todas realizadas com juntas de argamassa de 10 mm.

$$f_k = K \times f_b^{0,7} \times f_m^{0,3} \quad 2.2$$

$$f_k = K \times f_b^{0,7} \times f_m^{0,15} \quad 2.3$$

Para alvenaria com argamassa de camada fina, com juntas de espessura  $\geq 0,5$  mm e  $\leq 3$  mm e argila dos Grupos 1 e 4, aplica-se a Equação 2.4. E para alvenaria com juntas de mesma espessura, porém argila dos Grupos 2 e 3, utiliza-se a Equação 2.5.

$$f_k = K \times f_b^{0,85} \quad 2.4$$

$$f_k = K \times f_b^{0,7}$$

2.5

Em que:

$f_k$  é a resistência característica à compressão da alvenaria (MPa);

$K$  é uma constante, a qual seu valor é adquirido na Tabela 2.6;

$f_b$  é a resistência à compressão dos blocos (MPa);

$f_m$  é a resistência média à compressão da argamassa (MPa).

Tabela 2.6 - Valores de K para argamassas de uso geral, de camada fina e leve

Unidade de alvenaria		Argamassa de uso geral	Argamassa de camada fina	Argamassa leve de densidade	
				$600 \leq \rho_d \leq 800$ (kg/m <sup>3</sup> )	$800 \leq \rho_d \leq 1300$ (kg/m <sup>3</sup> )
Argila	Grupo 1	0,55	0,75	0,30	0,40
	Grupo 2	0,45	0,70	0,25	0,30
	Grupo 3	0,35	0,50	0,20	0,25
	Grupo 4	0,35	0,35	0,20	0,25
Silicato de cálcio	Grupo 1	0,55	0,80	‡	‡
	Grupo 2	0,45	0,65	‡	‡
Concreto agregado	Grupo 1	0,55	0,8	0,45	0,45
	Grupo 2	0,45	0,65	0,45	0,45
	Grupo 3	0,40	0,50	‡	‡
	Grupo 4	0,35	‡	‡	‡
Concreto aerado autoclavado	Grupo 1	0,55	0,80	0,45	0,45
Pedra manufaturada	Grupo 1	0,55	0,80	‡	‡
Pedra natural dimensionada	Grupo 1	0,70	0,75	‡	‡

‡ Combinação de argamassa/unidade normalmente não usada, portanto, nenhum valor fornecido.

Fonte: adaptado de EN 1996-1-1 (2020).

Ressalta-se que para prismas grauteados são utilizado as mesmas equações expostas acima, entretanto deve ser levado em consideração a seguinte nota descrita na norma, sendo ela: “Para alvenaria feita de argamassa de uso geral onde os Grupo 2 e 3 unem unidades de blocos de concreto são usados com seus furos completamente preenchidos de graute, o valor a ser utilizado em  $f_k$  deve ser

resistência à compressão média entre a resistência do bloco estrutural e a resistência do material que está preenchendo os furos, além disso os parâmetros do Grupo 1 que devem ser utilizados no modelo”.

### 2.4.3 Norma Australiana

A norma australiana AS-3700 (2015) estabelece que para a determinação do valor de resistência característica da alvenaria utilizadas no projeto estrutural devem ser baseados em resultados de ensaios, incluindo o caso de alvenaria especial, de corpo de prova feito com materiais de mesmas propriedades àqueles utilizados na obra. Define-se alvenaria especial como aquela construída com pedra natural.

Para alvenaria estrutural construída de argila, concreto ou unidades de silicato de cálcio, a resistência característica à compressão do projeto deve ser obtida pela Equação 2.6. O valor de  $f'_{mb}$  é calculado pela Equação 2.7.

$$f'_m = k_h \times f'_{mb} \quad 2.6$$

$$f'_{mb} = k_m \times \sqrt{f'_{uc}} \quad 2.7$$

onde:

$f'_m$  é a resistência característica à compressão da alvenaria (MPa);

$f'_{uc}$  é a resistência característica à compressão da unidade de alvenaria (MPa);

$k_h$  é o fator de espessura da junta, obtido pela Tabela 2.7;

$k_m$  é o fator de resistência à compressão, segundo a Tabela 2.8.

Tabela 2.7 - Valor do fator de espessura da junta de argamassa

<b>Razão entre altura da unidade de alvenaria e espessura da junta de argamassa</b>	0,0	3,3	7,6	9,0	11,9	16,2	19,0
<b>Fator de espessura da junta (k<sub>h</sub>)</b>	0,00	0,78	1,00	1,05	1,14	1,24	1,30

Fonte: adaptado de AS-3700.

Tabela 2.8 - Valor do fator de resistência à compressão

Unidade de alvenaria	Tipo de camada	Classe da argamassa **	Resistência característica à compressão da unidade ( $f'_{uc}$ )								Fator de resistência à compressão ( $k_m$ )
			5	10	15	20	25	30	40	≥50	
Cerâmica	Total	M2	2,5	3,5	4,3	4,9	5,5	6,0	7,0	7,8	1,1
		M3	3,1	4,4	5,4	6,3	7,0	7,7	8,8	9,9	1,4
		M4	4,5	6,3	7,7	8,9	10,0	10,9	12,7	14,1	2,0
	Lateral	M3	3,6	5,1	6,2	7,2	8,0	8,8	10,1	11,3	1,6
Concreto	Total	M3	3,1	4,4	5,4	6,3	7,0	7,7	8,8	9,9	1,4
	Lateral	M3	3,6	5,1	6,2	7,2	8,0	8,8	10,1	11,3	1,6
Silicato de cálcio	Total	M3	3,1	4,4	5,4	6,3	7,0	7,7	8,8	9,9	1,4
		M4	4,5	6,3	7,7	8,9	10,0	10,9	12,7	14,1	2,0

\* Interpolação linear pode ser utilizada.

\*\* Classificação da argamassa é dada pela Tabela 11.1 da norma australiana AS 3700.

Fonte: adaptado de AS-3700.

Para estimar a resistência à compressão de prismas grauteados, o procedimento é distinto ao apresentado para os prismas ocios. O procedimento, quando não houver ensaios, é feito a partir da Equação 2.8.

$$F_o = \varphi \left[ f'_m \times A_b + k_c \times \left( \frac{f'_{cg}}{1,3} \right)^{(0,55+0,005 \times f'_{cg})} \times A_g \right] \quad 2.8$$

Onde:

$\varphi$  é o fator de redução de capacidade,  $f'_m$  é resistência característica a compressão da alvenaria,  $k_c$  é o fator de compressão para o graute em solicitação de compressão,  $f'_{cg}$  é a resistência característica à compressão do graute;  $A_b$  é a área de assentamento da seção da alvenaria,  $A_g$  é a área dos furos.

#### 2.4.4 Norma Canadense

Assim como a Norma Americana – TMS 602 –, a Norma Canadense – CSA S304-14 (2013) – apresenta as estimativas de resistência à compressão de prismas conforme a Tabela 2.9. Essa apresenta a resistência dos prismas a partir do

conhecimento da resistência à compressão dos blocos estruturais e o tipo de argamassa utilizado.

Tabela 2.9 - Resistência à compressão da alvenaria com base na resistência à compressão das unidades de alvenaria de concreto e tipo de argamassa utilizada

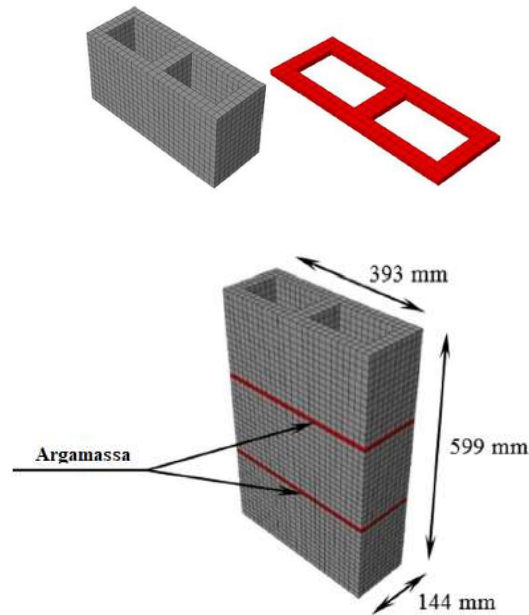
Resistência à compressão de bloco de concreto – área líquida (MPa)	Argamassa tipo S		Argamassa tipo N	
	Resistência de unidade de prisma oco (MPa)	Resistência de unidade de prisma grauteado (MPa)	Resistência de unidade de prisma oco (MPa)	Resistência de unidade de prisma grauteado (MPa)
30 ou mais	17,5	13,5	12	9
20	13	10	10	7,5
15	10	7,5	8	6
10	6,5	5	6	4,5

Fonte: Adaptado da CSA – S304-14 (2013).

#### 2.4.5 Álvarez-Pérez et al. (2020)

O estudo de Álvarez-Pérez et al. (2020) propõe expressão analítica para resistência à compressão para prismas de blocos de concreto vazados. Utilizou-se a técnica multifatorial para obtenção dos modelos matemáticos, visto a vantagem de análise das variáveis associadas aos modelos investigando a principal influência na interação entre os fatores analisados. Adotou-se a micro modelagem para simulação do prisma de bloco de concreto vazado no *software* ABAQUS (Figura 2.9), descrevendo assim os ensaios experimentais para os materiais: blocos argamassa e interface de blocos. Os prismas dos ensaios têm a dimensão de 393 mm x 600 mm x 144 mm (comprimento x altura x espessura), com uma junta de argamassa de 10 mm. Ademais, o comportamento estrutural do prisma foi obtido experimentalmente e assim sendo possível validar o modelo numérico.

Figura 2.9 - Malha de micromodelo para os prismas testados



Fonte: Álvarez-Pérez et al. (2020).

Após análises, Álvarez-Pérez et al. (2020) concluíram que parâmetros mais influentes para estimar a resistência da alvenaria são a resistência à compressão e a tração do bloco, além da altura da junta de argamassa. Propondo então a Equação 2.9.

$$\begin{aligned}
 |f'_m| = & 4,29767 \times f'_{cp} - 0,471467 \times f'_{cp}{}^2 + 0,218868 \times f'_{tp} \\
 & - 0,00902076 \times f'_{tp} \times h + 0,000294597 \times h^2 \\
 & - 0,00495695 \times h - 6,8462
 \end{aligned} \tag{2.9}$$

em que:

$f'_m$  é a resistência à compressão de prismas (MPa);

$f'_{cp}$  é a resistência à compressão do bloco (MPa);

$f'_{tp}$  é a resistência à tração do bloco (MPa);

$h$  é a espessura da junta de argamassa (mm).

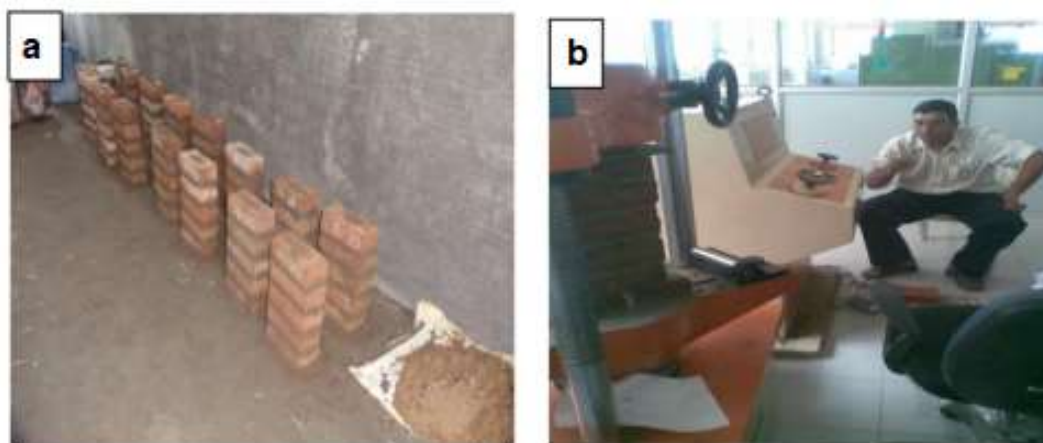


### 2.4.6 Kumavat (2016)

O estudo de Kumavat (2016) ocorreu por meio de uma investigação experimental das propriedades mecânicas de alvenaria de tijolos de argila por substituição parcial de agregado fina por resíduos de tijolos. E a partir dos dados experimentais de resistência à compressão foi possível calcular o módulo de elasticidade dos tijolos, da argamassa e dos prismas.

Os prismas utilizados no estudo em questão eram de dimensões 210 mm x 95 mm x 340 mm, preparados com alvenaria de barro de dimensão 210 mm x 95 mm x 60 mm e argamassa grau 1:4 com 0, 10, 20, 30 e 40% de substituição de areia por um resíduo de tijolo de barro (Figura 2.10). A espessura da junta de argamassa de 10 mm foi usada para todos os prismas. O estudo experimental de Kumavat (2016) foi realizado ensaio de compressão axial dos prismas com razão altura/espessura de 3,58, conforme sugerido pela Norma Indiana de 1987.

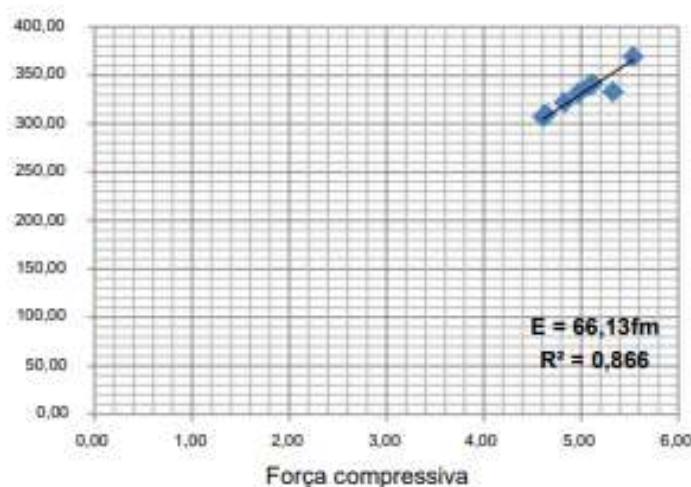
Figura 2.10 - (a) Prisma de alvenaria de tijolo de barro e (b) Ensaio de resistência à compressão do prisma



Fonte: Kumavat (2016).

A resistência à compressão dos prismas de alvenaria de tijolo variou na faixa de 4,6 MPa e 5,53 MPa por 28 dias (conforme a Figura 2.11), com a substituição parcial do agregado miúdo por resíduo de tijolo de barro na argamassa, a capacidade de carga foi aumentada. E a substituição que teve maior acréscimo foi à de 20%. Sendo interessante, pois se usado à técnica em obra, o custo da construção pode ser reduzido, devido ao fato de os tijolos de barro serem facilmente disponíveis em canteiros e fábricas.

Figura 2.11 - Resistência à compressão x Módulo de Elasticidade (28 dias)



Fonte: Kumavat (2016).

E, posteriormente, foi proposto um modelo analítico, Equação 2.10, para obtenção da resistência à compressão da alvenaria de tijolos de argila que é função das resistências dos tijolos e da argamassa.

$$f'_m = 0,69 \times f_b^{0,6} \times f_m^{0,35} \quad 2.10$$

Nesta equação:

$f'_m$  é a resistência à compressão de prismas (MPa);

$f_b$  é a resistência à compressão dos blocos (MPa);

$f_m$  é a resistência à compressão da argamassa (MPa).

Em geral, a resistência do tijolo é, geralmente, maior que a resistência da argamassa, portanto o expoente referente ao bloco deve ser maior que o expoente referente à argamassa, conforme relatado pelo autor e suas experiências. No entanto, a resistência axial da alvenaria estudada é calculada com base em estudos experimentais, desse modo o valor 0,69 da Equação 2.10 foi obtido por métodos de mínimos quadrados de análise de regressão.

A adequação do modelo proposto foi examinada comparando-o com: curvas experimentais do estudo e curvas experimentais de Sarangpani et al. (2002). A Tabela 2.10 mostra a comparação de resultados experimentais com previsões analíticas, que exhibe uma correspondência próxima entre as curvas analíticas e experimentais.

Tabela 2.10 - Comparação entre resultados experimentais com previsões analíticas

Pesquisa	Resultados experimentais		Resultados previstos
	$f_b$	$f_m'$	Kumavat (2016)
Kumavat (2016)	3,96	4,61	4,87
	3,96	4,64	4,9
	3,96	5,54	5,1
	3,96	5,12	4,96
	3,96	4,83	4,87
Sarangpani et al. (2002)	10,7	2,9	4,69
	10,7	3,2	6,54

Fonte: Adaptado de Kumavat (2016).

Dessa maneira, conclui-se que o modelo analítico proposto prevê com sucesso as resistências do prisma e os valores de deformação de pico com uma razoável precisão. Kumavat (2016) ressalta que Sarangpani et al. (2002) utilizaram tijolos macios e fracos em seu estudo experimental, dessa forma, a resistência do prisma relatada em seu estudo também é menor.

#### 2.4.7 Jaber (2010)

Com o intuito de estudar a influência da altura do prisma e do gráfico tensão x deformação no comportamento da alvenaria, Jaber (2010) produziu e ensaiou diversos prismas de bloco estrutural de concreto e cerâmicos, tanto grauteados quanto não grauteados. Os prismas tinham a altura de 367 mm a 640 mm. A resistência à compressão dos elementos estudados era:

- Resistência à compressão média do bloco de concreto = 17,81 MPa (área líquida);  
Resistência à compressão média do bloco cerâmico = 18,10 MPa (área líquida);
- Resistência à compressão da argamassa de assentamento = 20,70 MPa e 25,60 MPa;
- Resistência à compressão do graute = 20,30 MPa.

Ademais, a relação h/t dos prismas foi de 1,51 e 3,2. A partir disso, o autor propôs a Equação 2.11 para estimar o valor da resistência à compressão da alvenaria.

$$f_k = 0,63 \times f_b^{0,49} \times f_a^{0,32} + 0,5 \times f_g^{0,3} \quad 2.11$$

O autor ainda observou que com o aumento na altura do prisma, houve uma redução de cerca de 30% na resistência à compressão da alvenaria. Além disso, investigou um comportamento semelhante no gráfico tensão x deformação para a alvenaria grauteada ou não e conforme sua observação experimental foi proposto que o módulo de elasticidade da alvenaria fosse determinado como sendo 850 vezes a resistência à compressão da alvenaria.

#### **2.4.8 Fortes et al. (2014)**

Algumas normativas existentes, como TMS 602 (2021) e CSA S304 (2013), são limitadas por não apresentarem valores de resistência à compressão para prismas confeccionados com blocos de alta resistência. Dessa maneira, e de acordo com a necessidade do mercado de utilizar tais blocos, Fortes et al. (2014) testaram 96 prismas construídos com blocos de concreto com faixa de resistência de moderada a alta considerando a área líquida, sendo elas 21.6, 27.0, 37.8, 38.9, 41.1, 55.4, 69.0, 74.7 MPa, combinados com argamassa e graute de resistência variável. Cada prisma foi montado com dois blocos de dimensão 14 cm x 19 cm x 39 cm. Prismas ocos e grauteados foram testados, obtendo posteriormente relações para estimar a resistência de prismas a partir do valor da resistência do bloco.

Em suma, concluiu-se que os testes realizados para resistência à compressão de blocos baixa e moderada (resistência inferior a 40 MPa para área líquida e aproximadamente 20 MPa para área bruta) são comparáveis ao relatados por pesquisadores que os autores comparam. E que os prismas grauteados são menos eficientes se comparada aos prismas ocos, sendo aproximadamente 10 % menos eficiente para blocos de baixa e moderada resistência e essa ineficiência aumenta para altas resistência chegando a 25%.

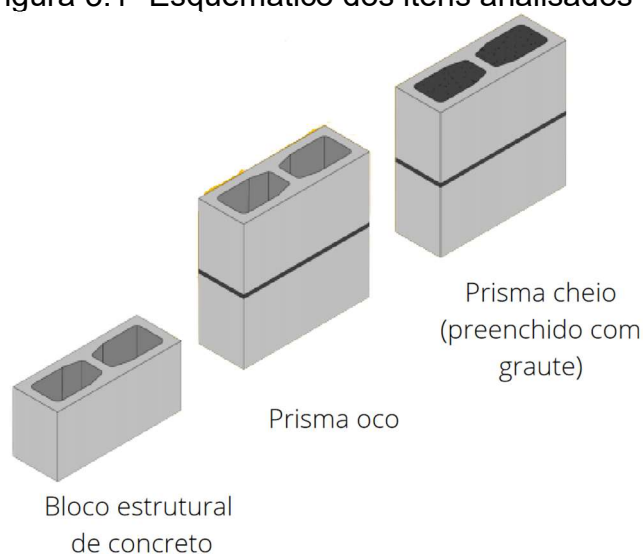
### 3 ESTUDO DE CASO

A pesquisa a ser realizada classifica-se como uma pesquisa descritiva, visando a análise de um conjunto de relatórios de ensaios dos elementos da alvenaria estrutural, disponibilizados por empresas brasileiras produtoras de alvenaria estrutural e construtoras do ramo, a fim de propor recursos para estimar a resistência de prismas ocios ou cheios a partir da resistência do bloco estrutural de concreto e outros parâmetros influentes.

#### 3.1 BANCO DE DADOS

Para a realização da pesquisa, foi necessário coletar uma ampla quantidade de dados a fim de permitir análises estatísticas com níveis de confiança satisfatórios. Foi elaborado um banco de dados (Apêndice A) contendo os valores de ensaios de resistência à compressão dos seguintes elementos: blocos, prismas ocios, prismas grauteados, graute e argamassa. A Figura 3.1 apresenta os elementos estudados, que incluem bloco estrutural de concreto, prisma ocio (composto por dois blocos estruturais de concreto unidos por uma junta de argamassa) e prisma cheio (formado por dois blocos estruturais de concreto unidos por uma junta de argamassa, com seus furos preenchidos com graute).

Figura 3.1- Esquemático dos itens analisados



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Todas as informações contidas no banco de dados foram obtidas a partir de relatórios de ensaios realizados por empresas produtoras de bloco estruturais de concreto e construtoras do ramo de alvenaria estrutural. Ou seja, foram fornecidos para o estudo os itens elencados a seguir:

- Resistência de bloco, prisma oco, prisma cheio, argamassa e graute ( $f_b$ ,  $f_p$ ,  $f_{p^*}$ ,  $f_a$  e  $f_g$ , respectivamente);
- Quantidade de exemplares de cada ensaio;
- Resultados individuais dos corpos de prova;
- Dimensão padrão do bloco: 14 cm x 29 cm, 14 cm x 39 cm ou 19 cm x 39 cm.

Os blocos considerados para o estudo e os outros materiais seguem as normas brasileiras vigentes que definem as geometrias dos blocos e prismas, resistências mínimas dos elementos, traços adequados para materiais como graute e argamassa e métodos de ensaios. Como exemplo, pode-se citar a ABNT NBR 16868 (2020), ABNT NBR 6136 (2016), ABNT NBR 15270 (2017) que possuem até três partes, abordando sobre alvenarias estruturais, blocos de concreto e componente cerâmico, respectivamente.

O banco de dados é composto por 875 contribuições de empresas, sendo elas compostas por no mínimo 6 e no máximo 19 corpos de prova para determinação da resistência de cada um dos elementos. Totalizando assim em 875 amostras de ensaios compostos por: 5381 ensaios de bloco estrutural de concreto, 5514 ensaios de prisma oco, 6905 ensaios de prisma grauteado, 5248 ensaios de argamassa e 4378 ensaios de graute. Ressalta-se que algumas contribuições não apresentaram resultados de prismas ocos ou cheios, porém mesmo assim foram considerados no estudo.

É de conhecimento que as normativas brasileiras indicam que para blocos e prismas deve-se utilizar a resistência à compressão características. Entretanto, calculou-se com base nos relatórios resistências características e médias para blocos e prismas, a fim de realizar análises estatísticas com os dois e averiguar qual apresenta resultados mais eficientes.

Após as considerações acima, realizou-se uma verificação do coeficiente de variação (COV) das amostras, sendo desconsiderados casos com COV superior a 20%, como demonstrado no estudo de Jaquadre (1971) e como especificado na ABNT NBR 16868-1 (2020).

Além disso, para a análise dos prismas ocos, foram desprezados os resultados em que a resistência média da argamassa resultou menor que 4 MPa, valor sugerido como mínimo pela ABNT NBR 16868-1 (2020), e aqueles que estavam fora do intervalo de  $0,7f_{bk}$  e  $1,5f_{bk}$ . Para prismas cheios, foram desprezados os resultados cuja resistência do graute foi menor que 15 MPa e valendo, também, a premissa relacionada a resistência da argamassa.

Foram realizados modelos gerais e modelos onde as amostras foram separadas em três faixas, a partir da resistência média dos blocos estruturais de concreto, sendo elas: 1ª faixa (até 8 MPa), 2ª faixa (8 a 18 MPa) e 3ª faixa (acima de 18 MPa).

### 3.2 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O estudo do banco de dados seguiu uma abordagem quantitativa, onde análises estatísticas foram empregadas para criar modelos representativos da resistência de prismas ocos e grauteados em relação às variáveis relacionadas. Os modelos gerais, sem subdivisões em faixas, foram construídos com abordagens lineares, com a opção de inclusão ou exclusão do intercepto, para capturar as relações subjacentes. Esses mesmos modelos foram avaliados usando tanto a resistência média quanto a característica, permitindo a escolha do modelo mais adequado para prosseguir com a investigação.

Para os casos em que se separou os dados em faixas de resistência, os modelos adotados seguiram abordagens lineares, com e sem a consideração do intercepto, e alternativas modelos de correlação exponencial.

Foi realizada a avaliação dos níveis de confiança dos parâmetros do modelo por meio de testes como R-quadrado e os critérios de AIC, BIC, que são ferramentas estatísticas amplamente reconhecidas na análise de modelos. Esses testes desempenham um papel crucial na verificação da significância estatística dos parâmetros estimados, permitindo-nos determinar se as relações identificadas são estatisticamente relevantes.

Vale ressaltar que o teste de R-quadrado funciona da seguinte maneira: ele mede a proporção da variabilidade dos dados que é explicada pelo modelo. Quanto

mais próximo o valor de R-quadrado estiver de 1, maior será a capacidade do modelo de explicar a variabilidade dos dados (SHIMAKURA, 2006).

Além disso, os critérios de informação AIC (Critério de Informação de Akaike) e BIC (Critério de Informação Bayesiana) desempenham um papel crucial na seleção do melhor modelo entre várias opções. O AIC leva em consideração a qualidade do ajuste e a complexidade do modelo, buscando um equilíbrio entre esses dois fatores. Por outro lado, o BIC adiciona uma penalização adicional à complexidade do modelo, incentivando a escolha de modelos mais simples quando a quantidade de dados é limitada (BURNHAM e ANDERSON, 2004).

Ambos os critérios, AIC e BIC, são interpretados da seguinte maneira: quanto menor o valor, melhor é o ajuste do modelo aos dados, levando em consideração a complexidade. Eles são particularmente úteis para modelos com um número adequado de dados, neste trabalho foi considerado um mínimo de 100 dados para que se aplicasse os critérios.

Para garantir uma estimativa mais robusta e confiável da resistência, foi introduzido um fator de ajuste nos modelos. Esse fator, derivado do estudo de Gayed e Korany (2011) e Ross e Korany (2012), é calculado para proporcionar uma confiança de 95% nas estimativas. O cálculo desse fator de ajuste é realizado da seguinte maneira: é associado a uma margem de segurança por meio da definição de um limite inferior de confiança, o qual é calculado subtraindo 1,65 vezes o desvio padrão ( $d$ ) da média aritmética dos valores de resistência experimental em relação à resistência teórica. Esse procedimento, que segue uma abordagem amplamente reconhecida, fortalece a validade das estimativas obtidas para a resistência dos prismas ocós e grauteados.

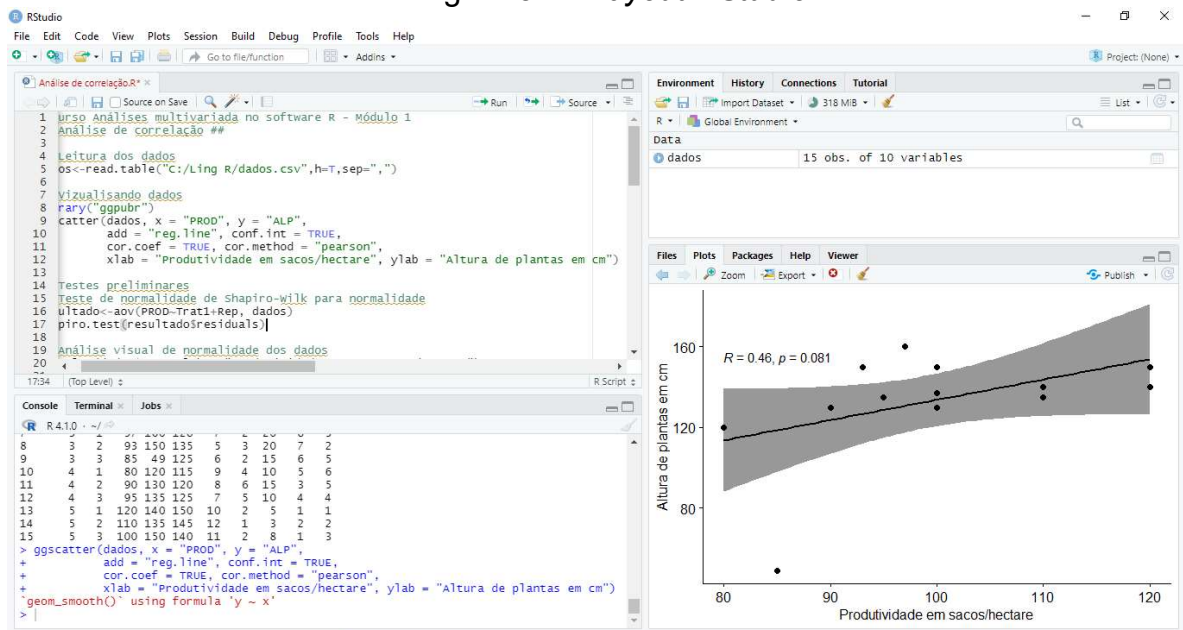
Para validar o estudo, foi conduzida uma análise comparativa dos modelos propostos com os modelos estabelecidos nas principais normas de projeto. Isso permitiu avaliar a eficácia e confiabilidade dos modelos propostos em relação aos modelos normativos, altamente conceituados e reconhecidos no meio científico e no meio produtivo.



### 3.3 SOFTWARE

Para o tratamento dos dados e análises estatísticas foi utilizado a linguagem de programação R e o *software RStudio*, que é livre e possui *layout* conforme Figura 3.2. A partir dessas ferramentas será possível propor subsídios para estimar o  $f_p$  e  $f_{p^*}$  a partir de  $f_b$ ,  $f_a$  e  $f_g$ .

Figura 3.2 - *Layout RStudio*



Fonte: RStudio (2023).

Igualmente ao *software R*, o *RStudio* é expansível com uso de pacotes. Esses são bibliotecas de funções específicas que possibilitam criação de gráficos singulares e técnicas estatísticas particulares. E, no programa há um conjunto básico de pacotes já incluso.

Abaixo, descreve-se alguns dos pacotes utilizados para elaboração do estudo:

- **ggplot2**, para produção de gráficos baseados em camadas, sendo esse pacote produto do doutorado de Wickham (2016);
- **pacman**, gerenciador de pacotes que combina “funcionalidade de funções de nível inferior que podem acelerar o fluxo de trabalho” (RINKER e KURKIEWICZ, 2017);
- **nlstools**, pacote com diversas ferramentas para aferir a qualidade de ajuste do modelo não linear gaussiano (BATY et al., 2015).

- **nls2**, pacote com funções específicas que adiciona força bruta e valores iniciais a regressão não linear (GROTHENDIECK, 2013).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 FILTRO BANCO DE DADOS

Para obtenção dos resultados almejados, foi necessário um minucioso filtro no banco de dados. Como citado anteriormente, houve 875 contribuições de empresas, sendo elas compostas por no mínimo 6 e no máximo 19 corpos de prova para determinação da resistência de bloco, argamassa, prisma oco, graute e prisma cheio.

Com base nos relatórios calculou-se as resistências características e médias dos blocos e prismas, para ser feita a análise das duas maneiras. Portanto, foram feitos filtros tanto no banco de dados com valores característicos quanto médios. Na Tabela 4.1, observa-se a quantidade de itens filtrados.

Tabela 4.1 - Filtros no banco de dados

<b>Total</b>		<b>875</b>
<b>Filtros (dados excluídos)</b>	Variação maior que 20% - bloco estrutural	10
	Variação maior que 20% - prisma oco	10
	Variação maior que 20% - prisma grauteado	2
	Graute ( $f_{g,k} < 15$ MPa)	105
	Argamassa ( $f_a < 4$ MPa; $f_a < 0.7f_{b,k}$ ; $f_a > 1.5f_{b,k}$ )	303
<b>Total depois dos filtros</b>		<b>559</b>

### 4.2 ANÁLISE DA INTERDEPENDÊNCIA DE $f_b/f_p$ PARA CADA DIMENSÃO DE BLOCO

Após a fase de filtro, realizou-se análise da interdependência de  $f_b/f_p$  para cada dimensão de bloco. Sendo possível identificar se as médias dos grupos diferem significativamente entre elas, verificando, assim, se as análises posteriores podem ser feitas considerando todas as dimensões de blocos agrupadas ou não. Ressalta-se que após os filtros dos agrupamentos de dados, restaram 9 de blocos 14 cm x 29 cm, 489 de blocos 14 cm x 39 cm e 61 de blocos 19 cm x 39 cm.

A análise da interdependência de  $f_b/f_p$  foi feita por meio de uma Análise de Variância ou como amplamente conhecida ANOVA. Sabe-se que essa análise compara as variâncias entre as médias de grupos diferentes e seu resultado é obtido por meio da observação do *valor-p*. Quando o *valor-p* é maior que 0,05 significa que não há diferença significativa entre os grupos, que também podem ser chamados de tratamentos. Na Tabela 4.2 é apresentado os resultados da ANOVA utilizando as resistências características dos prismas e blocos e na Tabela 4.3, resistências médias.

Tabela 4.2 - ANOVA  $f_{pk}/f_{bk}$ 

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	Estatística F	Valor-p
Tratamentos	2	0,2647	0,1323	7,58	0,0005633
Resíduos	556	9,7072	0,0174	-	-
Total	558	9,9720	-	-	-

Tabela 4.3 - ANOVA  $f_p/f_b$ 

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	Estatística F	Valor-p
Tratamentos	2	0,3940	0,1970	14,56	6,87E-07
Resíduos	556	7,5239	0,0135	-	-
Total	558	7,9179	-	-	-

Observando o *valor-p* apresentado na Tabela 4.2 e na Tabela 4.3, percebe-se que há diferença entre os tratamentos. Após essa conclusão, realizou-se a ANOVA considerando a separação de faixas de resistência. Mostra-se na Tabela 4.4 e na Tabela 4.5 a quantidade de dados de blocos de 14 cm x 29 cm, 14 cm x 39 cm e 19 cm x 39 cm em cada faixa de resistência.

Tabela 4.4 - Faixas de resistências características

Faixas de resistência característica	Dimensão dos blocos (cm)		
	14 x 29	14 x 39	19 x 39
Faixa 1	2	102	4
Faixa 2	6	263	34
Faixa 3	1	124	23

Tabela 4.5 - Faixas de resistências médias

Faixas de resistência média	Dimensão dos blocos (cm)		
	14 x 29	14 x 39	19 x 39
Faixa 1	1	61	3
Faixa 2	6	284	35
Faixa 3	2	144	23

Com a separação feita, realizou-se a ANOVA por faixas (Tabela 4.6). Com a finalidade de saber se ao considerar um grupo mais restrito ainda irá haver diferenças entre os tratamentos.

Tabela 4.6 – ANOVA por faixas de resistência

Faixa	Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadra do médio	Estatística F	Valor-p
1 – Resistência característica	Tratamentos	2	0,2898	0,1449	6,13	0,003027
	Resíduos	105	2,4810	0,0236	-	-
	Total	107	2,7708	-	-	-
1 – Resistência média	Tratamentos	1	0,5816	0,5816	46,58	4,322E-09
	Resíduos	62	0,7743	0,0124	-	-
	Total	63	1,3560	-	-	-
2 – Resistência característica	Tratamentos	2	0,1888	0,0944	5,35	0,005185
	Resíduos	300	5,2898	0,0176	-	-
	Total	302	5,4786	-	-	-
2 – Resistência média	Tratamentos	2	0,2216	0,1108	6,98	0,00107
	Resíduos	322	5,1079	0,0158	-	-
	Total	324	5,3296	-	-	-
3 – Resistência característica	Tratamentos	1	0,1529	0,1529	16,75	7,055E-05
	Resíduos	145	1,3242	0,0091	-	-
	Total	146	1,4772	-	-	-
3 – Resistência média	Tratamentos	1	0,0992	0,0496	7,45	0,0007958
	Resíduos	166	1,1051	0,0066	-	-
	Total	168	1,2043	-	-	-

Mesmo após a separação de faixa, constatou-se que o *valor-p* resultou em valores que levam a conclusão de que há diferença entre os tratamentos. Isso pode ter ocorrido devido ao tamanho de cada grupo ser distinto um do outro, como os blocos de dimensão 14 cm x 29 cm que há poucos exemplares no banco de dados.

Confirmando a conclusão acima, Ferreira e Patino (2015) comentam que o *valor-p* indica a probabilidade de uma diferença tão grande ou maior do que a que foi observada sob hipótese nula, porém se o novo grupo (tratamento) tiver um efeito de tamanho menor, um estudo com amostra sucinta pode não ter poder suficiente para detectá-lo.

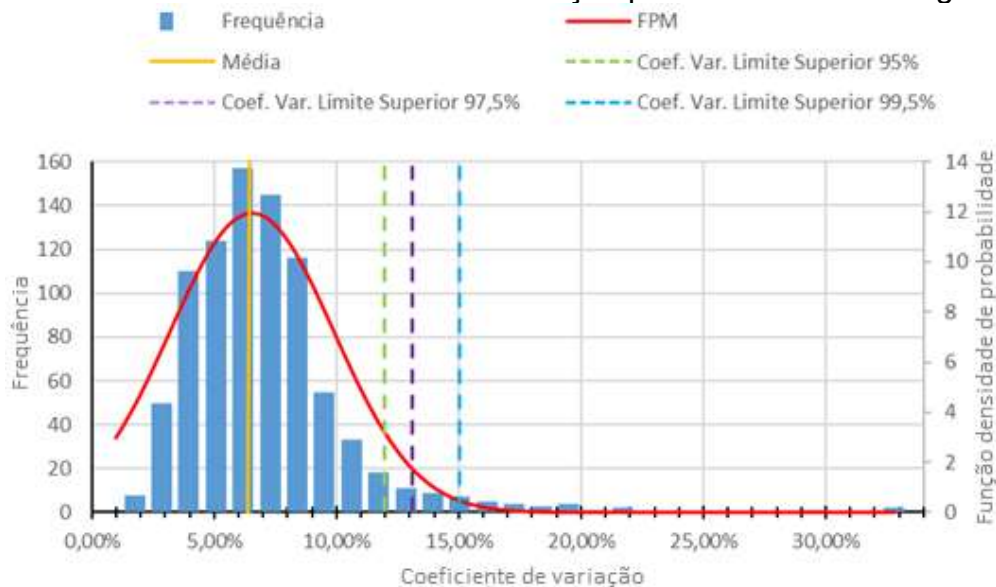
Dessa forma, para prosseguir o estudo preferiu-se realizar as análises sem separar por dimensão de blocos e, por fim, criar modelos que abrangem os parâmetros dos três blocos de dimensões distintas.

#### 4.3 ENTRADA DOS DADOS NOS MODELOS

Para formular os modelos, realizou-se análises dos modelos gerais com resistências características e médias, a fim de determinar qual é o mais adequado para prosseguir os estudos por faixas. Para aplicar os modelos gerados, recomenda-se, neste estudo, utilizar valores característicos de resistência para blocos e graute, enquanto uma análise específica será realizada para a argamassa.

De acordo com Fernandes (2022), que também utilizou os dados mencionados neste estudo, foi obtido o seguinte gráfico de coeficiente de variação, conforme ilustrado na Figura 4.1.

Figura 4.1 – Gráfico de coeficiente de variação para os ensaios de argamassa



Fonte: Adaptado de Fernandes (2022).

Foi adotado o uso de um coeficiente de variação limite superior de 99,5%. Na Figura 4.1, é possível observar um desvio padrão de aproximadamente 15%. Com base nesse valor observado, os coeficientes de variação do banco de dados são menores do que o valor de 20% estabelecido pela normativa brasileira e pelo estimador de Jaquadre (1972).

Assim, utilizou-se a fórmula  $f_k = f_m - 1,65 * s_d$ , que é utilizada para blocos quando o valor do desvio-padrão da fábrica é conhecido (ABNT NBR 6136, 2016), e aplicou-se essa fórmula à argamassa. Sabendo que o coeficiente de variação é a relação entre o desvio padrão e a média da resistência, manipulou-se a equação da norma para chegar ao valor da resistência característica, que é igual a 0,75 vezes a resistência média. Portanto, para a argamassa, a resistência será multiplicada pelo valor 0,75. E para facilitar esse cálculo, esse valor já foi incorporado nos modelos gerados, indicando-se, assim, a entrada das resistências médias da argamassa.

#### 4.4 MODELOS PROPOSTOS SEM SEPARAÇÃO POR FAIXAS

Inicialmente, desenvolveu-se modelos lineares abrangentes para estimar a resistência de prismas vazados e prismas grauteados, sem levar em consideração a divisão em faixas de resistência. Em um dos modelos, utilizou-se a resistência característica do bloco, do graute e do prisma como variáveis, enquanto no outro as resistências médias dos elementos.

Para os modelos de estimativa da resistência do prisma vazado, incluiu-se um modelo com intercepto e outro sem intercepto, com a resistência à compressão do bloco e da argamassa como covariáveis. No caso dos prismas grauteados, também foi desenvolvido um modelo com intercepto e outro sem intercepto, utilizando como covariáveis as resistências à compressão do bloco, da argamassa e do graute.

##### 4.4.1 Modelos utilizando resistências características

Utilizando os itens com as resistências características, chegou-se a Equações 4.1 e 4.3 para estimar a resistência do prisma oco e a Equações 4.2 e 4.4 para estimar a resistência do prisma grauteado. Os limites inferior e superior da resistência do bloco foi, respectivamente, 4,8 MPa e 34,26 MPa. E da argamassa foi 4,02 MPa e 35,4 MPa. E a máxima resistência do graute foi de 50,78 MPa.

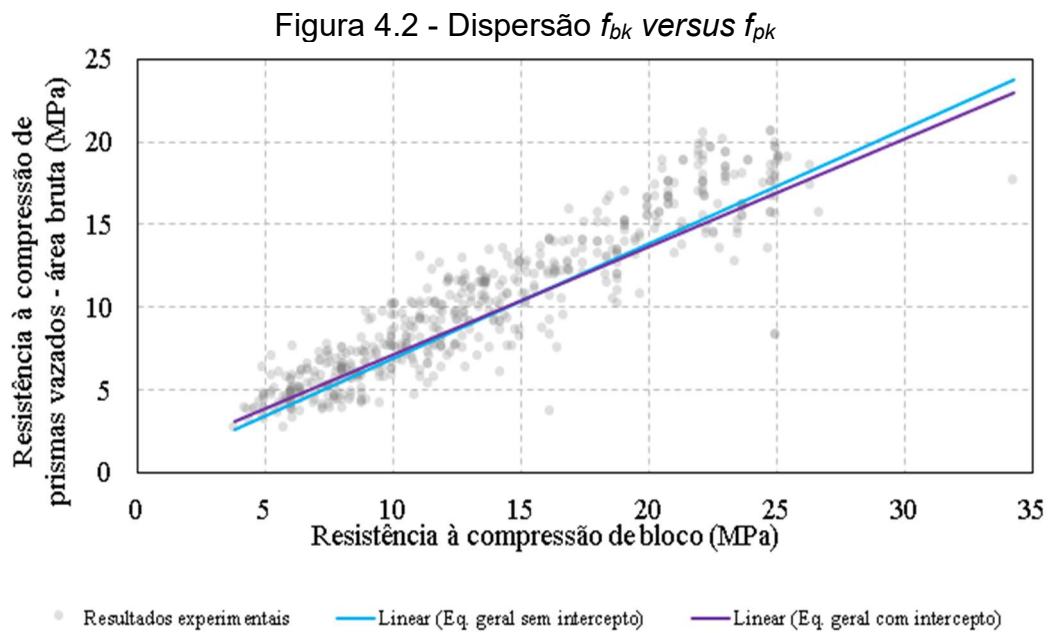
$$f_{p,k} = 0,6353 + 0,4882 \times f_{b,k} + 0,147 \times f_a \quad 4.1$$

$$f_{p,k}^* = -4,7327 + 0,3936 \times f_{b,k} + 0,135 \times f_a + 0,4129 \times f_{g,k} \quad 4.2$$

$$f_{p,k} = 0,529 \times f_{b,k} + 0,146 \times f_a \quad 4.3$$

$$f_{p,k}^* = 0,094 \times f_{b,k} + 0,146 \times f_a + 0,409 \times f_{g,k} \quad 4.4$$

A Figura 4.2 mostra um gráfico de dispersão de maneira a comparar o banco de dados em relação às estimativas da Equações 4.1 e 4.3, assim verificando os seus comportamentos.



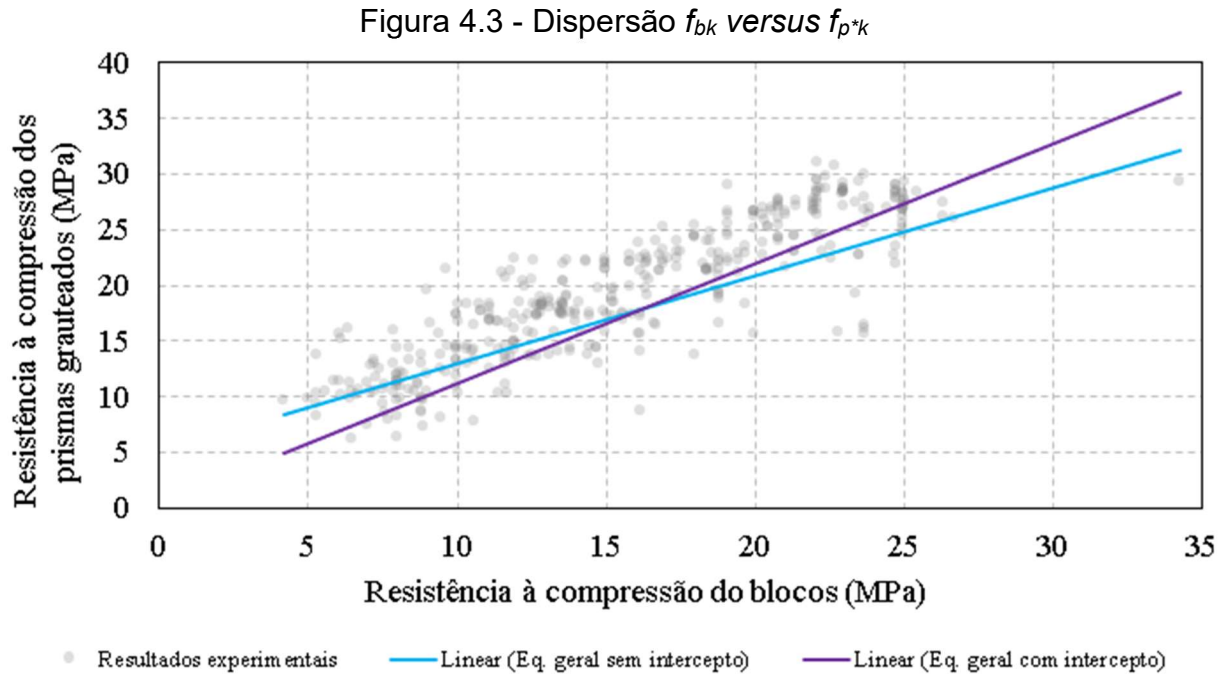
Na Tabela 4.7 têm-se as significâncias das variáveis das Equações 4.1 e 4.3. Os códigos utilizados para a significância seguem a seguinte referência, onde o mais significativo (\*\*\*) ao menos significativo (espaço vazio). A sequência completa, em ordem decrescente de significância é de 0 (\*\*\*), 0.001 (\*\*), 0.01 (\*), 0.05 (.), 0.1 (vazio). Além disso, na Tabela 4.7 foi apresentado o R-quadrado das Equações 4.1 e 4.3.

Tabela 4.7 – Significância e R-quadrado

Variáveis	Significância	
	Equação 4.1	Equação 4.3
Intercepto	***	-
$f_{b,k}$	***	***
$f_a$	***	***
R-quadrado	0,875	0,929



Já as análises das Equações 4.2 e 4.4 são referentes à estimativa da resistência do prisma cheio, a Figura 4.3 mostra um gráfico de dispersão de maneira a comparar o banco de dados em relação às estimativas.



Na Tabela 4.8 têm-se as significâncias das variáveis das Equações 4.2 e 4.4 e, também, foi apresentado o R-quadrado das equações.

Tabela 4.8 - Significância e R-quadrado

Variáveis	Significância	
	Equação 4.2	Equação 4.4
Intercepto	***	-
$f_{b,k}$	***	Vazio
$f_a$	**	**
$f_{g,k}$	***	***
R-quadrado	0,785	0,802

Após realizada das análises, verificou-se que os modelos sem intercepto apresentaram valores de R-quadrado mais próximos de 1, o que sugere que esses modelos se ajustaram de forma mais eficaz aos dados.

#### 4.4.2 Modelos utilizando resistências médias

Utilizando os elementos com as resistências médias, chegou-se a Equações 4.5 e 4.7 para estimar a resistência do prisma oco e a Equações 4.6 e 4.8 para estimar a resistência do prisma grauteado. Os limites inferior e superior da resistência do bloco foi, respectivamente, 5,35 MPa e 34,36 MPa. E da argamassa foi 4,02 MPa e 35,4 MPa. E a máxima resistência do graute foi de 50,78 MPa.

$$f_{p,k} = 0,6362 + 0,5017 \times f_{b,k} + 0,165 \times f_a \quad 4.5$$

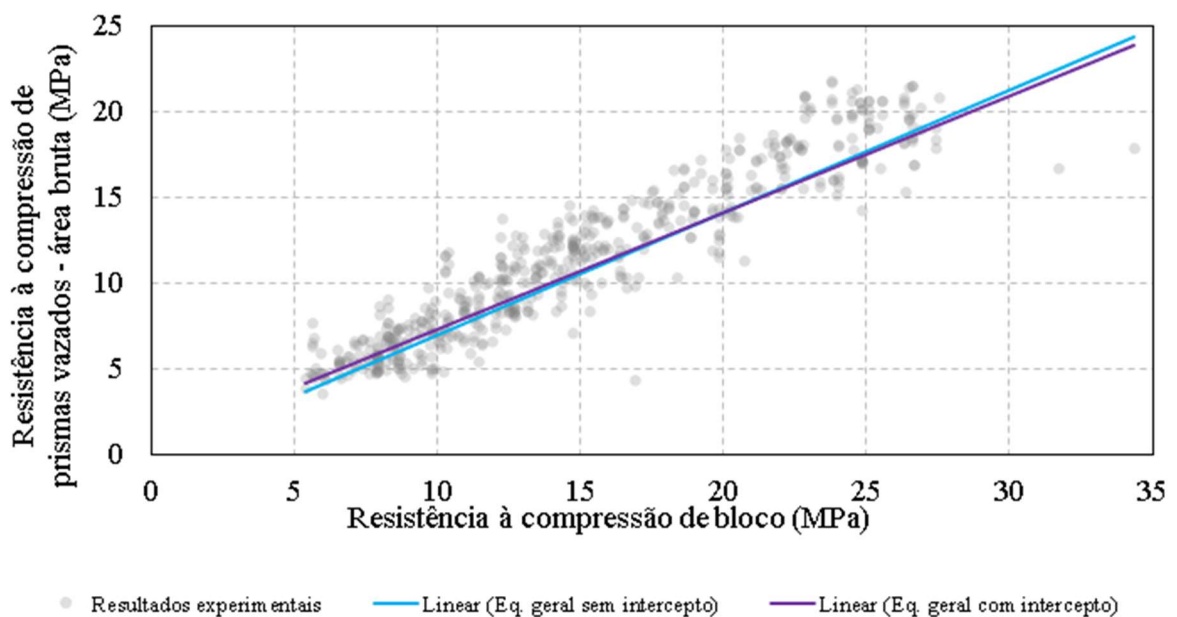
$$f_{p,k}^* = -4,8932 + 0,3546 \times f_{b,k} + 0,147 \times f_a + 0,4564 \times f_{g,k} \quad 4.6$$

$$f_{p,k} = 0,547 \times f_{b,k} + 0,155 \times f_a \quad 4.7$$

$$f_{p,k}^* = 0,001 \times f_{b,k} + 0,195 \times f_a + 0,458 \times f_{g,k} \quad 4.8$$

A Figura 4.4 apresenta o gráfico dispersão de maneira a comparar o banco de dados em relação às estimativas das Equações 4.5 e 4.7. Todos os parâmetros têm grande significância no modelo, ou seja, todas têm contribuição importante para estimar a resistência.

Figura 4.4 - Dispersão  $f_b$  versus  $f_p$



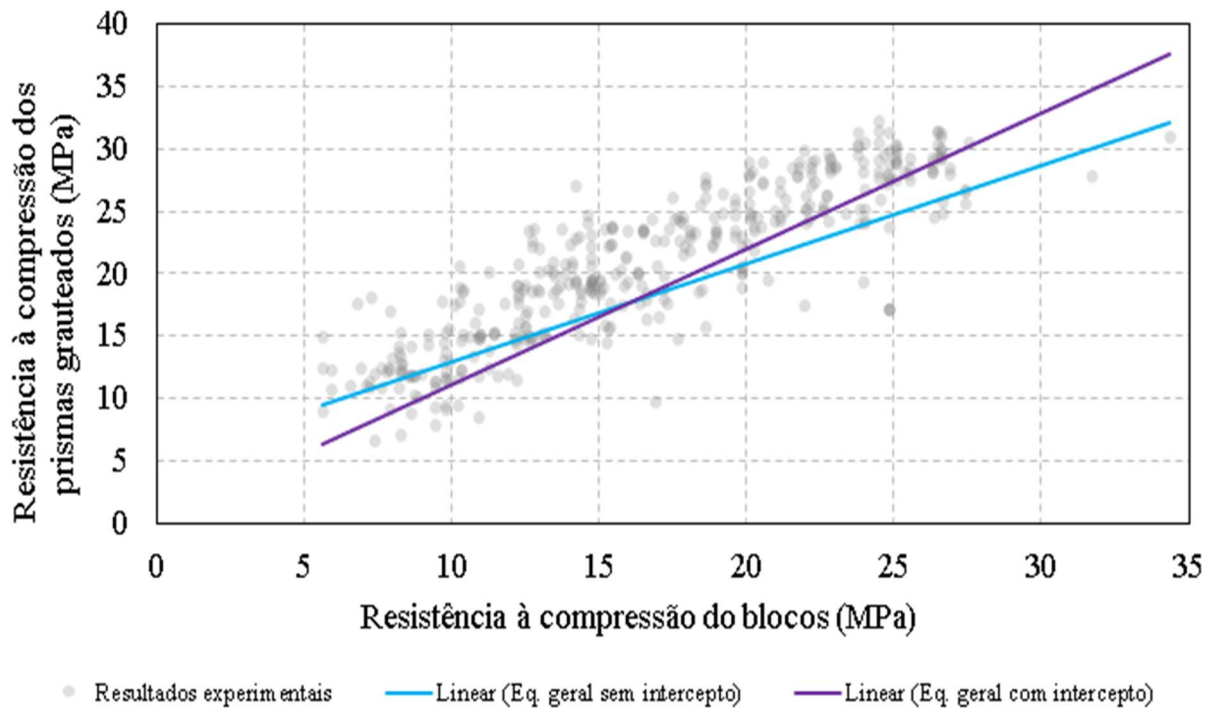
Na Tabela 4.9 têm-se as significâncias das variáveis das Equações 4.5 e 4.7 e, também, foi apresentado o R-quadrado das equações.

Tabela 4.9 - Significância e R-quadrado

Variáveis	Significância	
	Equação 4.5	Equação 4.7
Intercepto	***	-
$f_{b,k}$	***	***
$f_a$	***	***
R-quadrado	0,905	0,946

Já as análises das Equações 4.6 e 4.8 são referentes à estimativa da resistência do prisma cheio, a Figura 4.5 mostra um gráfico de dispersão de maneira a comparar o banco de dados em relação às estimativas.

Figura 4.5 - Dispersão  $f_b$  versus  $f_p^*$



Na Tabela 4.10 têm-se as significâncias das variáveis das Equações 4.6 e 4.8 e, também, foi apresentado o R-quadrado das equações.

Tabela 4.10 - Significância e R-quadrado

Variáveis	Significância	
	Equação 4.6	Equação 4.8
Intercepto	***	-
$f_{b,k}$	***	Vazio
$f_a$	**	***
$f_{g,k}$	***	***
R-quadrado	0,712	0,772

Dentre os parâmetros considerados no modelo da Equação 4.8, todos apresentam grande significância para estimar a resistência, sendo a resistência do bloco aquele que praticamente não têm significância no modelo. Porém ao analisar o R-quadrado, novamente, os modelos sem intercepto são aqueles que melhor se adequam aos dados estudados.

#### 4.4.3 Comparação entre os modelos propostos

Para prosseguir o estudo, necessitou-se comparar os modelos propostos assim sendo possível escolher se é mais vantajoso propor modelos com base em resistência características ou médias dos elementos. As análises comparativas utilizadas foram os critérios de informações Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC). Os autores Burnham e Anderson (2004) frisam a importância em selecionar modelos baseando-se princípios científicos.

Foram realizadas análises para a escolha, considerando as Equações com o melhor R-quadrado, sendo elas: Para prisma oco, Equações 4.3 e 4.7 e para prisma grauteado, Equações 4.4 e 4.8. Os resultados obtidos estão apresentados nas Tabela 4.11 para prisma oco.

Tabela 4.11 - Comparação entre os modelos de prisma oco

Modelos	AIC	BIC
Equação 4.3	2141,661	2154,639
Equação 4.7	2033,221	2046,199

E para prisma grauteado, os resultados se encontram na Tabela 4.12.

Tabela 4.12 - Comparação entre os modelos de prisma grauteado

<b>Modelos</b>	<b>AIC</b>	<b>BIC</b>
Equação 4.4	3389,052	3406,356
Equação 4.8	3324,272	3341,577

Os resultados sugerem que para o modelo de estimativa de prisma oco e grauteado a utilização da resistência média. Portanto, decidiu-se usar a resistência média para propor os próximos modelos com separação de faixa tanto para o prisma oco quanto para o prisma grauteado.

Decidiu-se utilizar a resistência média dos blocos para a estimativa da resistência do prisma oco e, também, do prisma cheio. Devido ao fato de que para o cálculo da resistência característica do bloco no trabalho utilizou-se a Equação 2.1 propostas pela ABNT NBR 6136 (2016). E essa estima à resistência característica estatística, considerando variação entre valores sempre menor que os 20% e não considerando a variação do local da empresa que os ensaiou. E como mostrado nos filtros, possuía algumas contribuições onde havia variação maior que 20% e dessa maneira, conclui-se ser melhor o uso das resistências médias.

#### 4.5 MODELOS PROPOSTOS COM SEPARAÇÃO DE FAIXA DE RESISTÊNCIA

Para realizar a modelagem das faixas de resistência, os dados foram organizados em intervalos correspondentes aos blocos estruturais de concreto para prismas ocos e grauteados, como mostrado na Tabela 4.13. Os modelos foram construídos considerando os valores médios das resistências das amostras.

Tabela 4.13 – Dados por faixa de resistência

<b>Faixas de resistência</b>	<b>Total</b>
1 (até 8 MPa)	65
2 (maio que 8 MPa e menor que 18 MPa)	325
3 (acima de 18 MPa)	169

Na Tabela 4.14 estão apresentados os intervalos de resistências para cada elemento de acordo com suas faixas.

Tabela 4.14 – Intervalo de valores de resistência à compressão dos componentes

Faixa de resistência	Resistência à compressão (MPa)		
	Bloco estrutural de concreto	Argamassa	Graute
1	5,35 – 7,97	4,02 – 9,68	15,58 – 38,73
2	8,02 – 17,89	4,88 – 25,32	15,02 – 43,93
3	18,08 – 34,36	11,51 – 35,40	22,78 – 50,78

A derivação dos modelos propostos baseou-se nos resultados de ensaios de prismas e na resistência média dos componentes da alvenaria estrutural. Foi utilizada a regressão linear múltipla com a resistência à compressão do prisma como variável dependente, enquanto as demais variáveis que são independentes foram: resistência do bloco, resistência da argamassa, e resistência do graute, quando prisma grauteado. Além disso, foram feitos modelos de regressão linear múltipla com intercepto, sem intercepto e modelo de potência a fim de analisar todos os modelos e obter uma fórmula mais representativa. A adequação dos modelos foi verificada com base na análise do coeficiente de determinação (R-quadrado), teste de significância das variáveis, critérios de análise AIC e BIC, além de análises visuais para observação dos modelos.

#### 4.5.1 Modelos para prisma oco

##### 4.5.1.1 Faixa de resistência 1

Para primeira faixa de dados, têm-se a Tabela 4.15 a qual mostra os resultados dos diferentes modelos para prisma oco com seus respectivos valores de coeficiente de determinação múltipla. Vale ressaltar que a modelagem foi feita com as resistências médias dos componentes, mas indica-se que para o uso em projeto a utilização de resistência características e para a argamassa.

Tabela 4.15 - Modelos para estimar resistência de prisma oco (Faixa 1)

Modelos Estatísticos		R <sup>2</sup>
$f_{p,k} = 0,662 \times f_{b,k} + 0,081 \times f_a$	4.9	0,973
$f_{p,k} = 3,931 + 0,141 \times f_{b,k} + 0,052 \times f_a$	4.10	0,737
$f_{p,k} = 3,227 \times f_{b,k}^{0,179} * (0,75 \times f_a)^{0,087}$	4.11	-

Na Tabela 4.16 têm-se as significâncias das variáveis das Equações 4.9, 4.10 e 4.11 e os intervalos de abrangência das resistências. Os códigos utilizados para a significância seguem a seguinte referência, onde o mais significativo (\*\*\*) ao menos significativo (espaço vazio). Como dito anteriormente, a sequência completa é de 0 (\*\*\*), 0.001 (\*\*), 0.01 (\*), 0.05 (.), 0.1 (vazio).

Tabela 4.16 - Significância e intervalos da Faixa 1

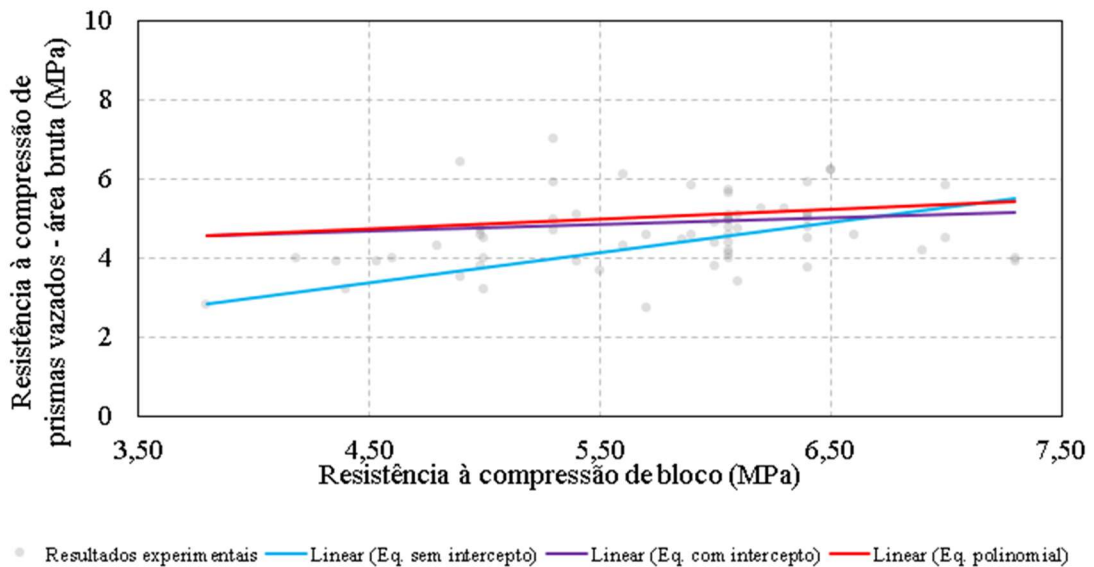
Variáveis	Significância			Intervalo (MPa)
	Equação 4.9	Equação 4.10	Equação 4.11	
Intercepto	-	***	***	-
$f_{b,k}$	***	*	*	5,35 a 7,97
$f_a$	Vazio	Vazio	Vazio	4,02 a 9,68

A Tabela 4.15 apresenta os coeficientes de determinação – R-quadrado – para os modelos lineares. No estudo em questão e pela Tabela 4.15, observa-se que a Equação 4.9 é a fórmula que, dentre as modeladas, mais se aproxima os dados estão da linha de regressão ajustada. Não foi apresentado valor de R-quadrado para a Equação 4.11, visto que modelos não lineares não possuem R-quadrado.

Além disso, a aplicação dos critérios AIC e BIC não foi realizada para esta faixa de resistência devido ao grupo de dados ser composto por apenas 65 observações, um número inferior ao mínimo estabelecido na metodologia de 100 dados para a utilização desses critérios.

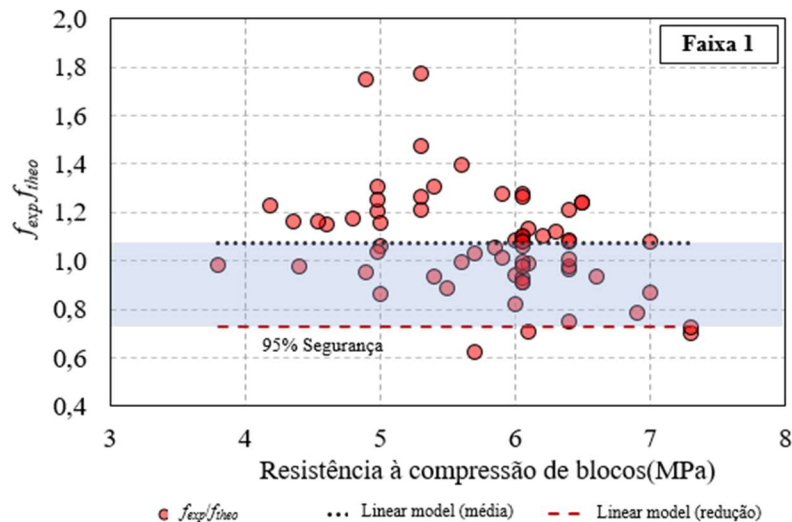
A Figura 4.6 mostra a linha de tendência das Equações 4.9, 4.10 e 4.11 e a dispersão dos dados característicos referentes aos ensaios. De maneira visual e analisando o valor de R-quadrado, percebe-se que a Equação 4.9 sem intercepto se adequa melhor aos dados experimentais.

Figura 4.6 - Adequação dos modelos perante os ensaios (Faixa 1)



O modelo proposto, referente à faixa 1 é a Equação 4.9, precisam ser associados a uma margem de segurança por meio da definição de um limite inferior de confiança. Gayed e Korany (2011) e Ross e Korany (2012) usaram em seu estudo o limite inferior de 95% de confiança e para o presente estudo utilizou-se o mesmo. O limite inferior de 95% de confiança pode ser calculado subtraindo  $1,65 \cdot d$ , onde o  $d$  é o desvio padrão, da média aritmética dos valores de resistência experimental pela resistência teórica, sendo a média igual a 1,08 e o desvio padrão a 0,21, o limite inferior de confiança é de 0,73, como mostrado na Figura 4.7.

Figura 4.7 - Fator de segurança para Equação 4.9



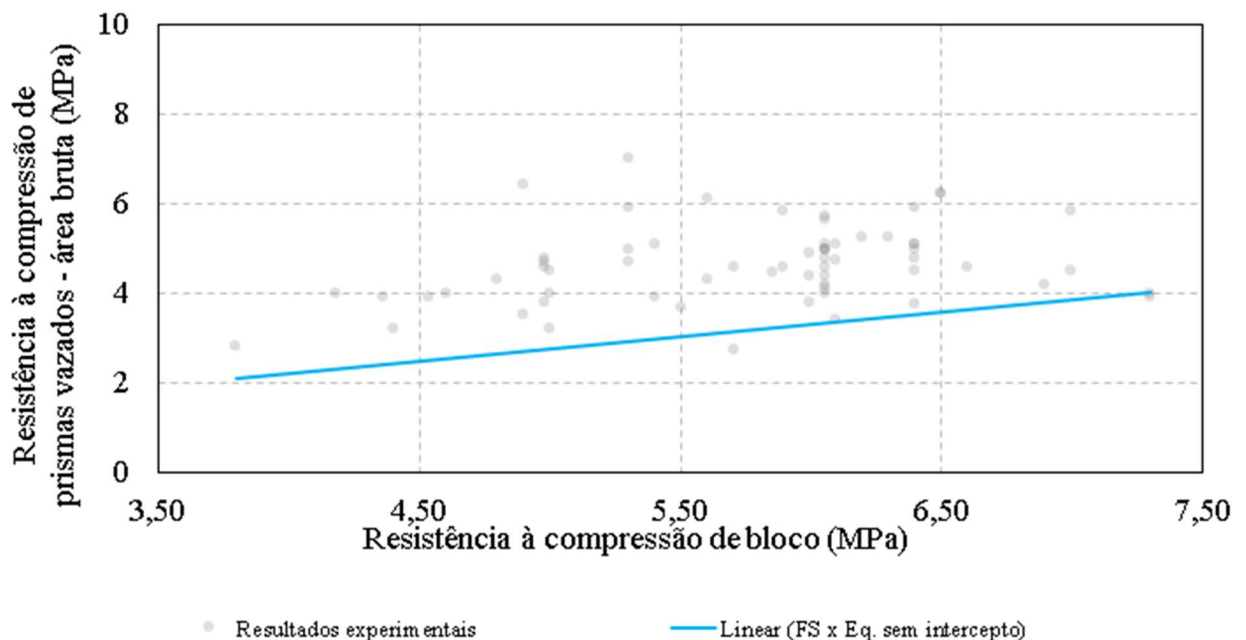


Logo, a fórmula proposta fica conforme a Equação 4.12.

$$f_{p,k} = 0,73 \times (0,662 \times f_{b,k} + 0,081 \times f_a) \quad 4.12$$

A Figura 4.8 apresenta a dispersão dos dados característicos dos ensaios e a linha de tendência referente à Equação 4.12, a qual é multiplicada pelo fator de 0,73 que tem o limite inferior de 95% de confiança. Observa-se que a Equação 4.12 abrange um maior número valores de resistências.

Figura 4.8 - Adequação da Equação 4.12 perante os ensaios



#### 4.5.1.2 Faixa de resistência 2

Para a faixa 2 que abrange blocos de concreto com resistência maior que 8 MPa e menor que 18 MPa, fez-se o mesmo procedimento descrito para faixa 1 e encontrou-se os resultados a seguir. A Tabela 4.17 mostra os três modelos estatísticos gerados com o *RStudio*, sendo a Equação 4.13 um modelo linear considerando apenas a contribuição das variáveis independentes e não o intercepto.

Diferentemente da Equação 4.13, a Equação 4.14 considera o intercepto e a Equação 4.15 é um modelo não linear em formato polinomial.

**Tabela 4.17 - Modelos para estimar resistência de prisma oco (Faixa 2)**

Modelos Estatísticos		R <sup>2</sup>
$f_{p,k} = 0,548 \times f_{b,k} + 0,167 \times f_a$	4.13	0,979
$f_{p,k} = 0,157 + 0,535 \times f_{b,k} + 0,167 \times f_a$	4.14	0,713
$f_{p,k} = 0,828 \times f_{b,k}^{0,6916} \times (0,75 \times f_a)^{0,2829}$	4.15	-

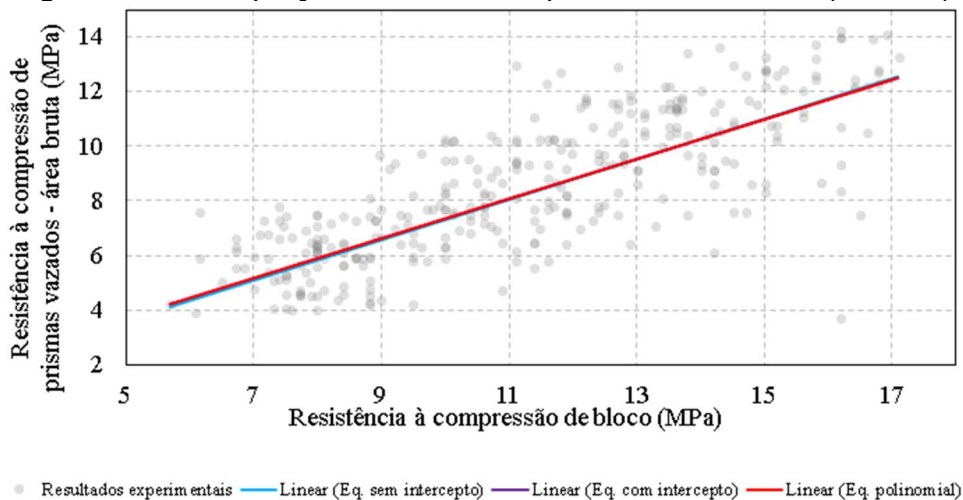
Analisando o R-quadrado das Equações 4.13 e 4.14, observa-se que a Equação 4.13 é a que melhor se aproximam os dados da linha de regressão ajustada. E na Tabela 4.18, observa-se as significâncias das variáveis das Equações 4.13, 4.14 e 4.15 e os intervalos de abrangência das resistências. Os códigos utilizados para a significância seguem a seguinte referência, onde o mais significativo (\*\*\*) ao menos significativo (espaço vazio).

**Tabela 4.18 - Significância e intervalos da Faixa 2**

Variáveis	Significância			Intervalo (MPa)
	Equação 4.13	Equação 4.14	Equação 4.15	
Intercepto	-	Vazio	***	-
$f_{b,k}$	***	***	***	8,02 a 17,89
$f_a$	***	***	***	4,88 a 25,32

Prosseguindo os estudos igualmente ao feito para faixa 1, têm-se a Figura 4.9 que apresenta a linha de tendência dos modelos gerados comparados com os dados resistências características dos ensaios realizados.

**Figura 4.9 - Adequação dos modelos perante os ensaios (Faixa 2)**



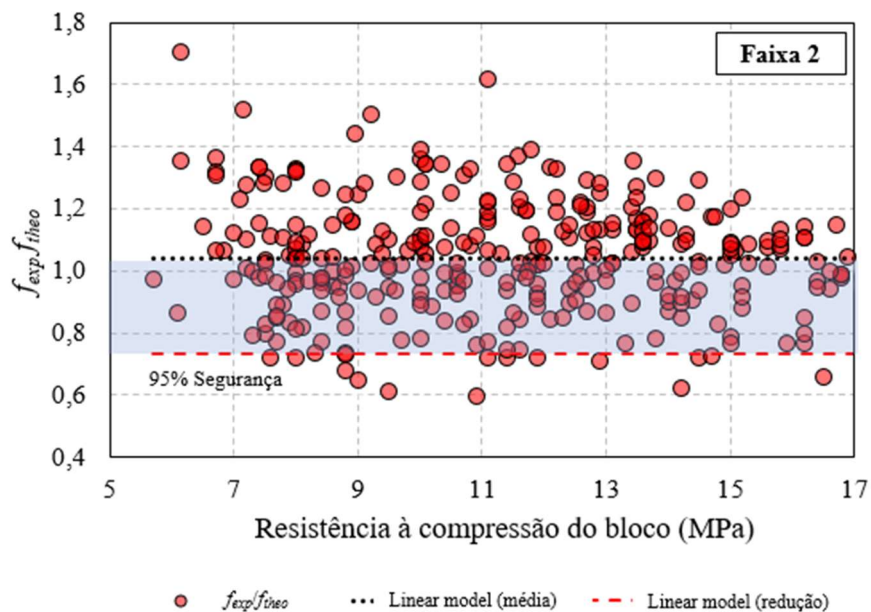
Para confirmação da equação que melhor se adapta para faixa 2, foi feito também as comparações das Equações 4.13, 4.14 e 4.15, utilizando os critérios AIC e BIC. Os resultados estão apresentados na Tabela 4.19.

Tabela 4.19 - AIC e BIC para os modelos propostos para Faixa 2

Equação	AIC	BIC
Equação 4.13	1158,91	1170,26
Equação 4.14	1160,73	1175,86
Equação 4.15	1162,07	1177,21

Nas três análises – pelo R-quadrado, pela Figura 4.9 e pelos critérios AIC e BIC – pode-se concluir que a Equação 4.13 é a que melhor se adapta aos dados de ensaio. Associou-se à fórmula a uma margem de segurança por meio da definição de um limite inferior de 95% de confiança que é calculado subtraindo  $1,65 \cdot d$  (onde  $d$  é o desvio padrão) da média dos valores de resistência experimental pela resistência teórica. Seguindo o procedimento acima, sabendo que a média é 1,04 e o desvio padrão é 0,18, o limite inferior de confiança é de 0,74, como mostrado na Figura 4.10.

Figura 4.10 - Fator de segurança para Equação 4.13

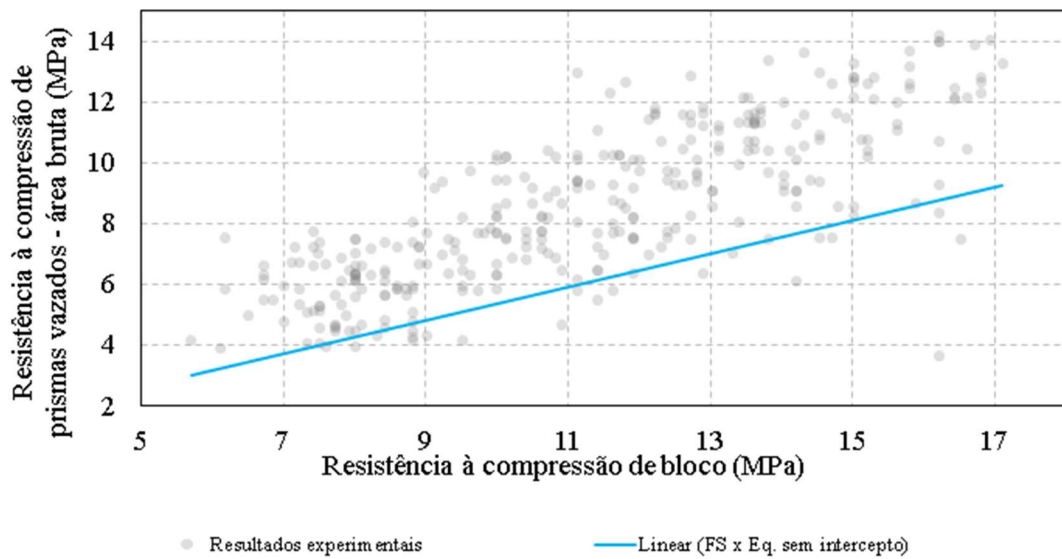


Logo, a fórmula proposta fica conforme a Equação 4.16.

$$f_{p,k} = 0,74 \times (0,548 \times f_{b,k} + 0,167 \times f_a) \quad 4.16$$

A Figura 4.11 apresenta a dispersão dos dados característicos dos ensaios e a linha de tendência referente à Equação 4.16, a qual é multiplicada pelo fator de 0,74 que tem o limite inferior de 95% de confiança. Observa-se que a Equação 4.16 abrange um maior número valores de resistências.

Figura 4.11 - Adequação da Equação 4.16 perante os ensaios



#### 4.5.1.3 Faixa de resistência 3

A faixa 3 abrange blocos de concreto com resistência maiores que 18 MPa, e para tal também foi realizado os procedimentos já descritos que foram feitos para outras faixas de resistência. A Tabela 4.20 mostra os três modelos estatísticos gerados, sendo a Equação 4.17 um modelo linear considerando apenas a contribuição das variáveis independentes e não o intercepto. A Equação 4.18 considera o intercepto e a Equação 4.19 é um modelo não linear em formato polinomial.

Tabela 4.20 - Modelos para estimar resistência de prisma oco (Faixa 3)

Modelos Estatísticos		R <sup>2</sup>
$f_{p,k} = 0,530 \times f_{b,k} + 0,161 \times f_a$	4.17	0,971
$f_{p,k} = 3,512 + 0,389 \times f_{b,k} + 0,152 \times f_a$	4.18	0,737
$f_{p,k} = 1,439 \times f_{b,k}^{0,521} \times (0,75 \times f_a)^{0,271}$	4.19	-

Em função do R-quadrado apresentado para cada equação, conclui-se, igualmente as faixas de resistência anteriores, que o modelo sem intercepto representado pela Equação 4.17 é aquele que melhor se adapta aos dados preditores do modelo.

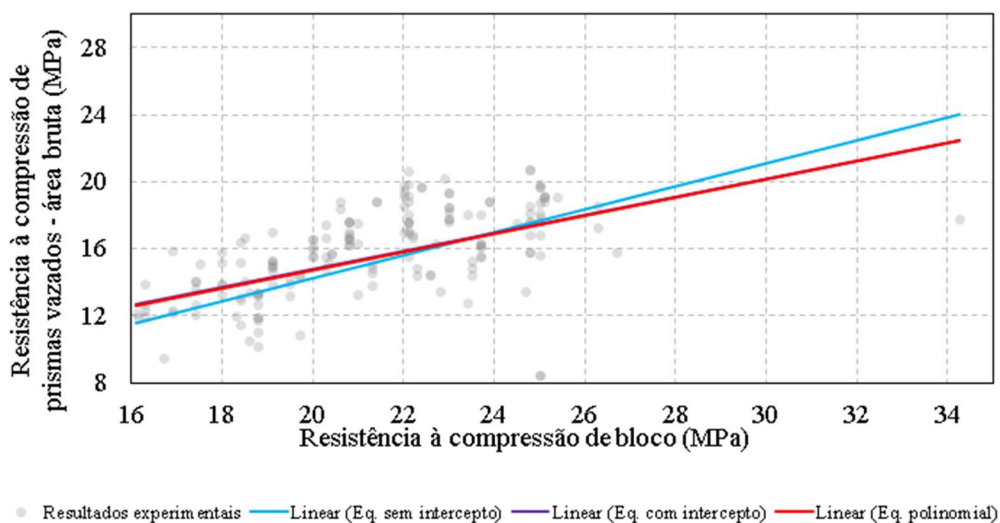
Na Tabela 4.21, observa-se as significâncias das variáveis das Equações 4.17, 4.18 e 4.19 e os intervalos de abrangência das resistências. Os códigos utilizados para a significância seguem a seguinte referência, onde o mais significativo (\*\*\*) ao menos significativo (espaço vazio).

Tabela 4.21 - Significância e intervalos da Faixa 3

Variáveis	Significância			Intervalo (MPa)
	Equação 4.17	Equação 4.18	Equação 4.19	
Intercepto	-	***	***	-
$f_{b,k}$	***	***	***	18,08 a 34,36
$f_a$	***	***	***	11,51 a 35,40

A Figura 4.12 mostra a linha de tendência das Equações 4.17, 4.18 e 4.19 e a dispersão dos dados característicos referentes aos ensaios. De maneira visual e analisando o valor de R-quadrado, percebe-se que a Equação 4.17 sem intercepto se adequa melhor aos dados experimentais e que as Equações 4.18 e 4.19 apresentam comportamentos parecidos.

Figura 4.12 - Adequação dos modelos perante os ensaios (Faixa 3)



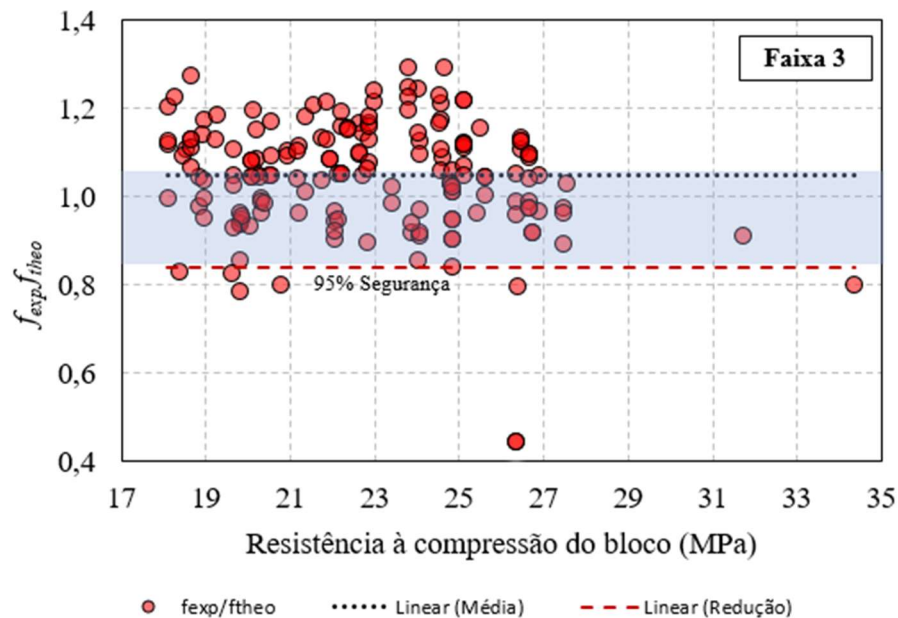
Para confirmar a equação que melhor se adapta para faixa 3, realizou-se as comparações das Equações 4.17, 4.18 e 4.19 utilizando os critérios AIC e BIC. Os resultados estão apresentados na Tabela 4.22.

Tabela 4.22 - AIC e BIC para os modelos propostos para Faixa 3

Equação	AIC	BIC
Equação 4.17	665,94	675,79
Equação 4.18	656,27	675,33
Equação 4.19	654,57	667,08

Em duas das três análises, concluiu-se que a Equação 4.17 é a que melhor se adapta aos dados de ensaio. Associou-se à fórmula a uma margem de segurança por meio da definição de um limite inferior de 95% de confiança que é calculado subtraindo  $1,65 \cdot d$  da média dos valores de resistência experimental pela resistência teórica. Sabendo que a média é 1,05 e o desvio padrão é 0,13, o limite inferior de confiança é de 0,84, como mostrado na Figura 4.13.

Figura 4.13 - Fator de segurança para Equação 4.17

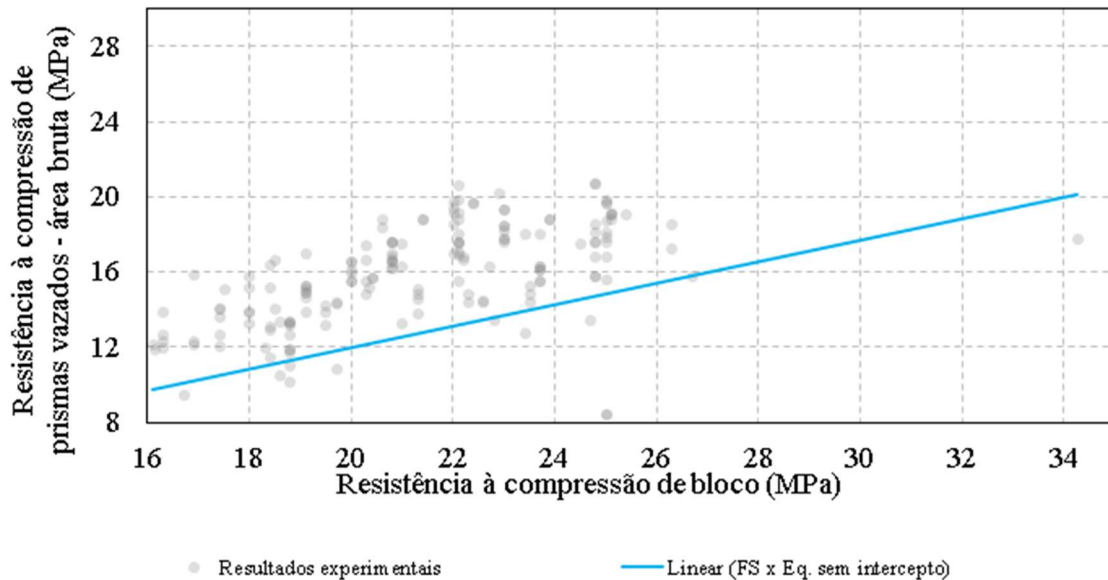


Logo, a fórmula proposta fica conforme a Equação 4.20.

$$f_{p,k} = 0,84 \times (0,530 \times f_{b,k} + 0,161 \times f_a) \quad 4.20$$

A Figura 4.14 apresenta a dispersão dos dados característicos dos ensaios e a linha de tendência referente à Equação 4.20, a qual é multiplicada pelo fator de 0,88 que tem o limite inferior de 95% de confiança. Observa-se que a Equação 4.20.

Figura 4.14 - Adequação da Equação 4.20 perante os ensaios



## 4.5.2 Modelos para prisma grauteado

### 4.5.2.1 Faixa de resistência 1

Para primeira faixa de dados, têm-se a Tabela 4.23, a qual mostra os resultados dos diferentes modelos para prisma grauteado com seus respectivos valores de coeficiente de determinação múltipla. Vale ressaltar que a modelagem foi feita com as resistências médias dos componentes, mas indica-se que para o uso em projeto a utilização de resistência características, quando a resistência característica for pertinente ao componente.

Tabela 4.23 - Modelos para estimar resistência de prisma grauteado (Faixa 1)

Modelos Estatísticos		R <sup>2</sup>
$f_{p,k}^* = 2,33 \times f_{b,k} - 0,811 \times f_a + 0,140 \times f_{g,k}$	4.21	0,960
$f_{p,k}^* = 7,566 + 1,417 \times f_{b,k} - 0,775 \times f_a + 0,079 \times f_{g,k}$	4.22	0,222
$f_{p,k}^* = 0,182 \times (fb)^{1,574} \times (0,75 \times f_a)^{-0,367}$	4.23	-

NOTA 1: Para Equação 4.23, fb deve ser o menor valor entre resistência característica do bloco( $f_{b,k}$ ) e resistência característica do graute ( $f_{g,k}$ ).

Na Tabela 4.24 têm-se as significâncias das variáveis das Equações 4.21, 4.22 e 4.23 e os intervalos de abrangência das resistências. Utilizou-se os seguintes códigos para informar a significância das variáveis, sendo os seguintes códigos: 0 (\*\*\*) , 0.001 (\*\*), 0.01 (\*), 0.05 (.), 0.1 (vazio).

Tabela 4.24 - Significância e intervalos da Faixa 1

Variáveis	Significância			Intervalo (MPa)
	Equação 4.21	Equação 4.22	Equação 4.23	
Intercepto	-	Vazio	Vazio	-
$f_{b,k}$	**	*	Vazio	5,35 a 7,97
$f_a$	.	.	Vazio	4,02 a 9,68
$f_{g,k}$	Vazio	Vazio	Vazio	15,58 a 38,73

Ressalta-se que a Equação 4.23 foi modelada tendo como base a fórmula da Eurocode 6. A Norma Europeia indica que, quando se utilizar da fórmula proposta para prismas grauteado, o valor a ser inserido nos parâmetros  $f_b$  deve ser o menor entre a resistência do bloco e resistência do graute. Isso vale, também, para o modelo proposto na Equação 4.23.

Notou-se, pelos resultados da Tabela 4.24, que as variáveis têm baixa significância ao modelo, isso pode ter ocorrido pelo baixo valor de contribuições da faixa. Porém, prosseguiu-se o estudo.

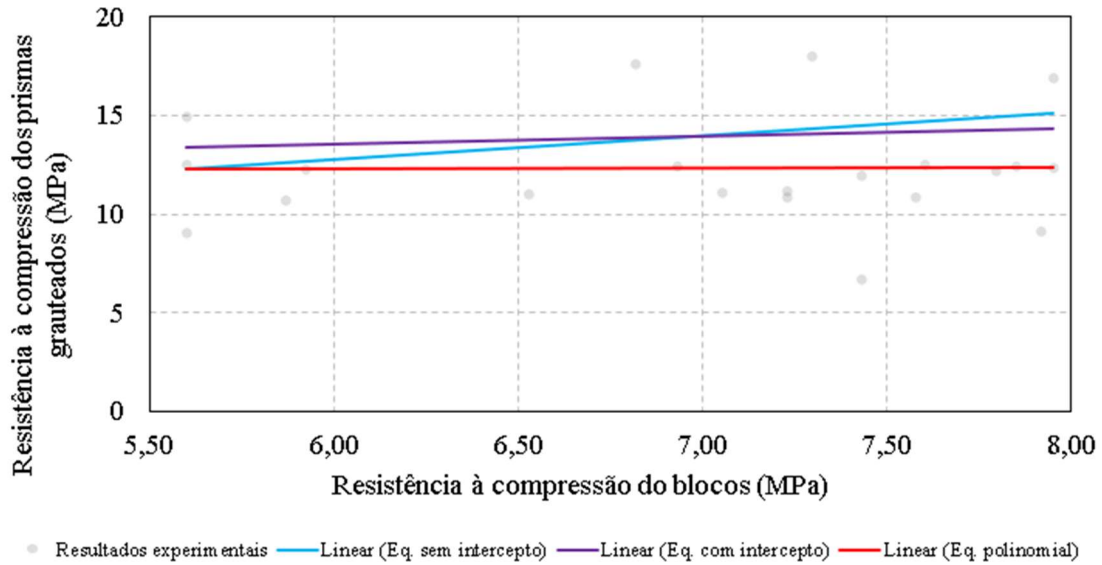
A Tabela 4.23 apresenta os coeficientes de determinação – R-quadrado – para os modelos de regressão linear. A partir dos valores de R-quadrado encontrado, conclui-se que o modelo da Equação 4.21 se ajusta melhor aos dados estudados.

A aplicação dos critérios AIC e BIC não foi realizada para esta faixa de resistência devido ao grupo de dados ser composto por menos de 100 observações, sendo este o valor mínimo estabelecido na metodologia do trabalho.

A Figura 4.15 mostra a linha de tendência das Equações 4.21, 4.22 e 4.23 e a dispersão dos dados característicos referentes aos ensaios.

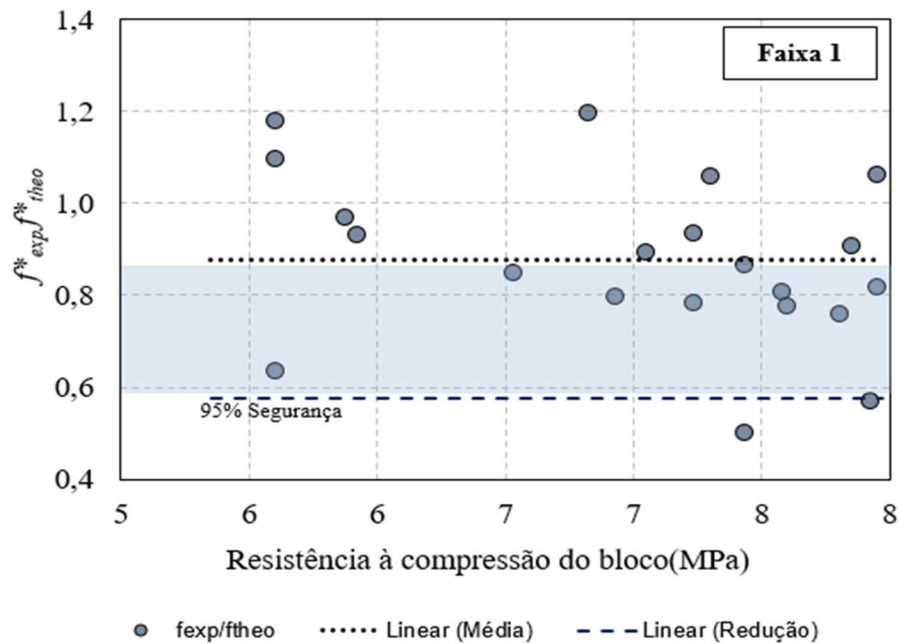


Figura 4.15 - Adequação dos modelos perante os ensaios (Faixa 1)



O modelo proposto para faixa 1 de prisma grauteado foi associado a margem de 95% do limite inferior de confiança. Assim como para o prisma oco, o limite inferior de 95% foi calculado da seguinte maneira. Para o modelo em questão, a média é 0,88, o desvio padrão de 0,18, resultando no limite inferior de confiança de 0,58 conforme ilustrado na Figura 4.16.

Figura 4.16 - Fator de segurança da Equação 4.21

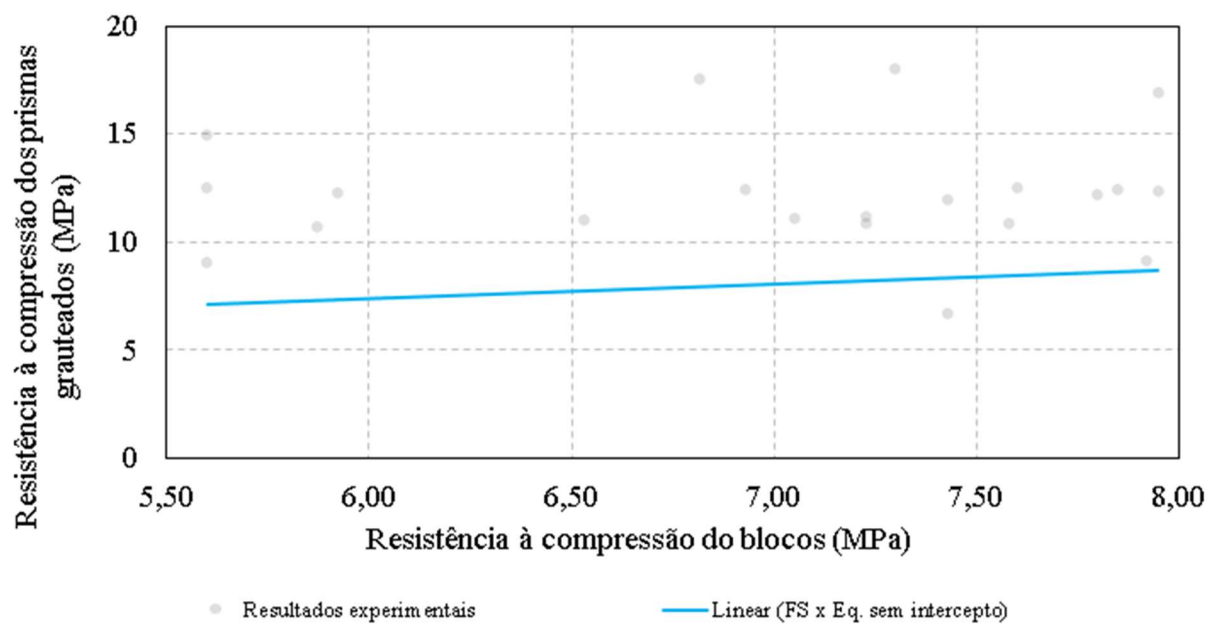


Logo, a fórmula proposta fica conforme a Equação 4.24.

$$f_{p,k}^* = 0,58 \times (2,33 \times f_{b,k} - 0,811 \times f_a + 0,140 \times f_{g,k}) \quad 4.24$$

A Figura 4.17 apresenta a dispersão dos dados característicos dos ensaios e a linha de tendência referente à Equação 4.24, a qual é multiplicada pelo fator de 0,58 que tem o limite inferior de 95% de confiança.

Figura 4.17 - Adequação da Equação 4.24 perante os ensaios



#### 4.5.2.2 Faixa de resistência 2

Para faixa de resistência 2, têm-se a Tabela 4.25 a qual mostra as formulações dos diferentes modelos para prisma grauteado.

Tabela 4.25 - Modelos para estimar resistência de prisma grauteado (Faixa 2)

Modelos Estatísticos		R <sup>2</sup>
$f_{p,k}^* = 0,631 \times f_{b,k} + 0,155 \times f_a + 0,235 \times f_{g,k}$	4.25	0,980
$f_{p,k}^* = 0,842 + 0,584 \times f_{b,k} + 0,161 \times f_a + 0,223 \times f_{g,k}$	4.26	0,651
$f_{p,k}^* = 2,261 \times (fb)^{0,587} \times (0,75 \times f_a)^{0,209}$	4.27	-

NOTA 1: Para Equação 4.27, fb deve ser o menor valor entre resistência característica do bloco( $f_{b,k}$ ) e resistência característica do graute ( $f_{g,k}$ ).

Na Tabela 4.26 têm-se as significâncias das variáveis das Equações 4.25, 4.26 e 4.27 e os intervalos de abrangência das resistências. Os códigos utilizados para a significância seguem a seguinte referência, onde em ordem decrescente de significância é de 0 (\*\*\*) , 0.001 (\*\*), 0.01 (\*), 0.05 (.), 0.1 (vazio).

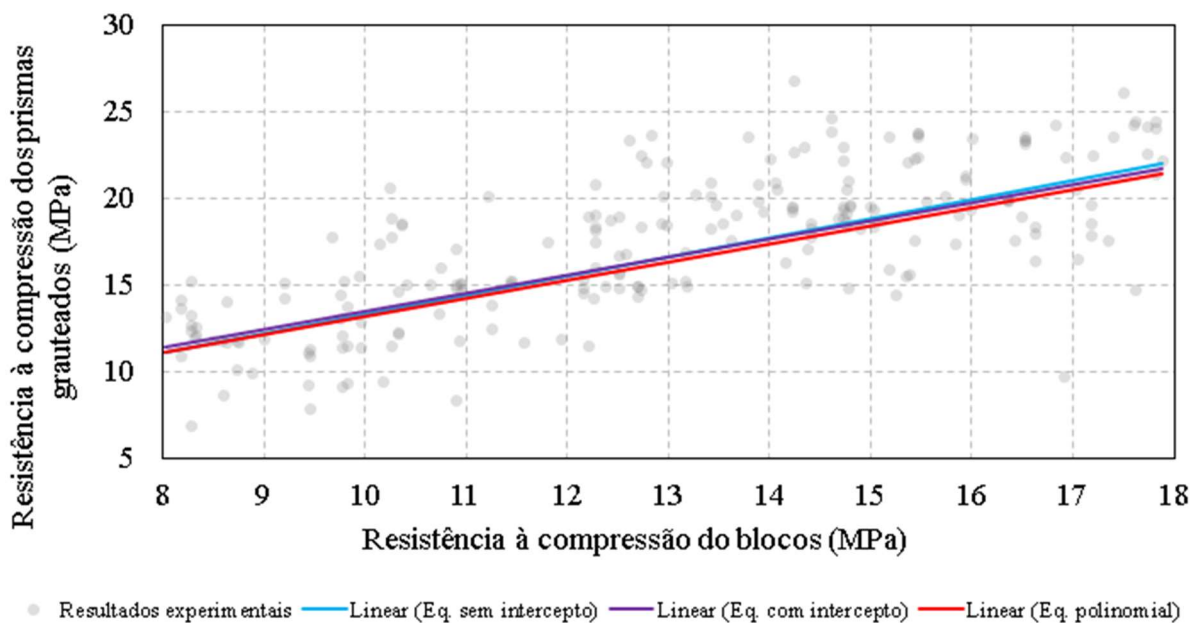
Tabela 4.26 - Significância e intervalos da Faixa 2

Variáveis	Significância			Intervalo (MPa)
	Equação 4.25	Equação 4.26	Equação 4.27	
Intercepto	-	Vazio	***	-
$f_{b,k}$	***	***	***	8,02 a 17,89
$f_a$	***	***	***	4,88 a 25,32
$f_{g,k}$	***	***	***	15,02 a 43,92

A partir dos valores de R-quadrado indicado na Tabela 4.25 para os modelos lineares, conclui-se que o modelo da Equação 4.25 se aproxima mais de 1 que a Equação 4.26, o que significa que tal se adequa melhor aos dados.

A Figura 4.18 mostra a linha de tendência das Equações 4.25, 4.26 e 4.27 e a dispersão dos dados característicos referentes aos ensaios.

Figura 4.18 - Adequação dos modelos perante os ensaios (Faixa 2)



Realizou-se a comparação das Equações 4.25, 4.26 e 4.27 pelos critérios de informações Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC) assim podendo de fato escolher o modelo

mais vantajoso. A Tabela 4.27 apresenta os resultados da comparação dos modelos pelo AIC e BIC.

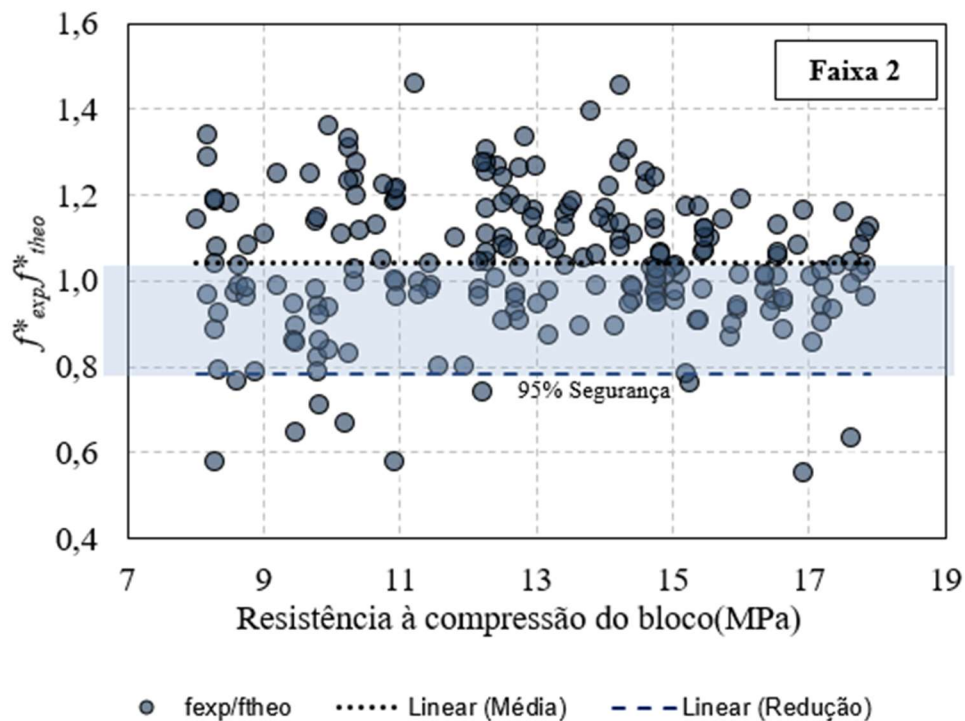
Tabela 4.27- AIC e BIC para os modelos propostos para Faixa 2

Equação	AIC	BIC
Equação 4.25	1001,12	1014,56
Equação 4.26	1002,23	1019,04
Equação 4.27	1043,16	1056,60

Diferentemente ao concluído no R-quadrado, a Equação 4.25 foi aquela que teve melhor resultado pelos Critérios AIC e BIC.

O modelo proposto para faixa 2 de prisma grauteado foi associado a margem de 95% do limite inferior de confiança. Para o modelo em questão, a média é 1,04, o desvio padrão de 0,16, resultando no limite inferior de confiança de 0,78, conforme ilustrado na Figura 4.19.

Figura 4.19 - Fator de segurança da Equação 4.25

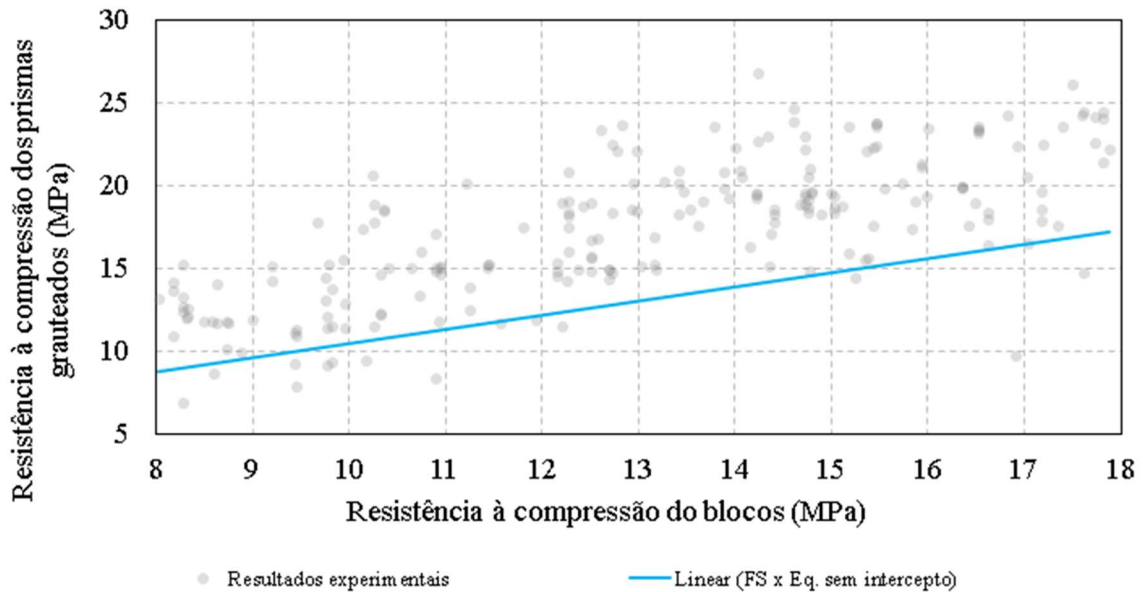


Logo, a fórmula proposta fica conforme a Equação 4.28.

$$f_{p,k}^* = 0,78 \times (0,631 \times f_{b,k} + 0,155 \times f_a + 0,235 \times f_{g,k}) \quad 4.28$$

De maneira a ilustrar, têm-se a Figura 4.20 que apresenta a dispersão dos dados característicos dos ensaios e a linha de tendência referente à Equação 4.28, a qual é multiplicada pelo fator de 0,80 que tem o limite inferior de 95% de confiança.

Figura 4.20 - Adequação da Equação 4.28 perante os ensaios



#### 4.5.2.3 Faixa de resistência 3

A Tabela 4.28 se refere as formulações dos modelos de prismas grauteados para a faixa de resistência 3.

Tabela 4.28 - Modelos para estimar resistência de prisma grauteado (Faixa 3)

Modelos Estatísticos		R <sup>2</sup>
$f_{p,k}^* = 0,537 \times f_{b,k} + 0,080 \times f_a + 0,280 \times f_{g,k}$	4.29	0,989
$f_{p,k}^* = 7,676 + 0,351 \times f_{b,k} + 0,087 \times f_a + 0,192 \times f_{g,k}$	4.30	0,406
$f_{p,k}^* = 4,545 \times (f_b)^{0,408} \times (0,75 \times f_a)^{0,152}$	4.31	-

NOTA 1: Para Equação 4.31,  $f_b$  deve ser o menor valor entre resistência característica do bloco ( $f_{b,k}$ ) e resistência característica do graute ( $f_{g,k}$ ).

Na Tabela 4.29 têm-se as significâncias das variáveis das Equações 4.29, 4.30 e 4.31e os intervalos de abrangência das resistências. Os códigos utilizados para a significância seguem a seguinte referência, onde o mais significativo (\*\*\*) ao menos

significante (espaço vazio). A sequência completa, em ordem decrescente de significância é de 0 (\*\*\*), 0.001 (\*\*), 0.01 (\*), 0.05 (.), 0.1 (vazio).

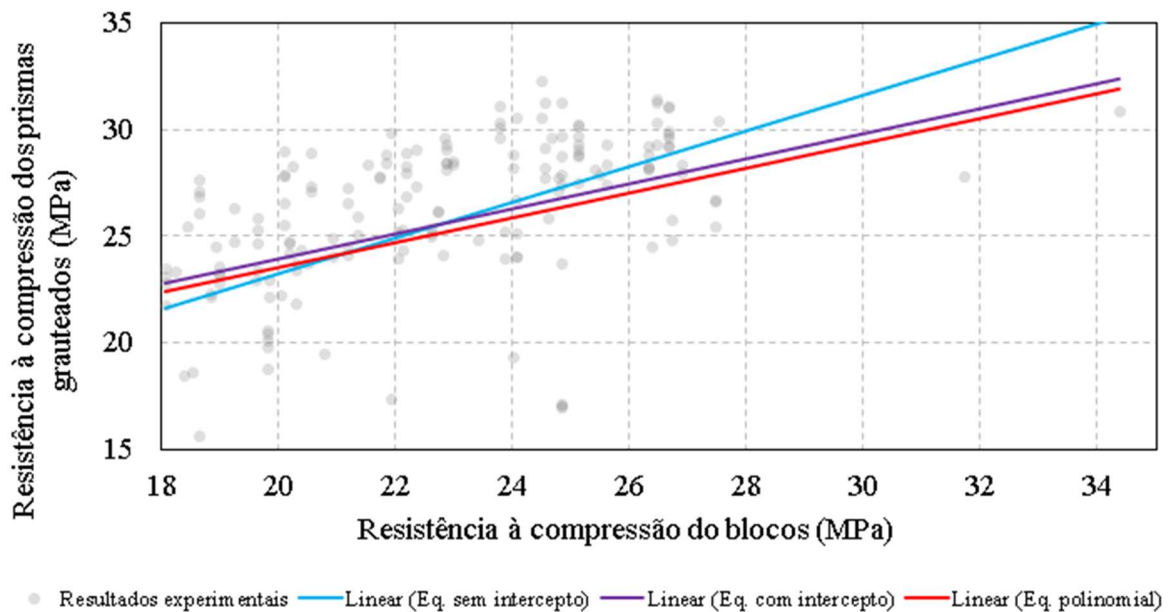
Tabela 4.29 - Significância e intervalos da Faixa 3

Variáveis	Significância			Intervalo (MPa)
	Equação 4.29	Equação 4.30	Equação 4.31	
Intercepto	-	***	***	-
$f_{b,k}$	***	***	***	18,08 a 34,36
$f_a$	*	*	***	11,51 a 35,40
$f_{g,k}$	***	***	***	22,78 a 50,78

Com os valores de R-quadrado resultantes para os modelos lineares, conclui-se que o modelo da Equação 4.29 se ajusta melhor aos dados experimentais.

A Figura 4.21 mostra a linha de tendência das Equações 4.29, 4.30 e 4.31 e a dispersão dos dados característicos referentes aos ensaios.

Figura 4.21 - Adequação dos modelos perante os ensaios (Faixa 3)



Comparou-se as Equações 4.29, 4.30 e 4.31 pelos critérios de informações Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC) assim podendo ajudar na escolha do melhor modelo para continuar o estudo. A Tabela 4.30 apresentam os resultados da comparação dos modelos pelo AIC e BIC.

Tabela 4.30 - AIC e BIC para os modelos propostos para Faixa 3

<b>Equação</b>	<b>AIC</b>	<b>BIC</b>
Equação 4.29	823,532	836,027
Equação 4.30	808,803	824,422
Equação 4.31	824,018	836,513

Diferindo ao concluído no R-quadrado, a Equação 4.31 foi aquela que teve melhor resultado pelos Critérios AIC e BIC. Portanto, prosseguiu o estudo com a Equações 4.29 e 4.30, que segundo as análises foram aquelas que melhor se adequaram aos dados utilizados para suas formulações.

As Equações 4.29 e 4.30 foram associadas a margem de 95% do limite inferior de confiança. Para a Equação 4.29, a média é de 1,03 e o desvio padrão de 0,11, resultando no fator de segurança de 0,85, conforme ilustrado na Figura 4.22. Já para Equação 4.30, os valores de média e desvio padrão foram, respectivamente, 1,03 e 0,11, assim resultando no fator de segurança de 0,86, conforme ilustrado na Figura 4.23.

Figura 4.22 - Fator de segurança da Equação 4.29

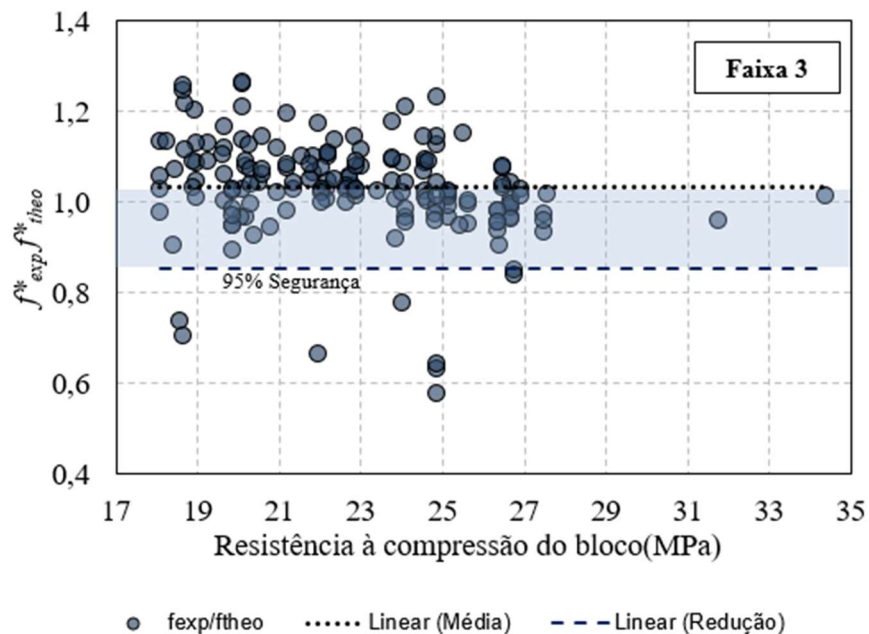
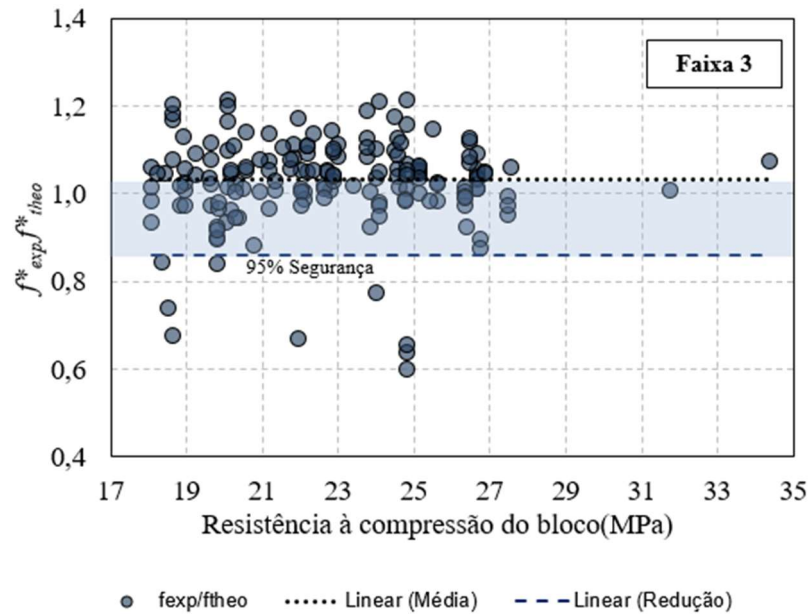


Figura 4.23 - Fator de segurança da Equação 4.30



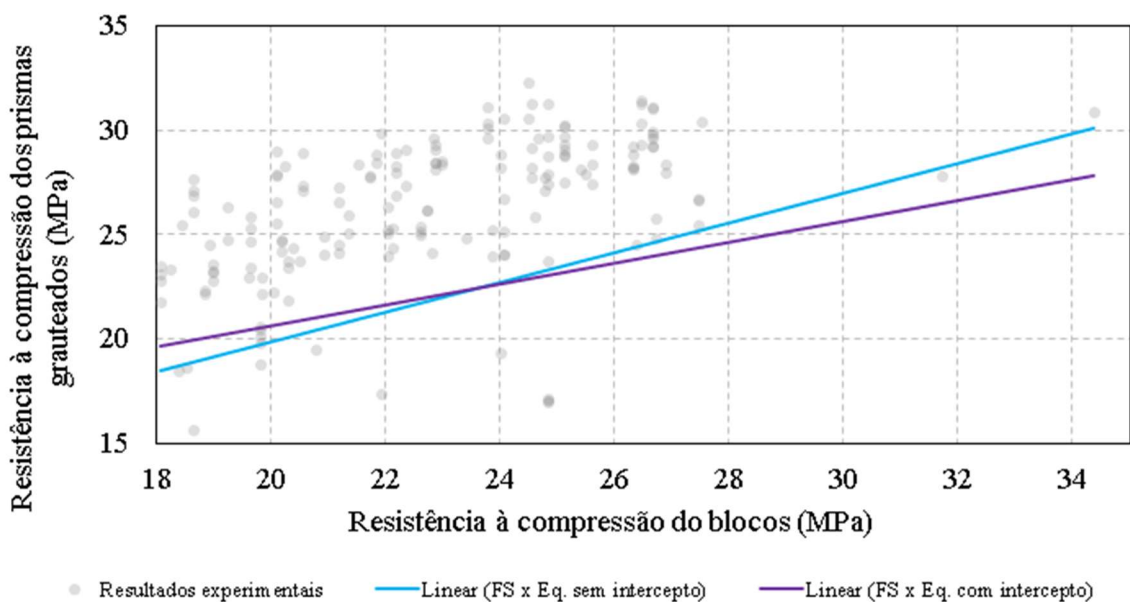
Logo, propõem-se as Equações 4.32 e 4.33.

$$f_{p,k}^* = 0,85 \times (0,537 \times f_{b,k} + 0,08 \times f_a + 0,280 \times f_{g,k}) \quad 4.32$$

$$f_{p,k}^* = 0,86 \times (7,676 + 0,351 \times f_{b,k} + 0,087 \times f_a + 0,192 \times f_{g,k}) \quad 4.33$$

A Figura 4.24 apresenta a dispersão dos dados característicos dos ensaios e as linhas de tendência das Equações 4.32 e 4.33.

Figura 4.24 - Adequação da Equação 4.32 e 4.33 perante os ensaios





Para tais novos modelos, Equações 4.32 e 4.33, calculou-se novamente o valor de R-quadrado dos modelos para que assim pudesse analisar os resultados e escolher o modelo mais ajustado para o faixa de resistência 3. Os valores R-quadrado encontrados foram, para Equação 4.32 e para Equação 4.33, de 0,72 e 0,69, respectivamente. Dessa maneira, conclui-se que para faixa 3 o modelo da Equação 4.32 é o mais adequado.

#### 4.5.3 Comparação entre os modelos propostos e normativas

Os modelos gerados por faixa de resistência foram comparados com as estimativas de resistências previstas nas principais normas de projeto com o objetivo de validar os modelos do estudo. As normas utilizadas para essa análise foram a norma brasileira, australiana, europeia, americana e canadense.

Para prosseguir o estudo de comparação para prismas vazados e grauteados, é importante lembrar que a norma brasileira ABNT NBR 16868-1 (2020) considera a área bruta do bloco estrutural, enquanto as demais consideram a área líquida. Por isso, torna-se necessário ajustes dos valores para garantir comparações corretas.

Considerações específicas foram levadas em conta para a utilização dos modelos normativos de prismas ocos e grauteados, levando em consideração diferentes parâmetros e constantes utilizados nas diversas normas:

- AS 3700: Para prismas ocos, é necessário o conhecimento de dois parâmetros, sendo o fator da junta de argamassa ( $k_h$ ), obtido pela Tabela 2.8 e o fator de resistência à compressão ( $k_m$ ), pode ser obtido na Tabela 2.7. Os valores para estudo em questão são de 1,3 e 1,4 para  $k_h$  e  $k_m$ , respectivamente. Já para prismas grauteados, recomenda-se a utilização da Equação 3, que requer o conhecimento do fator de capacidade de redução ( $\varphi$ ) e fator de resistência à compressão do graute ( $k_c$ ). O valor adotado de  $\varphi$ , para alvenaria grauteada não reforçada submetida à esforços de compressão, é de 0,60 e o valor de  $k_c$  é de 1,4 para blocos de concreto;
- Eurocode 6: Para prismas vazados, a constante para calcular a resistência à compressão da alvenaria ( $K$ ) é de 0,45 para o Grupo 2, ao qual a alvenaria estudada pertence. Já para prismas grauteados, a constante  $K$  é de 0,55 para

o Grupo 1, o qual a alvenaria grauteada se encaixa. Sendo necessário, posteriormente para ambos os casos, dividir por 0,7 o valor encontrado de resistência calculado pela Equação 4;

- TMS 602 e CSA S304: os valores considerados para casos de prismas ocos e grauteados são os agrupados com a argamassa do tipo M, visto que essa argamassa é a que mais se assemelha com a argamassa utilizada nos ensaios, (segundo o descrito na ASTM, 2019), os quais são à base de formulação dos modelos. Vale ressaltar que a TMS 602 não inclui estimativas para prismas grauteados.

Considerando que a relação altura/espessura ( $h/t$ ) da maioria dos prismas utilizados na pesquisa serem 2,79, a resistência à compressão, apresentada nas posteriores comparações, foram corrigidas usando os fatores altura/espessura apresentadas nas normas ASTM (2012), CSA S304 (2013), Eurocode 6 (2020) e AS-3700 (2017). Os fatores utilizados são mostrados na Figura 4.25.

Figura 4.25 – Fator de correção para prismas com 2 blocos ( $h=390\text{mm}$  e  $t=190\text{mm}$ )



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

#### 4.5.3.1 Prisma Oco

Considerou-se para os modelos gerados no estudo o valor com 50% de confiança e 95% de confiança. A Tabela 4.31 exhibe os valores das estimativas dos modelos para prismas ocos. Na Figura 4.26 são apresentados os valores de estimativas da norma americana e norma canadense, conforme as Tabela 4.32 e Tabela 4.33.

Tabela 4.31 - Comparação entre o modelo proposto e normativas/literatura para prisma oco

$f_{b,k}$ (MPa)	$f_a$ (MPa)	Faixa	$f_{p,k}$ (MPa)					
			Modelo <sup>1</sup>	Fator de ajuste <sup>2</sup>	NBR 16868	AS 3700	Eurocode 6	Fortes et al. (2014) <sup>3</sup>
3,00	4,00	1	2,31	1,69	2,40	1,88	2,10	-
4,00	4,00	1	2,97	2,17	3,20	2,17	2,57	-
6,00	6,00	1	4,46	3,26	4,50	2,66	3,86	-
8,00	6,00	2	5,39	3,99	6,00	3,07	4,72	-
10,00	8,00	2	6,82	5,05	7,00	3,43	6,01	-
12,00	8,00	2	7,92	5,86	8,40	3,76	6,83	10,86
14,00	12,00	2	9,69	7,17	9,80	4,06	8,59	11,88
16,00	12,00	2	10,78	7,98	10,40	4,34	9,44	12,76
18,00	14,00	3	11,80	9,92	11,70	4,60	10,73	13,53
20,00	14,00	3	12,87	10,81	12,00	4,85	11,55	14,23
22,00	18,00	3	14,57	12,24	12,10	5,09	13,32	14,85
24,00	18,00	3	15,63	13,13	13,20	5,31	14,15	15,43

<sup>1</sup>Modelo linear - Equações 4.9, 4.13 e 4.17;

<sup>2</sup>Fator de ajuste x Modelo linear;

<sup>3</sup>Modelo:  $f_{p,k}(\text{área líquida}) = 13,17 \ln(f_{b,k}(\text{área líquida})) - 20,13$ .

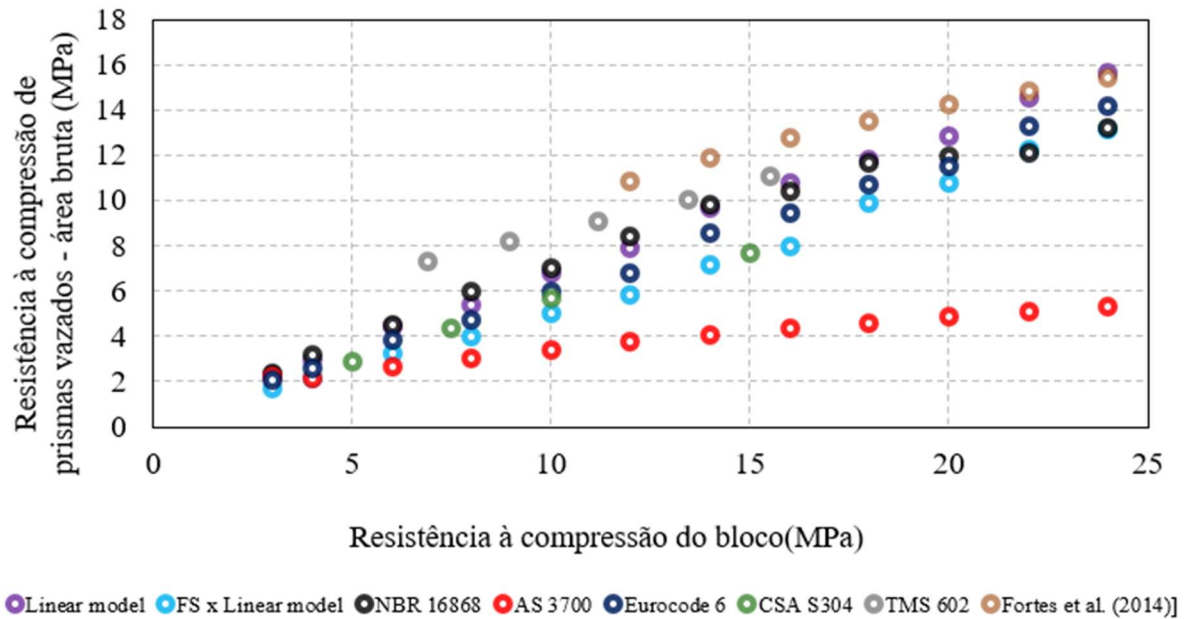
Tabela 4.32 - Estimativa TMS 602

$f_b$ (MPa)	$f_p$ (MPa)
6,89	7,28
8,95	8,19
11,20	9,11
13,44	10,02
15,51	11,08

Tabela 4.33 - Estimativa CSA S304

$f_b$ (MPa)	$f_p$ (MPa)
5,00	2,86
7,50	4,40
10,00	5,71
15,00	7,69

Figura 4.26- Comparação entre modelos para estimativa dos prismas ocós – área bruta



Ao realizar a análise do gráfico apresentado na Figura 4.26 e dos dados da Tabela 4.32, é possível concluir que a norma australiana apresenta um comportamento conservador em relação aos blocos de concreto com resistência superior a 6,00 MPa, quando comparada aos valores obtidos a partir do modelo linear proposto, bem como aos valores resultantes da aplicação do fator de segurança. Ou seja, a norma australiana se mostra conservadora em sua maioria.

As normas, americana e canadense, têm uma abrangência limitada quando se trata de resistências de blocos. Elas abrangem principalmente blocos com resistências baixas e moderadas. A norma americana recomenda em suas tabelas valores superiores para resistência à compressão de prisma não grauteado se comparado com as diversas estimativas de normas plotadas no gráfico.

O modelo proposto por Fortes et al. (2014) é consistente com o modelo linear para valores elevados de resistência dos blocos. No entanto, para valores menores de resistência, o modelo de Fortes et al. (2014) tende a superestimar a resistência dos prismas se comparado as estimativas do estudo em questão e das normativas.

Adicionalmente, verificou-se que as estimativas obtidas com base na norma europeia são as mais semelhantes e apresentam um melhor ajuste aos modelos lineares considerando uma confiança de 95%. Os resultados obtidos com a norma

europeia são praticamente paralelos aos resultados dos modelos gerados no estudo, com uma diferença média de 13% em relação as estimativas.

#### 4.5.3.2 Prisma Grauteado

A Tabela 4.34 exhibe os valores das estimativas dos modelos do estudo e das normativas.

Tabela 4.34 – Comparação entre o modelo proposto e normativas/literatura para prisma grauteado.

$f_{b,k}$ (MPa)	$f_a$ (MPa)	$f_{g,k}$ (MPa)	Faixa	$f_{p^*,k}$ (MPa)					
				Modelo <sup>1</sup>	Fator de ajuste <sup>2</sup>	NBR 16868	AS 3700	Eurocode 6	Fortes et al. [12] <sup>3</sup>
3,00	4,00	15,00	1	4,77	2,75	4,80	3,12	4,17	-
4,00	4,00	15,00	1	7,10	4,09	6,40	3,62	5,11	-
6,00	6,00	15,00	1	9,61	5,53	7,90	4,62	7,66	-
8,00	6,00	20,00	2	10,98	8,60	10,50	6,07	9,37	-
10,00	8,00	20,00	2	12,66	9,91	12,30	7,07	11,94	-
12,00	8,00	25,00	2	15,10	11,82	13,40	8,58	13,56	18,15
14,00	12,00	25,00	2	17,18	13,46	15,70	9,58	15,76	19,53
16,00	12,00	30,00	2	19,62	15,37	16,60	11,16	17,91	20,72
18,00	14,00	30,00	3	19,55	16,68	18,70	12,16	18,75	21,77
20,00	14,00	35,00	3	22,02	18,79	19,20	13,82	20,89	22,72
22,00	18,00	35,00	3	23,52	20,07	19,40	14,82	22,53	23,57
24,00	18,00	40,00	3	25,99	22,18	21,10	16,59	24,73	24,35

<sup>1</sup>Modelo linear - Equações 4.21, 4.25 e 4.29;

<sup>2</sup>Fator de ajuste x Modelo linear;

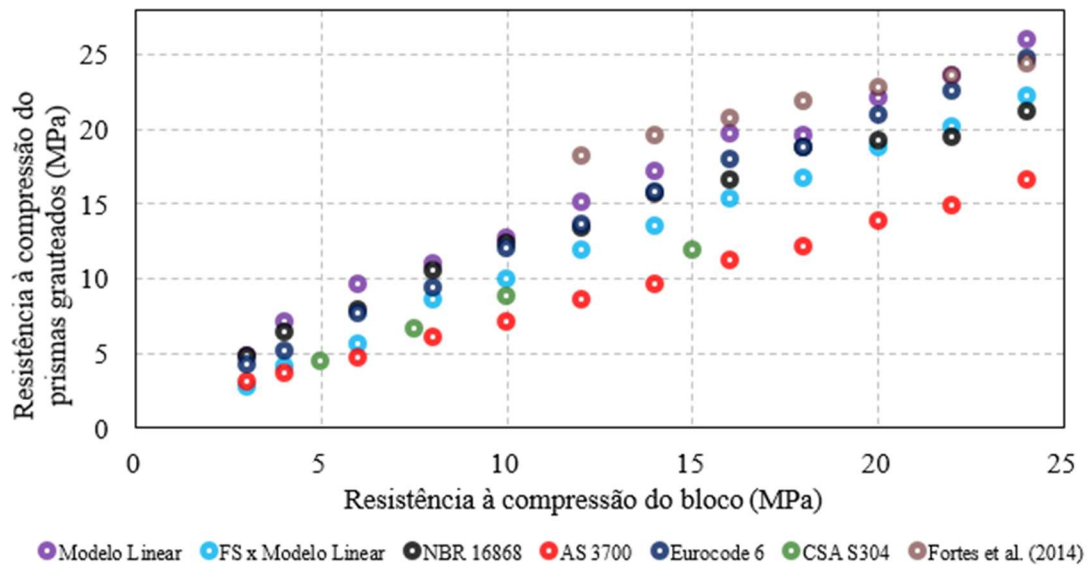
<sup>3</sup>Modelo:  $f_{p^*,k} = 8,942 \ln(f_{b,k}(\text{área líquida})) - 10,27$ .

Na Figura 4.27, será inserido os valores da Tabela 4.34 e os valores de estimativas da norma Canadense que estão na Tabela 4.35. Assim podendo verificar de maneira completa o comportamento dos modelos propostos comparados com as estimativas das normativas.

Tabela 4.35 - Estimativa CSA S304.

$f_b$ (MPa)	$f_p^*$ (MPa)
5,00	4,40
7,50	6,59
10,00	8,79
15,00	11,87

Figura 4.27- Comparação entre os modelos de estimativas para resistência de prisma grauteado



A partir da Figure 4.27, averiguou-se que o modelo linear proposto estima valores uma média de 13% maiores que valores estimados pela norma europeia. Sendo essa que melhor se adequa se comparada com os valores estimados pelos modelos propostos no trabalho.

Além disso, a norma australiana adota valores conservadores para a resistência de prisma grauteado se comparada com o modelo proposto pelo trabalho sem considerar a confiança de 95%. Ao se considerar o modelo com o fator de ajuste, percebe-se que este tem estimativa em média 15% menor que as estimativas da norma australiana.

Notou-se que a norma canadense se apresenta mais conservadora que as estimativas do modelo proposto pelo estudo, considerando ou não o fator de ajuste para confiança de 95%.

O modelo proposto pelo estudo de Fortes et al. (2014) estima valores elevados de resistência de prisma grauteado, para blocos de resistência de até 20 MPa. Para valores mais elevados de resistência de bloco, o modelo de Fortes et al. (2014) é mais

conservador em relação ao modelo da Faixa 3 proposto neste estudo, sem a consideração do fator de ajuste.

#### 4.6 ANÁLISE COMPARATIVA DE DESEMPENHO ENTRE MODELOS COM E SEM SEPARAÇÃO DE FAIXA DE RESISTÊNCIA

Para determinar o modelo mais adequado para a estimativa de resistência, foram realizadas análises comparativas entre os modelos por faixa e o modelo sem separação por faixa. Dentre as métricas utilizadas para avaliar a eficácia de cada modelo, foram considerados tanto o coeficiente de determinação, R-quadrado, quanto a qualidade das linhas de tendência geradas pelas equações.

Inicialmente, foi realizada uma comparação entre o coeficiente de determinação R-quadrado das Equações 4.7 e 4.8 (modelos sem separação de faixas), e os valores das equações de prisma oco (Equações 4.9, 4.13 e 4.17) e de prisma grauteado (Equações 4.21, 4.25 e 4.29), sendo esses os modelos com separação de faixa de resistência. Observou-se que os modelos gerados com a separação de faixas de resistência apresentaram valores mais próximos de 1, indicando uma melhor adequação aos dados experimentais.

Anterior a segunda análise, foi calculado também o valor do fator de ajuste para as Equações 4.7 e 4.8 aferindo então a elas confiança de 95%, sendo eles, respectivamente, igual 0,83 e 0,81. Nas Figuras 4.28 e 2.29 são mostrados os gráficos referentes ao estudo.

Figura 4.28- Estudo de fator de ajuste para os modelos gerais – Prisma vazado

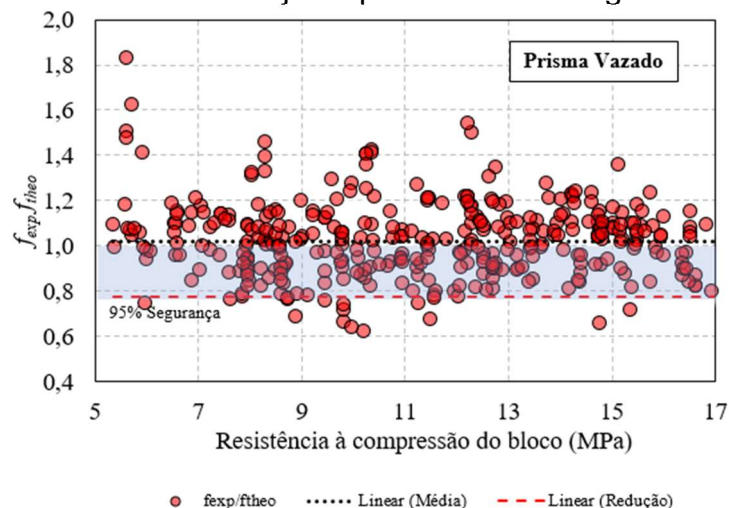
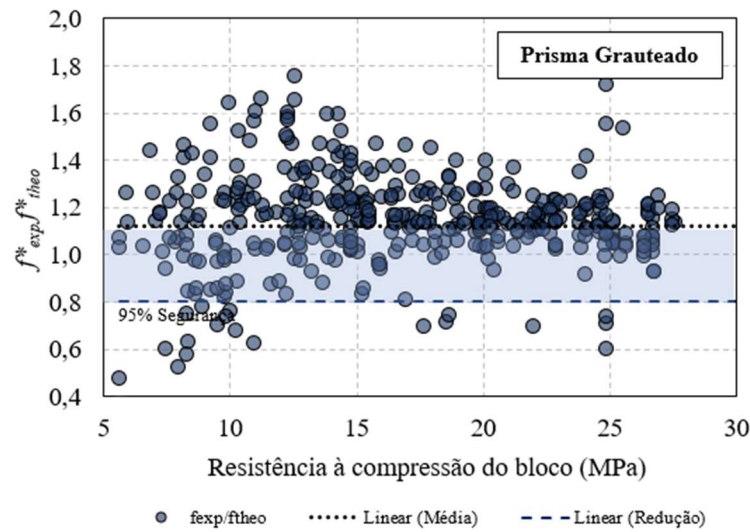


Figura 4.29- Estudo de fator de ajuste para os modelos gerais – Prisma grauteado



Foi realizada uma segunda análise, que consistiu na plotagem de gráficos de dispersão dos dados experimentais, apresentados no Apêndice A, juntamente com as linhas de tendência geradas pelos modelos propostos sem considerar os fatores de ajuste, além da linha de tendência dos dados. Esses gráficos foram apresentados nas Figuras 4.30 e 4.31.

Figura 4.30- Gráfico de dispersão e tendência dos modelos para prismas vazados

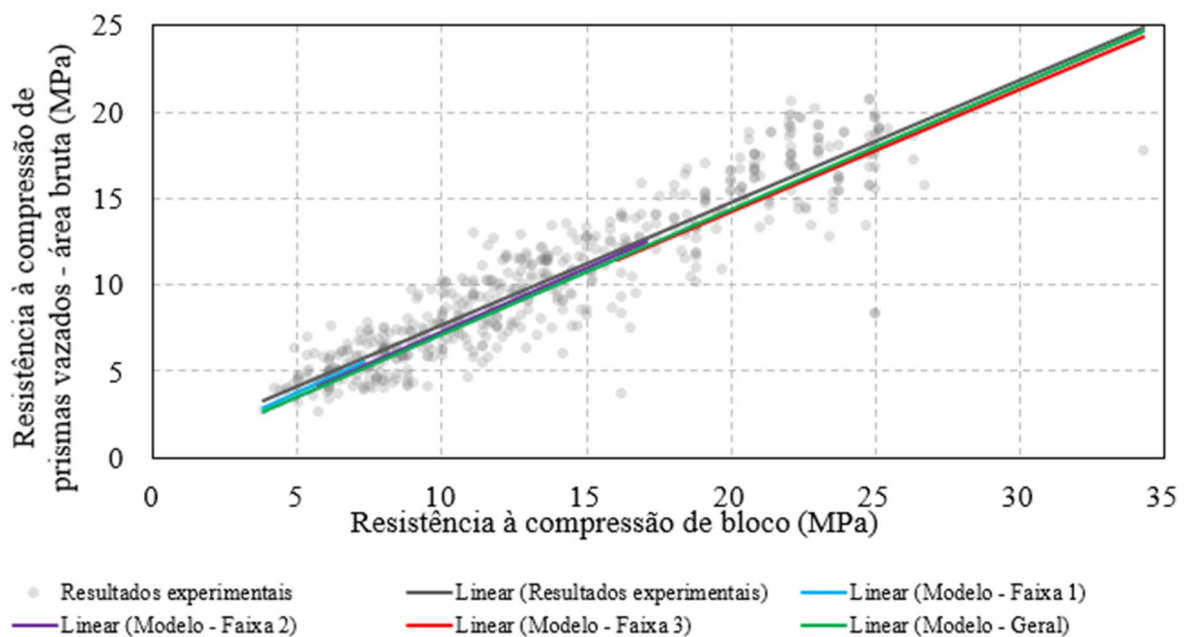
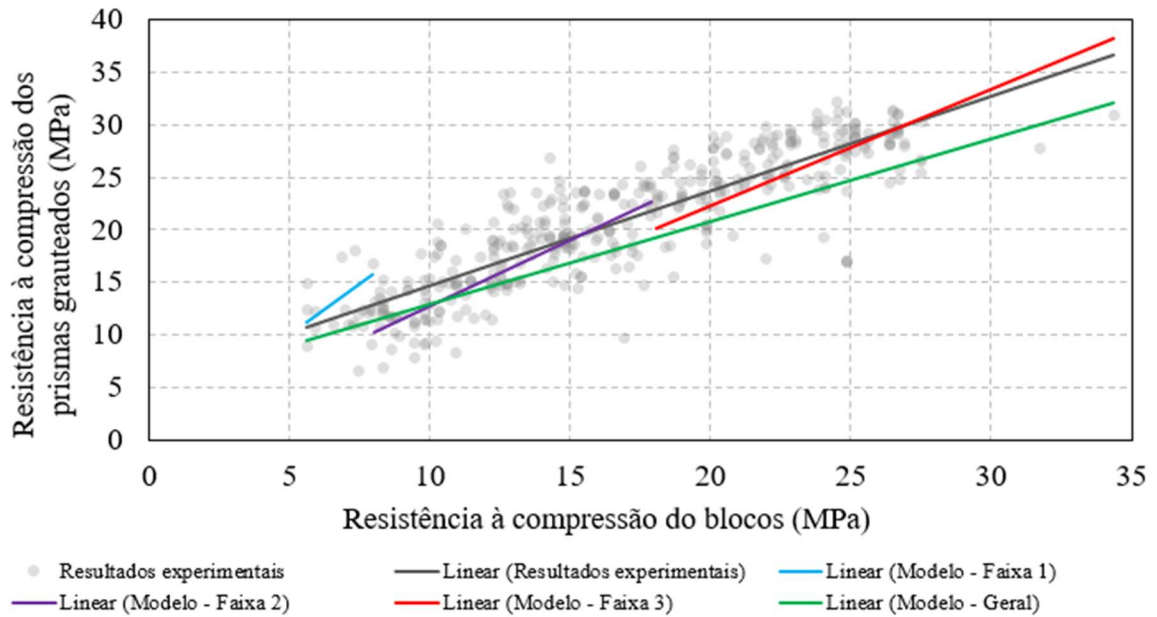




Figura 4.31- Gráfico de dispersão e tendência dos modelos para prismas grauteados



Considerando os fatores de ajuste nos modelos, é possível observar a tendência dos modelos por meio do gráfico de dispersão, conforme ilustrado nas Figuras 4.32 e 4.33.

Figura 4.32- Gráfico de dispersão e tendência dos modelos para prismas vazados com fatores de ajustes

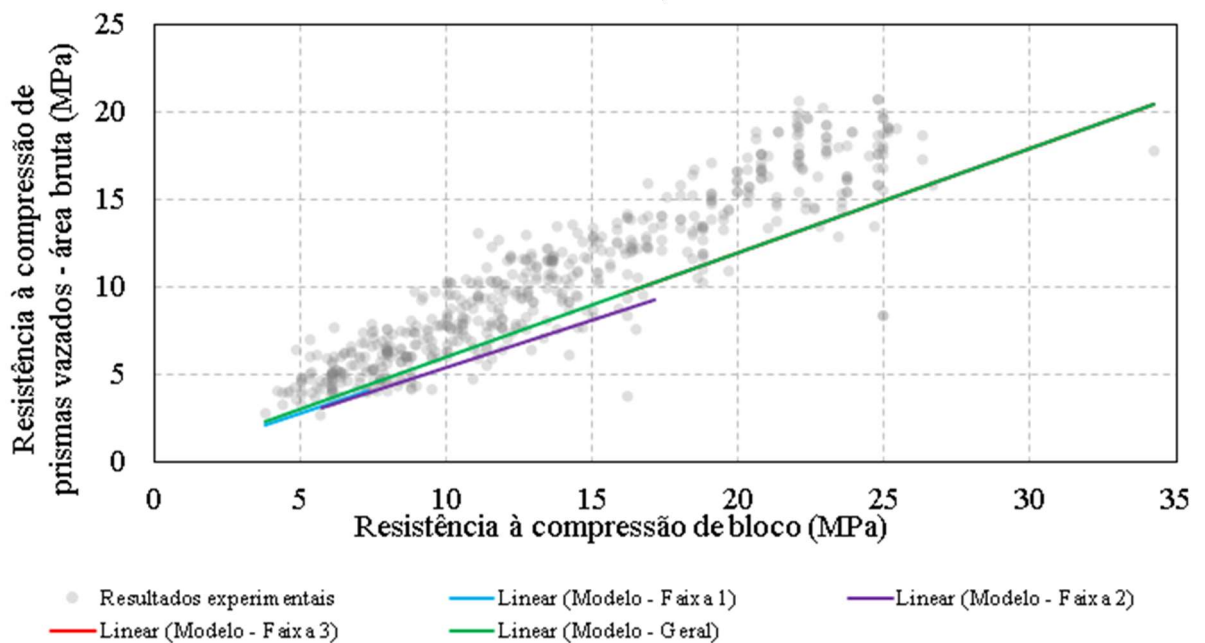
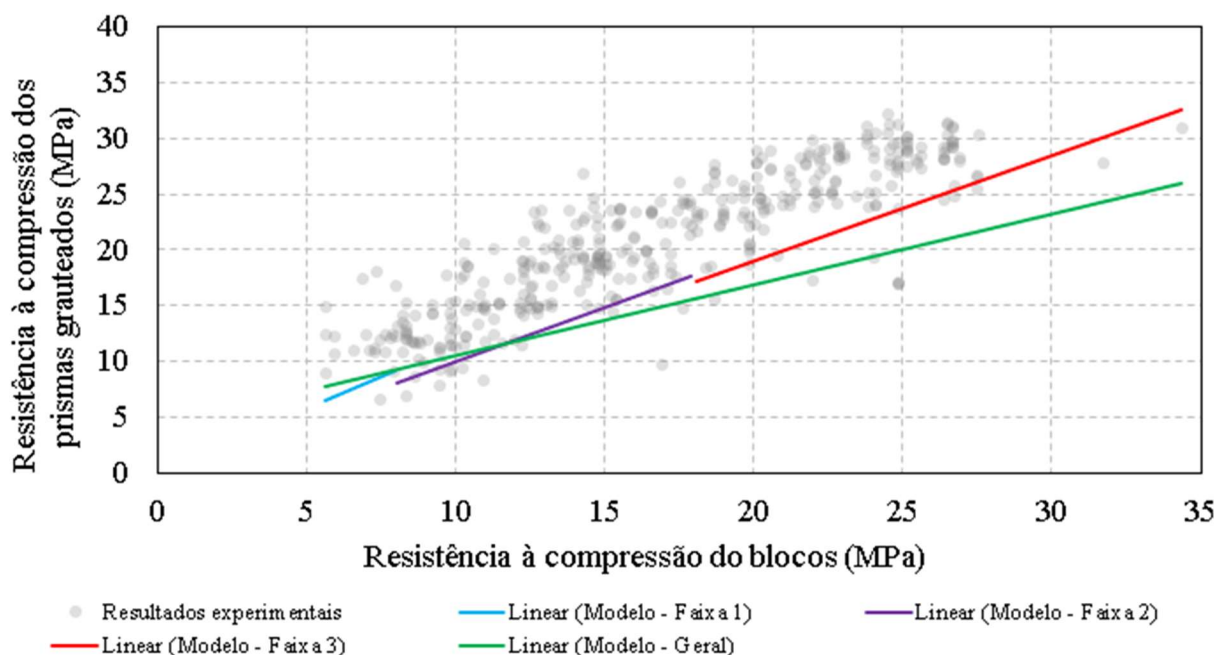


Figura 4.33- Gráfico de dispersão e tendência dos modelos para prismas grauteados com fatores de ajustes



Após analisar visualmente os gráficos de dispersão apresentados nas Figuras 4.30, 4.31, 4.32 e 4.33, foi possível avaliar a qualidade dos modelos propostos. Verificou-se que o modelo geral de prisma oco apresentou uma adaptação mais precisa aos valores intermediários, enquanto nas extremidades observou-se uma falta de adaptação em comparação com os modelos por faixas. Por outro lado, o modelo de prisma grauteado sem separação de faixas mostrou-se mais conservador em relação à linha de tendência dos dados experimentais. Esses resultados confirmam a indicação de utilizar modelos com a separação de faixas de resistência.

Além disso, os modelos considerando os fatores de ajuste com confiança de 95% abrangem uma grande parte dos ensaios, o que torna esses modelos ainda mais eficientes ao abranger uma ampla gama de resistências experimentais. Essa constatação reforça a validade e a robustez dos modelos propostos, fornecendo maior confiabilidade aos resultados obtidos.

Em resumo, a análise visual dos gráficos de dispersão permitiu uma avaliação precisa da qualidade dos modelos. Ficou evidente que os modelos com a separação de faixas de resistência são mais adequados, e a inclusão dos fatores de ajuste com confiança de 95% contribuiu para uma representação abrangente das resistências experimentais. Essas conclusões são importantes para embasar a seleção e aplicação adequada dos modelos propostos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo propôs modelos de cálculo para estimar a resistência à compressão de prismas ocós e grauteados na alvenaria estrutural, utilizando relatórios de ensaios de empresas do ramo. É importante ressaltar que, ao contrário das relações limitadas encontradas para unidades de alvenaria com resistência baixa e moderada, este estudo foi mais abrangente, sendo aplicável também para altas resistências.

Em relação ao banco de dados utilizado, os resultados das filtragens revelaram que poucas contribuições foram excluídas devido ao coeficiente de variação ser superior a 20%, que é o valor máximo estabelecido pela ABNT NBR 16868-1 (2020) e os estudos de Jaquadre (1972). Isso indica que as empresas que forneceram os dados para o estudo possuem um controle de qualidade efetivo, uma vez que há poucos ensaios com grande discrepância entre as amostras.

Os resultados das análises realizadas nos modelos indicam que a segmentação em faixas de resistência é fundamental para capturar as variações observadas nos dados experimentais. Desse modo, a utilização de modelos com separação de faixas mostrou-se uma estratégia mais eficiente e precisa para a estimativa de resistência, permitindo a consideração de diferentes agrupamentos. Propõe-se a utilização das Equações 4.9, 4.13 e 4.17, respectivamente, para as faixas 1, 2 e 3, no caso do prisma ocó, e das equações 4.21, 4.25 e 4.29, também respectivamente, para as faixas 1, 2 e 3, no caso do prisma grauteado. Na Tabela 5.1 os modelos recomendados pelo estudo.

Tabela 5.1 - Modelos recomendados pelo estudo

Faixa de resistência	Modelos propostos	
	Prismas Vazados	Prismas Grauteados
1	$f_{p,k} = 0,662 \times f_{b,k} + 0,081 \times f_a$ 4.9	$f_{p,k}^* = 2,333 \times f_{b,k} - 0,811 \times f_a + 0,140 \times f_{g,k}$ 4.21
2	$f_{p,k} = 0,548 \times f_{b,k} + 0,167 \times f_a$ 4.13	$f_{p,k}^* = 0,631 \times f_{b,k} + 0,155 \times f_a + 0,235 \times f_{g,k}$ 4.25
3	$f_{p,k} = 0,530 \times f_{b,k} + 0,161 \times f_a$ 4.17	$f_{p,k}^* = 0,537 \times f_{b,k} + 0,080 \times f_a + 0,280 \times f_{g,k}$ 4.29

Além disso, sugeriu-se a implementação de um fator de ajuste que confira ao modelo uma confiabilidade de 95%. Essa medida de segurança garantirá aos projetistas uma maior confiança ao utilizar o modelo. Os modelos propostos com os valores de fator intrínseco são as Equações 4.12, 4.16 e 4.20 para prisma oco, e as Equações 4.24, 4.28 e 4.32 para prismas grauteados. Na Tabela 5.2 os modelos recomendados pelo estudo com os fatores de ajuste implementado.

Tabela 5.2 – Modelos recomendados pelo estudo implementado o fator de ajuste

Faixa de resistência	Modelos propostos	
	Prismas Vazados	Prismas Grauteados
1	$f_{p,k} = 0,73 \times (0,662 \times f_{b,k} + 0,081 \times f_a)$ 4.12	$f_{p,k}^* = 0,58 \times (2,333 \times f_{b,k} - 0,811 \times f_a + 0,140 \times f_{g,k})$ 4.24
2	$f_{p,k} = 0,74 \times (0,548 \times f_{b,k} + 0,167 \times f_a)$ 4.16	$f_{p,k}^* = 0,78 \times (0,631 \times f_{b,k} + 0,155 \times f_a + 0,235 \times f_{g,k})$ 4.28
3	$f_{p,k} = 0,84 \times (0,530 \times f_{b,k} + 0,161 \times f_a)$ 4.20	$f_{p,k}^* = 0,85 \times (0,537 \times f_{b,k} + 0,080 \times f_a + 0,280 \times f_{g,k})$ 4.32

Conforme destacado por Nalon et al. (2022) em seu estudo, existem limitações significativas nas equações empíricas e valores tabulados presentes nas normas, especialmente quando se trata da correlação apenas entre a resistência do bloco e do prisma. Os autores indicam que o método de ensaios de prismas é mais apropriado para estimar a resistência à compressão da alvenaria, em contraposição às formulações e tabelas propostas pelas normas, as quais não consideram adequadamente os demais componentes, como a argamassa e o graute. Nesse sentido, a ABNT NBR 16868-1 (2020) se destaca por apresentar uma tabela com valores de referência de resistência à compressão de prismas que levam em consideração a resistência do bloco, da argamassa e do graute, oferecendo uma abordagem mais abrangente para estimar a resistência da alvenaria.

Durante a condução deste estudo, foram utilizados relatórios de ensaios de prismas e dos componentes de alvenaria para sugerir os modelos, conforme proposto pelos autores, e foi possível confirmar os valores tabelados da ABNT NBR 16868-1 (2020). Os resultados obtidos foram comparados com os valores da norma, e verificou-se que os modelos propostos chegaram a valores muito próximos aos tabelados. Os modelos recomendados, sem considerar os fatores de ajuste, apresentam uma diferença de aproximadamente 10% a mais ou a menos em relação aos valores tabelados. Por outro lado, os valores com ajustes chegam a ser cerca de

30% menores que os tabelados, devido à consideração do fator que indica 95% de confiança nos modelos. Esses resultados indicam que os modelos desenvolvidos são eficientes na estimativa da resistência à compressão dos prismas de acordo com a norma brasileira, desde que o controle de qualidade dos materiais tenha sido adequadamente realizado.

## 5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A seguir algumas sugestões para trabalhos futuros que podem complementar e aprimorar os modelos de cálculo de resistência de prismas, contribuindo para um maior entendimento e confiabilidade nessa área da engenharia:

- Complementar o banco de dados existente e implementar os modelos sugeridos, com o objetivo de verificar se os valores estimados são aceitáveis. Isso permitiria um maior embasamento dos resultados e uma melhor validação dos modelos.
- Realizar ensaios e testes adicionais para validar os modelos sugeridos no trabalho. Essas avaliações experimentais podem fornecer dados concretos e mais precisos, possibilitando a confirmação da eficácia dos modelos propostos.
- Implementar técnicas de redes neurais para gerar modelos mais precisos e personalizados. As redes neurais têm demonstrado um grande potencial no campo da engenharia e podem ser aplicadas para melhorar os cálculos de resistência, levando em consideração diversas variáveis e permitindo uma análise mais precisa.
- Incluir novos parâmetros nos modelos de cálculo, identificando e analisando novas variáveis para uma avaliação mais precisa da resistência de materiais e estruturas. Além disso, é promissor estudar prismas com junta fina e alvenaria com especificidades únicas, buscando compreender o comportamento dessas estruturas e desenvolver modelos específicos que aumentem a confiabilidade dos cálculos de resistência aplicados a esses casos específicos.

## REFERÊNCIAS

ÁLVAREZ-PÉREZ, J.; GÓMEZ, J.H.C; TORRES, B.T.T; LAVISTA, M.M; VÁZQUEZ, R.B. **Multifactorial behavior of the elastic modulus and compressive strength in masonry prisms of hollow concrete blocks**, Construction and Building Materials, Volume 241, 2020,118002, ISSN 0950-0618.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15270:1**: Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria – Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15270:2**: Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria – Parte 2: Métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16868:1**: Alvenaria estrutural – Parte 1: Projeto. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16868:2**: Alvenaria estrutural – Parte 2: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16868:3**: Alvenaria estrutural – Parte 3: Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6136**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. **Manual Técnico de Alvenaria**. São Paulo: ABCI, 1990.

ASTM C270-19, Standard Specification for Mortar for Unit Masonry, ASTM International, West Conshohocken, PA, (2019).

ASTM C1314-12, Standard test method for compressive strength of masonry prisms, ASTM International, West Conshohocken, PA, (2012).

BARBOSA, C. S.; HANAI, J. B.; LOURENÇO, P. B.; MOHAMAD, G. **Influência da perda de água e das tensões confinantes nas propriedades físicas e mecânicas da argamassa de assentamento para alvenaria estrutural**. In: Anais do IX Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. Belo Horizonte, MG. Maio, 2011.

BURNHAM, K. P., & ANDERSON, D. R. (2004). **Multimodel inference: Understanding AIC and BIC in model selection**. *Sociological Methods & Research*, 33(2), 261-304. doi:10.1177/0049124104268644

Canadian Standards Association (CSA) (2014). CSA S 304 Design of Masonry Structures, Canadian Standards Association, Mississauga, ON, Canada.

CANATO, R. L. **Considerações para o controle tecnológico de obras em alvenaria estrutural**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFSCar, São Carlos, 2015. p. 99.

MARCO, C. E. G. **Avaliação Mecânica de Prismas Preenchidos Com Argamassa / Graute à Compressão**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFSM, Santa Maria, 2016.

ESTRUTURA EM ALVENARIA ESTRUTURAL OU CONCRETO ARMADO. **SUMMA Engenharia**, 04 de março de 2019. Disponível em: <<http://summa.eng.br/index.php/component/content/article/79-blog/102-estrutura-em-alvenaria-estrutural-ou-concreto-armado-2>> Acesso em: 17 de setembro de 2021.

EUROCODE 6, Part 1-1, EN 1996-1-1 – General – Rules for reinforced and unreinforced masonry, including lateral loading, 2020.

FERNANDES, T. B. **Correlação de resistência à compressão de prismas e blocos de concreto**. 2022. 64f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2022.

FERREIRA, J. C., PATINO, C. M. **O que realmente significa o valor-p?** Educação continuada: Metodologia Científica. J Bras Pneumol. 2015; 41 (5): 485-485.

Florent Baty, Christian Ritz, Sandrine Charles, Martin Brutsche, Jean-Pierre Flandrois, Marie-Laure Delignette-Muller (2015). **A Toolbox for Nonlinear Regression in R: The Package nlstools**. Journal of Statistical Software, 66(5), 1-21. URL <https://www.jstatsoft.org/article/view/v066i05>. doi 10.18637/jss.v066.i05

FORTES, E. S. **Caracterização da resistência à compressão de alvenaria estrutural de blocos de concreto de baixa a alta resistência**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFSCar, São Carlos, 2012. p. 297.

FORTES, E. S. ; PARSEKIAN, G. A. ; FONSECA, F. S. . Relationship between the Compressive Strength of Concrete Masonry and the Compressive Strength of Concrete Masonry Units. Journal of Materials in Civil Engineering, v. 27, p. 04014238, 2014.

G. Grothendieck (2013). **nls2**: Non-linear regression with brute force. R package version 0.2. <https://CRAN.R-project.org/package=nls2>

GAYED, M., KORANY, Y. Concrete **Compressive Strength Using the Unit Strength Method**. Masonry Chair Report No.102-2011, May 2011.

GOOGLE MAP. **Captura de imagens**. Disponível em: <<https://maps.google.com.br/>>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2023.

H. Wickham. **ggplot2**: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York, 2016.

HENDRY, A. W.. Structural brickwork. New York – USA: Halsted Press book, John Wiley & Sons , 1981

JABER, A. **Effect of masonry units type and concrete grouting on compressive strength of prisms**. Eng. & Tech Journal. 2010; Vol. 28, No. 13, 2010.

JAQUADRE, V. M. **El método de simulacion y la resistencia característica del hormigon**. Revista de Obras Publicas: 1971.

KUMAVAT, H.R. **An Experimental Investigation of Mechanical Properties in Clay Brick Masonry by Partial Replacement of Fine Aggregate with Clay Brick Waste**. J. Inst. Eng. India Ser. A 97, 199–204 (2016). <https://doi.org/10.1007/s40030-016-0178-7>

MASONRY STANDARDS JOINT COMMITTEE (MSJC), **Building code requirements for masonry structures**, TMS 602, American Concrete Institute, Structural Engineering Institute of the American Society of Civil Engineers, The Masonry Society, Detroit (2021).

MOHAMAD, G.; BAVASTRI, E. Y. N.; KIRCHHOF, L. D.; RIZZATTI, E.; JANTSCH, A. C. A. Desenvolvimento de uma nova concepção geométrica para os blocos de concreto não modulares para alvenaria estrutural. **Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 127-152, abr./jun. 2015. ISSN 1678-8621**

MOHAMAD, G. **Comportamento mecânico na ruptura de prismas de blocos de concreto**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFSC, Florianópolis, 1998.

MOHAMAD, G. **Construções em alvenaria estrutural: Materiais, projetos e desempenho**. 2 ed. São Paulo: Blucher, 2020.

NALON, G. H., RIBEIRO, J. C. L., PEDROTI, L. G., DA SILVA, R. M., ARAÚJO, E. N. D., SANTOS, R. F., LIMA, G. E. S. **Review of recent progress on the compressive behavior of masonry prisms**. Construction and Building Materials, v. 320, 2022. ISSN 0950-0618. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.126181>.

PARSEKIAN, G. A; MEDEIROS, W. A. **Parâmetros de projeto de alvenaria estrutural com blocos de concreto**. 2. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2021. 147 p.

PORTELLA, R. P. **Fator de eficiência da resistência prisma/bloco cerâmica de paredes vazadas**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFSM, Santa Maria, 2015. p. 95.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. 1ª ed. São Paulo : Pini, 2003.

Rinker, T. W. & Kurkiewicz, D. (2017). **pacman**: Package Management for R. version 5.0. Buffalo, New York. <http://github.com/trinker/pacman>.



ROMAGNA, R. H. **Resistência à compressão de prismas de blocos de concreto grauteado e não grauteado**. 2000. 195 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

ROSS, M., KORANY, Y. **“Concrete Masonry Compressive Strength Using the Unit Strength Method for Grouted Masonry”** Masonry Chair Report No.105-2012, May 2012.

RStudio Team (2023). **RStudio: Integrated Development for R**. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.

SARANGPANI, G., REDDY, B. V. V., JAGADISH, K. S. **Structural characteristics of bricks, mortar and masonry**. J. Struct. Eng. 29 (2), 101 -107 (2002).

SHIMAKURA, S.E. **Coeficiente de determinação**. 2006. Disponível em: <http://leg.ufpr.br/~silvia/>.

STANDARDS ASSOCIATION OF AUSTRALIA. **Masonry Structures – AS 3700**. Sydney, 2017.

## APÊNDICE A – BANCO DE DADOS

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
1	14x29	6	18,533	0,115	Faixa 3	15,350	6	13,667	0,096	15,350	50,383	6	18,633	0,085
2	14x29	6	20,383	0,046	Faixa 3	15,350	6	13,900	0,099	15,350	50,383	6	24,400	0,040
3	14x29	6	20,383	0,046	Faixa 3	9,850	6	15,283	0,124	9,850	50,383	6	19,983	0,104
4	14x29	9	20,400	0,114	Faixa 3	9,850	6	16,083	0,038	9,850				
5	14x29	10	19,870	0,146	Faixa 3	9,850	6	6,350	0,077	9,850				
6	14x29	10	7,540	0,051	Faixa 1	12,675	12	5,675	0,097	12,675	23,471	12	13,467	0,062
7	14x29	10	5,710	0,060	Faixa 1	9,267	12	5,383	0,072	9,267	25,550	12	15,383	0,055
8	14x29	10	4,710	0,072	Faixa 1	9,150	12	4,617	0,041	9,150	25,000	12	18,383	0,035
9	14x29	10	11,220	0,056	Faixa 2	8,742	12	10,125	0,033	8,742	22,613	12	20,108	0,047
10	14x29	10	16,070	0,067	Faixa 2	9,408	12	14,308	0,030	9,408	27,671	12	28,717	0,067
11	14x29	10	10,240	0,074	Faixa 2	10,867	12	10,675	0,056	10,867	32,200	12	20,633	0,048
12	14x29	10	12,730	0,049	Faixa 2	11,800	12	12,717	0,075	11,800	33,733	12	22,458	0,104
13	14x29	10	21,980	0,075	Faixa 3	8,800	12	15,400	0,021	8,800	37,175	12	27,675	0,032
14	14x29	10	7,300	0,074	Faixa 1	6,262	12	5,833	0,054	6,262	36,257	12	18,042	0,052
15	14x29	10	10,950	0,112	Faixa 2	5,030	12	7,900	0,189	5,030	35,917	12	18,275	0,058
16	14x29	10	10,140	0,181	Faixa 2	5,875	12	7,017	0,194	5,875	35,550	12	17,408	0,066
17	14x29	10	13,580	0,128	Faixa 2	6,967	12	10,200	0,175	6,967	44,583	12	21,450	0,068
18	14x29	10	12,610	0,075	Faixa 2	11,783	12	12,225	0,105	11,783	41,400	12	23,375	0,132
19	14x29	10	12,990	0,061	Faixa 2	8,067	12	9,908	0,044	8,067	39,017	12	23,092	0,073
20	14x29	10	15,110	0,064	Faixa 2	9,533	12	13,942	0,080	9,533	31,725	12	18,742	0,037

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
21	14x29	10	15,150	0,084	Faixa 2	8,683	12	12,000	0,068	8,683	33,138	12	21,075	0,018
22	14x39	12	6,932	0,094	Faixa 1	4,140	12	5,657	0,177	4,140	19,670	12	12,424	0,055
23	14x39	12	9,939	0,143	Faixa 2	5,100	12	8,068	0,068	5,100	18,350	12	15,502	0,111
24	14x39	12	12,421	0,137	Faixa 2	7,070	12	9,199	0,150	7,070	24,770	12	18,731	0,105
25	14x39	12	17,891	0,098	Faixa 2	10,920	12	13,603	0,080	10,920	28,600	12	22,169	0,074
26	14x39	12	17,399	0,080	Faixa 2	10,110	12	13,376	0,102	10,110	33,090	12	24,344	0,042
27	14x39	12	18,911	0,088	Faixa 3	11,510	12	13,730	0,073	11,510	33,200	12	24,500	0,029
28	14x39	12	25,183	0,064	Faixa 3	15,820	12	16,091	0,059	15,820	33,940	12	23,597	0,078
29	14x39	12	25,495	0,099	Faixa 3	14,500	12	16,744	0,046	14,500	33,380	12	27,923	0,045
30	14x39	12	31,729	0,091	Faixa 3	19,310	12	16,727	0,033	19,310	36,990	12	27,803	0,038
31	14x39	12	34,364	0,002	Faixa 3	24,660	12	17,863	0,004	24,660	35,890	12	30,934	0,035
32	14X29	6	18,488	0,088	Faixa 3	10,038	6	12,237	0,142	10,038	37,568	6	25,812	0,049
33	14x39	6	12,817	0,127	Faixa 2	13,500	6	11,633	0,125	13,500	32,063	6	23,667	0,069
34	14x39	6	12,500	0,091	Faixa 2	13,917	6	10,617	0,016	13,917	30,433	6	18,967	0,065
35	14x39	6	14,050	0,107	Faixa 2	13,767	6	10,350	0,099	13,767	31,617	6	20,950	0,049
36	14x39	6	15,550	0,030	Faixa 2	11,033	6	11,750	0,045	11,033	27,583	6	19,833	0,056
37	14x39	6	16,033	0,077	Faixa 2	8,417	6	11,400	0,128	8,417	22,350	6	17,233	0,015
38	14x39	6	9,667	0,032	Faixa 2	13,117	6	9,683	0,044	13,117	25,817	6	17,783	0,034
39	14x39	6	8,250	0,091	Faixa 2	11,267	6	9,650	0,052	11,267	27,983	6	17,383	0,038
40	14x39	6	9,250	0,095	Faixa 2	12,400	6	9,417	0,160	12,400	21,733	6	16,267	0,052
41	14x39	6	7,050	0,411	Faixa 1	10,917	6	6,300	0,075	10,917	20,767	6	10,417	0,056
42	14x39	6	8,167	0,071	Faixa 2	8,217	6	7,317	0,075	8,217	20,367	6	10,883	0,021
43	14x39	6	8,167	0,071	Faixa 2	8,333	6	6,433	0,089	8,333	17,467	6	13,617	0,044

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
44	14x39	6	8,167	0,071	Faixa 2	8,333	6	6,733	0,058	8,333	17,467	6	14,133	0,050
45	14x39	6	9,200	0,039	Faixa 2	7,767	6	7,000	0,100	7,767	35,367	6	15,167	0,025
46	14x39	6	9,200	0,039	Faixa 2	7,383	6	7,567	0,027	7,383	18,933	6	14,283	0,056
47	14x39	6	7,050	0,171	Faixa 1	8,050	6	6,517	0,031	8,050	17,700	6	11,083	0,048
48	14x39	6	7,800	0,053	Faixa 1	6,600	6	5,017	0,091	6,600	22,283	6	12,150	0,038
49	14x39	6	7,233	0,063	Faixa 1	6,650	6	5,250	0,112	6,650	17,267	6	10,867	0,039
50	14x39	6	7,600	0,058	Faixa 1	8,217	6	5,967	0,120	8,217	11,500	6	10,317	0,014
51	14x39	6	7,917	0,043	Faixa 1	8,967	6	6,217	0,053	8,967	33,750	6	9,100	0,109
52	14x39	6	7,300	0,062	Faixa 1	9,500	6	6,683	0,032	9,500	13,933	6	10,550	0,044
53	14x39	6	7,233	0,086	Faixa 1	8,967	6	6,300	0,092	8,967	17,000	6	11,217	0,057
54	14x39	6	5,800	0,087	Faixa 1	3,350	6	3,850	0,056	3,350	12,250	6	6,517	0,081
55	14x39	6	6,333	0,045	Faixa 1	3,917	6	4,333	0,072	3,917	12,267	6	10,650	0,107
56	14x39	6	7,550	0,062	Faixa 1	4,000	6	4,133	0,068	4,000	30,317	6	7,833	0,042
57	14x39	6	5,283	0,077	Faixa 1	9,883	6	5,333	0,117	9,883	15,683	6	9,883	0,097
58	14x39	6	5,017	0,102	Faixa 1	6,567	6	4,017	0,096	6,567	14,133	6	10,717	0,092
59	14x39	6	13,617	0,036	Faixa 2	15,367	6	10,567	0,044	15,367	36,883	6	17,583	0,064
60	14x39	6	15,983	0,057	Faixa 2	18,050	6	12,017	0,065	18,050	26,167	6	19,350	0,022
61	14x39	6	14,367	0,047	Faixa 2	11,633	6	8,633	0,088	11,633	27,167	6	17,083	0,070
62	14x39	6	12,383	0,037	Faixa 2	10,733	6	10,200	0,092	10,733	22,683	6	14,917	0,035
63	14x39	6	12,967	0,079	Faixa 2	14,967	6	10,033	0,067	14,967	26,383	6	18,450	0,033
64	14x39	6	12,067	0,098	Faixa 2	12,783	6	9,667	0,118	12,783	13,817	6	16,133	0,036
65	14x39	6	10,333	0,070	Faixa 2	6,667	6	7,733	0,141	6,667	18,017	6	14,600	0,074
66	14x39	6	10,650	0,082	Faixa 2	8,700	6	6,983	0,094	8,700	22,200	6	15,017	0,130

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
67	14x39	6	12,367	0,057	Faixa 2	6,483	6	9,067	0,061	6,483	12,050	6	11,117	0,032
68	14x39	6	8,117	0,097	Faixa 2	6,467	6	6,433	0,025	6,467	11,933	6	10,267	0,032
69	14x39	6	7,550	0,060	Faixa 1	7,000	6	5,483	0,076	7,000	11,183	6	9,150	0,020
70	14x39	6	7,583	0,071	Faixa 1	7,983	6	6,600	0,063	7,983	15,883	6	10,883	0,051
71	14x39	6	12,250	0,058	Faixa 2	8,733	6	10,033	0,048	8,733	15,833	6	14,233	0,055
72	14x39	6	6,550	0,089	Faixa 1	5,333	6	4,850	0,138	5,333	12,283	6	9,233	0,052
73	14x39	6	6,817	0,085	Faixa 1	5,683	6	5,367	0,048	5,683	24,083	6	17,550	0,059
74	14x39	6	5,867	0,155	Faixa 1	6,050	6	4,733	0,064	6,050	15,767	6	10,650	0,061
75	14x39	6	15,367	0,119	Faixa 2	17,667	6	10,233	0,080	17,667	55,787	6	18,567	0,126
76	14x39	6	15,183	0,044	Faixa 2	16,567	6	12,083	0,039	16,567	33,778	6	23,617	0,042
77	14x39	6	15,183	0,020	Faixa 2	15,900	6	13,317	0,023	15,900	34,775	6	15,900	0,043
78	14x39	6	16,000	0,118	Faixa 2	15,767	6	13,600	0,069	15,767	30,428	6	23,500	0,058
79	14x39	6	14,433	0,067	Faixa 2	21,400	6	12,600	0,049	21,400	29,983	6	24,367	0,161
80	14x39	6	14,233	0,084	Faixa 2	15,883	6	13,500	0,042	15,883	29,878	6	26,867	0,106
81	14x39	6	14,000	0,086	Faixa 2	16,450	6	12,600	0,076	16,450	32,447	6	22,267	0,056
82	14x39	6	12,950	0,033	Faixa 2	17,000	6	12,683	0,075	17,000	27,590	6	20,117	0,075
83	14x39	6	15,733	0,033	Faixa 2	12,517	6	13,850	0,057	12,517	24,457	6	20,150	0,080
84	14x39	6	13,667	0,047	Faixa 2	11,583	6	10,533	0,184	11,583	32,610	6	19,050	0,026
85	14x39	6	17,017	0,048	Faixa 2	11,200	6	13,183	0,044	11,200	33,598	6	20,583	0,060
86	14x39	6	13,783	0,072	Faixa 2	10,650	6	11,867	0,053	10,650	27,635	6	23,550	0,051
87	14x39	6	14,233	0,075	Faixa 2	10,783	6	10,733	0,128	10,783	30,328	6	22,700	0,044
88	14x39	6	13,267	0,096	Faixa 2	13,500	6	9,117	0,101	13,500	35,445	6	20,250	0,079
89	14x39	6	15,000	0,043	Faixa 2	14,133	6	11,983	0,043	14,133	30,958	6	19,533	0,044

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
90	14x39	6	15,367	0,091	Faixa 2	15,517	6	12,783	0,043	15,517	28,715	6	22,117	0,132
91	14x39	6	15,433	0,029	Faixa 2	15,317	6	11,483	0,085	15,317	24,485	6	17,550	0,092
92	14x39	6	16,917	0,012	Faixa 2	13,967	6	9,717	0,102	13,967	27,402	6	22,450	0,060
93	14x39	6	9,633	0,110	Faixa 2	14,217	6	10,383	0,063	14,217	28,977	6	25,500	0,019
94	14x39	6	14,333	0,056	Faixa 2	14,183	6	9,183	0,141	14,183	26,852	6	22,967	0,023
95	14x39	6	15,833	0,066	Faixa 2	16,150	6	11,933	0,042	16,150	31,950	6	17,433	0,117
96	14x39	6	12,783	0,044	Faixa 2	14,833	6	10,933	0,086	14,833	35,982	6	22,150	0,141
97	14x39	6	25,383	0,022	Faixa 3	12,067	6	12,017	0,070	12,067	24,750	6	22,367	0,032
98	14x39	6	25,300	0,033	Faixa 3	11,083	6	15,883	0,045	11,083	28,350	6	26,117	0,028
99	14x39	6	24,817	0,022	Faixa 3	17,083	6	14,233	0,094	17,083	22,783	6	23,733	0,067
100	14x39	6	4,533	0,206	Faixa 1	3,583	6	5,333	0,151	3,583	20,775	6	10,083	0,085
101	14x39	6	6,650	0,025	Faixa 1	3,583	6	4,567	0,104	3,583	20,392	6	9,733	0,110
102	14x39	6	5,917	0,047	Faixa 1	4,517	6	5,900	0,103	4,517	21,555	6	12,283	0,103
103	14x39	6	16,900	0,023	Faixa 2	14,033	6	4,300	0,079	14,033	20,137	6	9,700	0,048
104	14x39	6	14,083	0,040	Faixa 2	3,733	6	7,900	0,077	3,733	24,487	6	15,467	0,050
105	14x39	6	12,183	0,086	Faixa 2	6,683	6	7,533	0,074	6,683	23,343	6	13,667	0,108
106	14x39	6	10,867	0,200	Faixa 2	7,617	6	4,833	0,212	7,617	21,463	6	14,750	0,102
107	14x39	6	9,200	0,076	Faixa 2	4,467	6	4,383	0,177	4,467	21,468	6	13,033	0,086
108	14x39	6	13,367	0,058	Faixa 2	4,783	6	7,733	0,041	4,783	17,923	6	16,400	0,050
109	14x39	6	16,017	0,028	Faixa 2	4,600	6	6,900	0,101	4,600	11,917	6	14,833	0,110
110	14x39	6	5,350	0,072	Faixa 1	5,250	6	4,400	0,050	5,250				
111	14x39	6	15,167	0,098	Faixa 2	13,650	6	10,033	0,090	13,650				
112	14x39	6	15,133	0,059	Faixa 2	11,500	6	11,383	0,084	11,500				

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
113	14x39	6	11,233	0,039	Faixa 2	13,017	6	8,050	0,064	13,017				
114	14x39	6	11,233	0,147	Faixa 2	15,900	6	7,600	0,186	15,900				
115	14x39	6	11,300	0,151	Faixa 2	10,317	6	7,717	0,062	10,317				
116	14x39	6	9,733	0,186	Faixa 2	10,483	6	7,283	0,087	10,483				
117	14x39	6	5,300	0,241	Faixa 1	16,567	6	4,933	0,047	16,567				
118	14x39	6	3,300	0,217	Faixa 1	16,633	6	3,283	0,315	16,633				
119	14x39	6	10,217	0,033	Faixa 2	12,700	6	7,100	0,102	12,700				
120	14x39	6	10,500	0,177	Faixa 2	8,417	6	6,883	0,153	8,417				
121	14x39	6	12,033	0,084	Faixa 2	9,267	6	8,283	0,090	9,267				
122	14x39	6	8,133	0,202	Faixa 2	6,833	6	4,817	0,089	6,833				
123	14x39	6	9,100	0,110	Faixa 2	7,067	6	5,067	0,101	7,067				
124	14x39	6	8,200	0,139	Faixa 2	7,117	6	4,933	0,058	7,117				
125	14x39	6	8,217	0,166	Faixa 2	6,883	6	5,333	0,126	6,883				
126	14x39	6	14,350	0,057	Faixa 2	19,350	6	12,117	0,043	19,350				
127	14x39	6	13,633	0,051	Faixa 2	16,850	6	11,033	0,072	16,850				
128	14x39	6	13,433	0,062	Faixa 2	16,850	6	10,800	0,053	16,850				
129	14x39	6	13,017	0,058	Faixa 2	17,967	6	11,950	0,166	17,967				
130	14x39	6	11,317	0,042	Faixa 2	15,450	6	9,750	0,083	15,450				
131	14x39	6	11,117	0,105	Faixa 2	11,067	6	8,933	0,085	11,067				
132	14x39	6	12,367	0,046	Faixa 2	10,217	6	7,283	0,099	10,217				
133	14x39	6	12,400	0,075	Faixa 2	9,367	6	8,683	0,057	9,367				
134	14x39	6	10,817	0,128	Faixa 2	12,300	6	10,517	0,064	12,300				
135	14x39	6	12,200	0,069	Faixa 2	10,717	6	8,250	0,085	10,717				

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
136	14x39	6	9,217	0,139	Faixa 2	9,367	6	7,933	0,028	9,367				
137	14x39	6	10,217	0,084	Faixa 2	8,733	6	8,150	0,061	8,733				
138	14x39	6	10,933	0,031	Faixa 2	5,933	6	8,783	0,063	5,933				
139	14x39	6	6,550	0,078	Faixa 1	8,633	6	5,167	0,071	8,633				
140	14x39	6	8,983	0,078	Faixa 2	7,433	6	6,650	0,077	7,433				
141	14x39	6	6,550	0,032	Faixa 1	5,200	6	5,150	0,067	5,200				
142	14x39	6	10,400	0,063	Faixa 2	10,733	6	7,767	0,052	10,733				
143	14x39	6	8,333	0,022	Faixa 2	12,500	6	6,367	0,028	12,500				
144	14x39	6	9,617	0,091	Faixa 2	8,617	6	7,650	0,044	8,617				
145	14x39	6	5,917	0,123	Faixa 1	12,400	6	4,567	0,112	12,400				
146	14x39	6	5,683	0,075	Faixa 1	5,967	6	4,667	0,046	5,967				
147	14x39	6	5,700	0,074	Faixa 1	9,783	6	5,817	0,141	9,783				
148	14x39	6	5,850	0,049	Faixa 1	8,617	6	4,583	0,061	8,617				
149	14x39	6	6,867	0,046	Faixa 1	5,717	6	5,667	0,049	5,717				
150	14x39	6	6,000	0,123	Faixa 1	5,583	6	4,383	0,060	5,583				
151	14x39	6	12,700	0,117	Faixa 2	11,233	6	8,367	0,121	11,233				
152	14x39	6	12,217	0,183	Faixa 2	12,467	6	7,533	0,122	12,467				
153	14x39	6	11,533	0,130	Faixa 2	7,650	6	8,167	0,152	7,650				
154	14x39	6	8,667	0,090	Faixa 2	6,667	6	5,683	0,075	6,667				
155	14x39	6	8,450	0,099	Faixa 2	13,550	6	5,783	0,056	13,550				
156	14x39	6	14,017	0,024	Faixa 2	12,733	6	12,450	0,062	12,733				
157	14x39	6	16,383	0,064	Faixa 2	13,900	6	10,700	0,093	13,900				
158	14x39	6	5,367	0,159	Faixa 1	9,433	6	4,883	0,073	9,433				

O apêndice continua na página seguinte.



Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
159	14x39	6	6,000	0,046	Faixa 1	8,333	6	4,717	0,034	8,333				
160	14x39	6	11,450	0,090	Faixa 2	10,767	6	8,383	0,071	10,767				
161	14x39	6	11,233	0,072	Faixa 2	11,050	6	7,933	0,033	11,050				
162	14x39	6	14,550	0,060	Faixa 2	10,900	6	11,300	0,146	10,900				
163	14x39	6	15,783	0,047	Faixa 2	10,867	6	11,867	0,070	10,867				
164	14x39	6	5,467	0,055	Faixa 1	8,050	6	5,700	0,031	8,050				
165	14x39	6	6,867	0,053	Faixa 1	7,967	6	4,600	0,097	7,967				
166	14x39	6	7,617	0,069	Faixa 1	9,683	6	4,717	0,080	9,683				
167	14x39	6	14,200	0,131	Faixa 2	5,183	6	12,200	0,098	5,183				
168	14x39	6	6,067	0,121	Faixa 1	4,917	6	4,250	0,149	4,917				
169	14x39	6	12,200	0,132	Faixa 2	7,200	6	12,600	0,127	7,200				
170	14x39	6	10,133	0,192	Faixa 2	7,133	6	6,133	0,032	7,133				
171	14x39	6	12,867	0,064	Faixa 2	15,033	6	9,083	0,151	15,033				
172	14x39	6	8,633	0,091	Faixa 2	6,533	6	5,500	0,085	6,533				
173	14x39	6	11,417	0,121	Faixa 2	10,817	6	10,300	0,090	10,817				
174	14x39	6	8,367	0,083	Faixa 2	12,050	6	6,717	0,071	12,050				
175	14x39	6	7,400	0,140	Faixa 1	5,700	6	5,033	0,128	5,700				
176	14x39	6	4,700	0,104	Faixa 1	11,450	6	4,683	0,126	11,450				
177	14x39	6	5,233	0,127	Faixa 1	8,983	6	4,067	0,076	8,983				
178	14x39	6	7,100	0,104	Faixa 1	7,950	6	6,367	0,075	7,950				
179	14x39	6	7,033	0,115	Faixa 1	7,667	6	4,867	0,053	7,667				
180	14x39	6	7,967	0,167	Faixa 1	8,917	6	5,283	0,211	8,917				
181	14x39	6	14,300	0,056	Faixa 2	11,800	6	12,750	0,050	11,800				

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
182	14x39	6	10,717	0,065	Faixa 2	9,733	6	9,100	0,104	9,733				
183	14x39	6	11,317	0,064	Faixa 2	16,000	6	10,183	0,080	16,000				
184	14x39	6	8,967	0,112	Faixa 2	6,583	6	7,533	0,119	6,583				
185	14x39	6	8,867	0,068	Faixa 2	7,050	6	6,433	0,184	7,050				
186	14x39	6	9,450	0,067	Faixa 2	8,783	6	6,850	0,111	8,783				
187	14x39	6	6,533	0,151	Faixa 1	7,333	6	5,400	0,104	7,333				
188	14x39	6	15,583	0,045	Faixa 2	16,567	6	13,850	0,019	16,567				
189	14x39	6	15,167	0,029	Faixa 2	14,233	6	11,500	0,094	14,233				
190	14x39	6	14,800	0,023	Faixa 2	15,117	6	11,833	0,057	15,117				
191	14x39	6	11,450	0,052	Faixa 2	12,167	6	7,483	0,086	12,167				
192	14x39	6	9,683	0,056	Faixa 2	13,333	6	7,850	0,051	13,333				
193	14x39	6	10,217	0,107	Faixa 2	12,000	6	7,250	0,084	12,000				
194	14x39	6	3,650	0,167	Faixa 1	10,533	6	4,050	0,087	10,533				
195	14x39	6	4,950	0,114	Faixa 1	8,433	6	4,017	0,113	8,433				
196	14x39	6	3,833	0,183	Faixa 1	7,400	6	3,567	0,187	7,400				
197	14x39	6	5,717	0,062	Faixa 1	9,800	6	4,300	0,049	9,800				
198	14x39	6	15,633	0,052	Faixa 2	14,183	6	12,233	0,093	14,183				
199	14x39	6	9,400	0,154	Faixa 2	14,467	6	8,717	0,101	14,467				
200	14x39	6	7,350	0,058	Faixa 1	14,500	6	7,167	0,089	14,500				
201	14x39	6	12,017	0,093	Faixa 2	16,033	6	7,683	0,069	16,033				
202	14x39	6	8,100	0,060	Faixa 2	14,067	6	6,867	0,072	14,067				
203	14x39	6	8,300	0,115	Faixa 2	9,050	6	6,883	0,070	9,050				
204	14x39	6	8,450	0,068	Faixa 2	7,450	6	6,217	0,070	7,450				

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
205	14x39	6	5,967	0,045	Faixa 1	6,700	6	3,483	0,122	6,700				
206	14x39	6	5,700	0,129	Faixa 1	5,150	6	4,383	0,099	5,150				
207	14x39	6	5,700	0,129	Faixa 1	5,167	6	6,817	0,049	5,167				
208	14x39	6	5,617	0,116	Faixa 1	5,833	6	4,617	0,100	5,833				
209	14x39	6	14,250	0,144	Faixa 2	12,067	6	12,250	0,069	12,067				
210	14x39	6	12,033	0,040	Faixa 2	11,533	6	7,383	0,200	11,533				
211	14x39	6	13,950	0,079	Faixa 2	14,367	6	11,150	0,051	14,367				
212	14x39	6	15,450	0,061	Faixa 2	16,717	6	11,983	0,072	16,717				
213	14x39	6	15,167	0,039	Faixa 2	17,183	6	13,033	0,085	17,183				
214	14x39	6	11,667	0,041	Faixa 2	17,250	6	9,467	0,049	17,250				
215	14x39	6	12,200	0,052	Faixa 2	12,433	6	11,067	0,036	12,433				
216	14x39	6	10,767	0,026	Faixa 2	13,617	6	9,433	0,066	13,617				
217	14x39	6	11,433	0,108	Faixa 2	11,050	6	8,650	0,097	11,050				
218	14x39	6	10,367	0,084	Faixa 2	9,817	6	7,883	0,072	9,817				
219	14x39	6	12,450	0,064	Faixa 2	11,100	6	10,100	0,069	11,100				
220	14x39	6	11,433	0,023	Faixa 2	15,333	6	8,950	0,124	15,333				
221	14x39	6	14,750	0,042	Faixa 2	12,183	6	6,983	0,075	12,183				
222	14x39	6	13,717	0,050	Faixa 2	12,600	6	12,917	0,050	12,600				
223	14x39	6	12,667	0,068	Faixa 2	10,517	6	11,017	0,062	10,517				
224	14x39	6	11,700	0,092	Faixa 2	8,967	6	9,833	0,095	8,967				
225	14x39	6	10,400	0,113	Faixa 2	14,300	6	7,933	0,182	14,300				
226	14x39	6	9,917	0,049	Faixa 2	21,783	6	8,683	0,087	21,783				
227	14x39	6	6,500	0,097	Faixa 1	14,800	6	5,450	0,057	14,800				

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
228	14x39	6	7,367	0,141	Faixa 1	14,133	6	6,067	0,152	14,133				
229	14x39	6	6,650	0,100	Faixa 1	14,483	6	4,533	0,050	14,483				
230	14x39	6	6,133	0,067	Faixa 1	12,683	6	5,150	0,093	12,683				
231	14x39	6	3,317	0,170	Faixa 1	13,733	6	4,050	0,051	13,733				
232	14x39	6	5,067	0,212	Faixa 1	12,233	6	4,067	0,167	12,233				
233	14x39	6	5,767	0,252	Faixa 1	10,517	6	3,817	0,128	10,517				
234	14x39	6	6,300	0,195	Faixa 1	7,850	6	5,367	0,230	7,850				
235	14x39	6	6,367	0,086	Faixa 1	8,867	6	5,217	0,089	8,867				
236	14x39	6	6,117	0,162	Faixa 1	7,950	6	5,417	0,108	7,950				
237	14x39	6	5,950	0,086	Faixa 1	7,317	6	4,750	0,085	7,317				
238	14x39	6	15,117	0,063	Faixa 2	8,517	6	9,967	0,127	8,517				
239	14x39	6	7,683	0,064	Faixa 1	14,583	6	9,800	0,062	14,583				
240	14x39	6	14,200	0,073	Faixa 2	5,250	6	11,150	0,100	5,250				
241	14x39	6	14,450	0,037	Faixa 2	5,250	6	11,083	0,077	5,250				
242	14x39	6	12,700	0,076	Faixa 2	9,500	6	10,683	0,089	9,500				
243	14x39	6	7,517	0,133	Faixa 1	4,017	6	5,550	0,059	4,017				
244	14x39	6	8,200	0,062	Faixa 2	3,967	6	5,800	0,048	3,967				
245	14x39	6	7,933	0,082	Faixa 1	4,483	6	5,433	0,080	4,483				
246	14x39	6	6,583	0,075	Faixa 1	8,433	6	4,600	0,055	8,433				
247	14x39	6	14,867	0,019	Faixa 2	8,567	6	9,617	0,056	8,567				
248	14x39	6	14,317	0,063	Faixa 2	7,467	6	9,717	0,057	7,467				
249	14x39	6	15,617	0,066	Faixa 2	4,917	6	10,733	0,069	4,917				
250	14x39	6	16,150	0,050	Faixa 2	7,617	6	9,083	0,155	7,617				

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
251	14x39	6	16,350	0,047	Faixa 2	7,117	6	9,517	0,093	7,117				
252	14x39	6	8,483	0,033	Faixa 2	6,950	6	5,433	0,069	6,950				
253	14x39	6	7,083	0,114	Faixa 1	6,633	6	5,250	0,041	6,633				
254	14x39	6	4,300	0,235	Faixa 1	9,267	6	3,050	0,196	9,267				
255	14x39	6	9,317	0,166	Faixa 2	3,517	6	6,717	0,053	3,517				
256	14x39	6	5,567	0,150	Faixa 1	4,400	6	4,700	0,226	4,400				
257	14x39	6	12,200	0,110	Faixa 2	3,800	6	7,567	0,132	3,800				
258	14x39	6	5,367	0,175	Faixa 1	4,117	6	3,783	0,119	4,117				
259	14x39	6	11,467	0,123	Faixa 2	8,017	6	5,367	0,118	8,017				
260	14x39	6	9,667	0,048	Faixa 2	4,933	6	4,900	0,121	4,933				
261	14x39	6	9,150	0,094	Faixa 2	2,383	6	5,167	0,100	2,383				
262	14x39	6	13,317	0,038	Faixa 2	4,500	6	7,000	0,173	4,500				
263	14x39	6	11,483	0,119	Faixa 2	4,700	6	4,100	0,237	4,700				
264	14x39	6	11,633	0,105	Faixa 2	4,167	6	4,150	0,148	4,167				
265	14x39	6	14,400	0,061	Faixa 2	3,917	6	9,767	0,113	3,917				
266	14x39	6	14,383	0,061	Faixa 2	3,883	6	8,600	0,108	3,883				
267	14x39	6	15,733	0,040	Faixa 2	15,333	6	9,950	0,125	15,333				
268	14x39	6	14,800	0,140	Faixa 2	10,067	6	11,300	0,059	10,067				
269	14x39	6	9,483	0,160	Faixa 2	5,883	6	7,367	0,094	5,883				
270	14x39	6	6,633	0,148	Faixa 1	4,283	6	4,350	0,094	4,283				
271	14x39	6	6,767	0,390	Faixa 1	4,217	6	3,317	0,067	4,217				
272	14x39	6	7,683	0,055	Faixa 1	3,767	6	5,050	0,123	3,767				
273	14x39	6	8,867	0,073	Faixa 2	4,300	6	4,833	0,121	4,300				

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
274	14x39	6	10,867	0,177	Faixa 2	2,983	6	6,600	0,299	2,983				
275	14x39	6	10,100	0,070	Faixa 2	6,267	6	6,483	0,048	6,267				
276	14x39	6	11,150	0,143	Faixa 2	5,950	6	5,900	0,069	5,950				
277	14x39	6	10,250	0,111	Faixa 2	3,367	6	5,450	0,040	3,367				
278	14x39	6	11,117	0,183	Faixa 2	2,467	6	6,000	0,163	2,467				
279	14x39	6	9,583	0,157	Faixa 2	6,500	6	8,567	0,091	6,500				
280	14x39	6	7,400	0,122	Faixa 1	2,500	6	6,317	0,101	2,500				
281	14x39	6	9,267	0,092	Faixa 2	2,883	6	7,633	0,107	2,883				
282	14x39	6	9,867	0,071	Faixa 2	4,617	6	8,567	0,105	4,617				
283	14x39	6	8,700	0,183	Faixa 2	3,183	6	4,633	0,076	3,183				
284	14x39	6	6,783	0,125	Faixa 1	3,283	6	7,700	0,049	3,283				
285	14x39	6	7,183	0,083	Faixa 1	2,883	6	7,750	0,051	2,883				
286	14x39	6	10,700	0,050	Faixa 2	5,067	6	7,567	0,061	5,067				
287	14x39	6	12,683	0,040	Faixa 2	10,000	6	8,200	0,069	10,000				
288	14x39	6	14,950	0,063	Faixa 2	8,667	6	7,550	0,092	8,667				
289	14x39	6	13,917	0,056	Faixa 2	6,950	6	6,917	0,050	6,950				
290	14x39	6	11,833	0,040	Faixa 2	6,000	6	6,750	0,048	6,000				
291	14x39	6	11,017	0,048	Faixa 2	6,600	6	6,167	0,100	6,600				
292	14x39	6	13,133	0,080	Faixa 2	6,733	6	6,450	0,200	6,733				
293	14x39	6	9,383	0,233	Faixa 2	2,100	6	5,100	0,114	2,100				
294	14x39	6	9,183	0,057	Faixa 2	2,400	6	5,933	0,080	2,400				
295	14x39	6	12,517	0,022	Faixa 2	5,017	6	7,383	0,097	5,017				
296	14x39	6	10,233	0,107	Faixa 2	3,650	6	6,567	0,102	3,650				

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
297	14x39	6	12,717	0,096	Faixa 2	1,750	6	6,133	0,228	1,750				
298	14x39	6	9,300	0,158	Faixa 2	4,883	6	5,933	0,084	4,883				
299	14x39	6	8,483	0,083	Faixa 2	6,283	6	6,283	0,078	6,283				
300	14x39	6	8,617	0,096	Faixa 2	4,900	6	5,450	0,074	4,900				
301	14x39	6	8,233	0,200	Faixa 2	2,817	6	4,567	0,174	2,817				
302	14x39	6	8,300	0,147	Faixa 2	2,783	6	5,567	0,061	2,783				
303	14x39	6	5,183	0,107	Faixa 1	3,950	6	5,183	0,137	3,950				
304	14x39	6	8,283	0,049	Faixa 2	4,817	6	5,633	0,037	4,817				
305	14x39	6	18,650	0,035	Faixa 3	17,617	6	16,767	0,045	17,617	38,717	15	27,087	0,049
306	14x39	6	18,433	0,058	Faixa 3	22,717	6	15,217	0,046	22,717	42,750	15	25,440	0,031
307	14x39	6	21,183	0,033	Faixa 3	17,233				17,233	38,583	15	26,760	0,036
308	14x39	6	23,400	0,029	Faixa 3	17,233	6	15,667	0,069	17,233	38,583			
309	14x39	6	16,517	0,048	Faixa 2	14,083	6	13,817	0,051	14,083	43,933			0,073
310	14x39	6	20,300	0,026	Faixa 3	12,267	6	14,083	0,046	12,267	34,600	9	22,111	0,056
311	14x39	6	14,750	0,056	Faixa 2	15,833	6	11,850	0,022	15,833	34,333	9	19,211	0,055
312	14x39	6	13,283	0,052	Faixa 2	12,850				12,850	26,067	9	18,056	0,043
313	14x39	6	16,417	0,063	Faixa 2	12,850	6	10,483	0,071	12,850	26,067			
314	14x39	6	16,417	0,063	Faixa 2	8,483	6	12,083	0,046	8,483	37,900	9	17,189	0,064
315	14x39	6	13,167	0,043	Faixa 2	8,883	6	8,717	0,040	8,883	24,233	9	16,856	0,041
316	14x39	6	14,150	0,012	Faixa 2	12,133	6	8,317	0,050	12,133	31,233	9	16,300	0,058
317	14x39	6	11,583	0,044	Faixa 2	6,600	6	6,633	0,086	6,600	32,617			
318	14x39	6	10,067	0,021	Faixa 2	6,167	6	6,650	0,053	6,167	26,033			
319	14x39	6	10,183	0,036	Faixa 2	5,800	6	5,033	0,081	5,800	20,950			

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma Vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
320	14x39	6	22,183	0,028	Faixa 3	26,867	6	18,333	0,063	26,867	40,675	10	28,000	0,029
321	14x39	6	22,183	0,028	Faixa 3	26,867	6	18,333	0,063	26,867	42,900	10	28,910	0,030
322	14x39	6	22,117	0,040	Faixa 3	29,800	6	16,200	0,043	29,800	36,913	19	25,268	0,039
323	14x39	6	20,933	0,048	Faixa 3	15,517	6	15,400	0,032	15,517	39,617	15	24,073	0,026
324	14x39	6	19,650	0,053	Faixa 3	26,033	6	15,550	0,038	26,033	38,100	15	24,713	0,051
325	14x39	6	19,650	0,053	Faixa 3	18,933	6	15,917	0,054	18,933	37,683	15	25,320	0,062
326	14x39	6	17,817	0,051	Faixa 2	22,767	6	13,967	0,059	22,767	35,633	9	24,033	0,052
327	14x39	6	17,817	0,051	Faixa 2	17,217	6	14,550	0,087	17,217	34,267	9	24,444	0,054
328	14x39	6	17,167	0,056	Faixa 2	11,567	6	12,667	0,061	11,567	30,067	9	18,578	0,053
329	14x39	6	16,483	0,023	Faixa 2	15,833	6	10,367	0,060	15,833	29,417	9	18,933	0,049
330	14x39	6	12,733	0,091	Faixa 2	18,550	6	10,500	0,057	18,550	27,100	9	18,711	0,038
331	14x39	6	12,733	0,091	Faixa 2	10,467	6	8,450	0,074	10,467	34,467	9	18,378	0,055
332	14x39	6	13,167	0,043	Faixa 2	9,983	6	8,300	0,063	9,983	24,550	9	15,267	0,068
333	14x39	6	11,567	0,012	Faixa 2	14,867	6	7,267	0,061	14,867	28,483			
334	14x39	6	10,067	0,021	Faixa 2	7,083	6	6,850	0,030	7,083	30,517			
335	14x39	6	12,667	0,056	Faixa 2	5,867	6	4,767	0,088	5,867	21,933			
336	14x39	6	20,183	0,034	Faixa 3	21,183	6	15,617	0,031	21,183	44,600	15	24,233	0,051
337	14x39	6	23,850	0,038	Faixa 3	22,700	6	15,950	0,044	22,700	41,100	10	23,990	0,044
338	14x39	6	19,400	0,055	Faixa 3	27,250	6	15,533	0,025	27,250	33,675	6	20,883	0,040
339	14x39	6	18,083	0,065	Faixa 3	21,000	6	13,183	0,065	21,000	38,950	6	21,783	0,053
340	14x39	6	15,017	0,068	Faixa 2	13,000	6	12,800	0,027	13,000	32,850	6	18,333	0,032
341	14x39	6	15,017	0,068	Faixa 2	10,700	6	11,300	0,043	10,700	37,000	6	19,367	0,029
342	14x39	6	17,050	0,061	Faixa 2	16,117	6	10,333	0,077	16,117	25,325	6	16,483	0,037

O apêndice continua na página seguinte.



Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
343	14x39	6	14,900	0,019	Faixa 2	8,883	6	9,300	0,093	8,883	37,975	6	16,333	0,063
344	14x39	6	13,183	0,027	Faixa 2	7,383	6	8,233	0,076	7,383	24,975	6	15,433	0,043
345	14x39	6	12,700	0,063	Faixa 2	9,883	6	8,250	0,067	9,883	25,050			
346	14x39	6	11,367	0,073	Faixa 2	6,650	6	6,917	0,055	6,650	25,925			
347	14x39	6	8,383	0,138	Faixa 2	6,583	6	6,833	0,038	6,583	20,375			
348	14x39	6	6,583	0,125	Faixa 1	4,600	6	4,617	0,084	4,600	16,850			
349	14x39	6	6,583	0,125	Faixa 1	4,667	6	5,283	0,070	4,667	18,525			
350	14x39	6	6,583	0,125	Faixa 1	5,600	6	5,433	0,060	5,600	19,350			
351	14x39	6	7,950	0,108	Faixa 1	5,267	6	4,850	0,064	5,267	19,350			
352	14x39	6	20,183	0,034	Faixa 3	18,917	6	15,067	0,034	18,917	37,583	15	24,693	0,050
353	14x39	6	22,800	0,041	Faixa 3	22,700	6	15,483	0,054	22,700	33,050	10	24,160	0,051
354	14x39	6	19,533	0,035	Faixa 3	12,467	6	13,683	0,054	12,467	35,150	6	23,267	0,033
355	14x39	6	19,400	0,055	Faixa 3	27,850	6	13,683	0,055	27,850	34,025	6	21,867	0,037
356	14x39	6	15,017	0,068	Faixa 2	12,317	6	11,883	0,061	12,317	28,100	6	18,700	0,029
357	14x39	6	19,817	0,026	Faixa 3	18,467	6	11,383	0,085	18,467	31,675	6	18,800	0,047
358	14x39	6	17,350	0,022	Faixa 2	12,217	6	12,367	0,073	12,217	25,400	6	17,600	0,029
359	14x39	6	17,050	0,061	Faixa 2	8,883	6	10,533	0,054	8,883	23,450	6	16,567	0,043
360	14x39	6	13,183	0,027	Faixa 2	9,933	6	8,350	0,071	9,933	30,650	6	14,900	0,046
361	14x39	6	12,700	0,063	Faixa 2	9,267	6	8,567	0,052	9,267	22,550	6	14,333	0,042
362	14x39	6	8,550	0,140	Faixa 2	6,367	6	6,883	0,071	6,367	22,600			
363	14x39	6	8,550	0,140	Faixa 2	8,833	6	6,483	0,064	8,833	18,075			
364	14x39	6	8,683	0,132	Faixa 2	7,017	6	5,750	0,068	7,017	15,500			
365	14x39	6	7,950	0,108	Faixa 1	4,600	6	5,817	0,033	4,600	22,325			

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Hollow prism				Grouted prism				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
366	14x39	6	7,950	0,108	Faixa 1	4,767	6	4,850	0,093	4,767	18,200			
367	14x39	6	7,950	0,108	Faixa 1	5,117	6	4,917	0,085	5,117	18,267			
368	14x39	6	7,950	0,108	Faixa 1	6,367	6	5,767	0,063	6,367	16,250			
369	14x39	6	21,167	0,026	Faixa 3	21,100	6	17,067	0,047	21,100	43,700	19	27,258	0,046
370	14x39	6	22,183	0,028	Faixa 3	20,350	6	17,617	0,028	20,350	43,413	19	26,863	0,045
371	14x39	6	22,033	0,023	Faixa 3	24,367	6	15,483	0,046	24,367	38,050	19	25,105	0,054
372	14x39	6	22,117	0,040	Faixa 3	24,367	6	16,733	0,058	24,367	36,850	19	24,342	0,049
373	14x39	6	20,033	0,019	Faixa 3	23,383	6	14,067	0,042	23,383	37,017	9	22,267	0,029
374	14x39	6	19,650	0,053	Faixa 3	23,383	6	14,117	0,055	23,383	38,963	12	23,408	0,053
375	14x39	6	15,933	0,056	Faixa 2	20,300	6	13,450	0,082	20,300	40,183	9	21,156	0,061
376	14x39	6	15,933	0,056	Faixa 2	20,300	6	13,583	0,043	20,300	39,817	9	21,300	0,037
377	14x39	6	17,167	0,056	Faixa 2	14,367	6	12,733	0,046	14,367	26,067	9	19,622	0,068
378	14x39	6	17,167	0,056	Faixa 2	14,367	6	12,017	0,039	14,367	28,817	9	17,922	0,037
379	14x39	6	16,483	0,023	Faixa 2	10,700	6	10,217	0,061	10,700	25,025			
380	14x39	6	13,167	0,043	Faixa 2	8,867	6	10,017	0,036	8,867	20,717			
381	14x39	6	9,533	0,028	Faixa 2	6,217	6	6,650	0,078	6,217	23,800			
382	14x39	6	11,583	0,044	Faixa 2	8,500	6	6,500	0,068	8,500	16,900			
383	14x39	6	8,900	0,038	Faixa 2	8,517	6	5,233	0,075	8,517	20,833			
384	14x39	6	21,167	0,026	Faixa 3	26,300	6	17,200	0,041	26,300	31,000	10	26,530	0,033
385	14x39	6	18,233	0,026	Faixa 3	26,300	6	15,600	0,025	26,300	30,650	6	20,600	0,034
386	14x39	6	13,883	0,025	Faixa 2	19,850	6	10,917	0,059	19,850	26,850	6	17,517	0,032
387	14x39	6	13,883	0,025	Faixa 2	24,367	6	10,950	0,051	24,367	27,025	6	17,733	0,052
388	14x39	6	13,117	0,053	Faixa 2	20,033	6	10,833	0,069	20,033	23,700	6	16,517	0,057

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
389	14x39	6	13,017	0,025	Faixa 2	15,917	6	10,633	0,040	15,917	22,450	6	15,150	0,040
390	14x39	6	9,750	0,114	Faixa 2	11,633	6	8,233	0,079	11,633	19,875	6	14,400	0,112
391	14x39	6	12,500	0,028	Faixa 2	9,967	6	8,633	0,129	9,967	21,050	6	15,583	0,039
392	14x39	6	12,500	0,028	Faixa 2	10,083	6	8,300	0,066	10,083	22,225			
393	14x39	6	8,583	0,073	Faixa 2	10,783	6	6,333	0,085	10,783	19,900			
394	14x39	6	8,600	0,062	Faixa 2	17,300	6	5,633	0,090	17,300	29,000			
395	14x39	6	20,083	0,038	Faixa 3	25,650	6	15,567	0,021	25,650	36,125	10	28,970	0,041
396	14x39	6	20,083	0,038	Faixa 3	25,650	6	15,567	0,021	25,650	36,650	15	27,920	0,056
397	14x39	6	17,617	0,090	Faixa 2	27,533	6	14,733	0,032	27,533	35,767	15	26,827	0,059
398	14x39	6	17,500	0,035	Faixa 2	17,683	6	15,267	0,062	17,683	37,250	15	26,133	0,047
399	14x39	6	17,200	0,020	Faixa 2	20,033	6	14,717	0,077	20,033	37,583	9	22,456	0,026
400	14x39	6	14,600	0,014	Faixa 2	15,300	6	13,833	0,079	15,300	33,700	9	23,911	0,040
401	14x39	6	14,800	0,049	Faixa 2	14,917	6	12,283	0,027	14,917	28,450	9	19,578	0,022
402	14x39	6	13,883	0,025	Faixa 2	22,783	6	11,750	0,050	22,783	25,583	9	19,222	0,020
403	14x39	6	10,250	0,013	Faixa 2	23,617	6	11,867	0,042	23,617	22,933	9	20,111	0,030
404	14x39	6	12,267	0,040	Faixa 2	12,633	6	11,000	0,074	12,633	19,383	9	18,178	0,043
405	14x39	6	10,900	0,014	Faixa 2	15,150	6	8,617	0,032	15,150	22,050	9	17,100	0,025
406	14x39	6	12,067	0,055	Faixa 2	13,517	6	8,550	0,059	13,517	28,133			
407	14x39	6	9,450	0,036	Faixa 2	16,167	6	7,500	0,080	16,167	19,725	6	12,033	0,039
408	14x39	6	8,567	0,014	Faixa 2	12,100	6	7,217	0,090	12,100	23,775			
409	14x39	6	9,767	0,080	Faixa 2	6,000	6	7,000	0,092	6,000	24,150			
410	14x39	6	5,550	0,034	Faixa 1	10,533	6	5,933	0,066	10,533	19,325			
411	14x39	6	4,983	0,039	Faixa 1	15,017	6	5,000	0,069	15,017	22,650			

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
412	14x39	6	7,867	0,075	Faixa 1	8,267	6	5,833	0,082	8,267	20,375			
413	14x39	6	8,600	0,062	Faixa 2	7,267	6	5,983	0,097	7,267	23,100			
414	14x39	6	20,083	0,038	Faixa 3	24,700	6	16,400	0,041	24,700	32,825	10	27,790	0,027
415	14x39	6	20,083	0,038	Faixa 3	24,700	6	16,400	0,041	24,700	37,900	10	26,550	0,052
416	14x39	6	17,500	0,035	Faixa 2	25,933	6	15,333	0,053	25,933	35,750	15	25,873	0,047
417	14x39	6	18,633	0,017	Faixa 3	17,900	6	14,550	0,048	17,900	36,167	15	26,867	0,045
418	14x39	6	14,600	0,014	Faixa 2	19,817	6	14,483	0,049	19,817	31,450	9	24,656	0,055
419	14x39	6	14,600	0,014	Faixa 2	24,433	6	13,317	0,067	24,433	35,217	9	23,411	0,051
420	14x39	6	14,800	0,049	Faixa 2	17,117	6	12,000	0,036	17,117	27,433	9	19,611	0,012
421	14x39	6	13,883	0,025	Faixa 2	22,467	6	12,133	0,081	22,467	26,300	9	20,111	0,030
422	14x39	6	10,250	0,013	Faixa 2	13,700	6	10,600	0,081	13,700	24,800	9	17,767	0,033
423	14x39	6	12,267	0,040	Faixa 2	10,900	6	10,250	0,057	10,900	22,117	9	18,356	0,039
424	14x39	6	10,900	0,014	Faixa 2	8,650	6	8,100	0,061	8,650	16,950	9	14,811	0,046
425	14x39	6	12,067	0,055	Faixa 2	13,567	6	9,117	0,052	13,567	18,567			
426	14x39	6	8,567	0,014	Faixa 2	9,967	6	6,700	0,050	9,967	22,100	6	11,833	0,052
427	14x39	6	8,567	0,014	Faixa 2	9,183	6	7,200	0,081	9,183	20,625			
428	14x39	6	9,767	0,080	Faixa 2	13,333	6	6,833	0,061	13,333	23,725			
429	14x39	6	4,983	0,039	Faixa 1	11,967	6	5,167	0,145	11,967	20,525			
430	14x39	6	7,867	0,075	Faixa 1	8,800	6	5,683	0,083	8,800	23,050			
431	14x39	6	8,600	0,062	Faixa 2	6,183	6	5,067	0,059	6,183	23,375			
432	14x39	6	8,600	0,062	Faixa 2	6,283	6	5,267	0,060	6,283	22,600			
433	14x39	6	25,617	0,073	Faixa 3	37,400	6	21,067	0,043	37,400	54,750	19	29,584	0,032
434	14x39	6	23,767	0,040	Faixa 3	22,617	6	21,650	0,045	22,617	50,775	19	30,132	0,037

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
435	14x39	6	24,550	0,051	Faixa 3	23,417	6	19,567	0,021	23,417	47,825	19	29,132	0,037
436	14x39	6	22,717	0,017	Faixa 3	18,733	6	17,733	0,038	18,733	39,450	19	26,184	0,036
437	14x39	6	24,600	0,039	Faixa 3	15,300	6	17,900	0,051	15,300	37,688	19	25,816	0,042
438	14x39	6	23,850	0,038	Faixa 3	21,133	6	15,983	0,046	21,133	37,488	19	25,211	0,048
439	14x39	6	26,367	0,025	Faixa 3	23,667	6	15,250	0,058	23,667	39,400	19	24,511	0,043
440	14x39	6	18,083	0,065	Faixa 3	17,933	6	14,600	0,027	17,933	39,375	12	22,792	0,040
441	14x39	6	18,967	0,022	Faixa 3	14,383	6	14,033	0,065	14,383	38,888	12	23,250	0,053
442	14x39	6	19,817	0,026	Faixa 3	15,217	6	12,783	0,059	15,217	33,275	12	20,108	0,051
443	14x39	6	14,900	0,019	Faixa 2	12,417	6	10,117	0,052	12,417	28,363	12	18,283	0,038
444	14x39	6	13,417	0,039	Faixa 2	11,250	6	10,400	0,041	11,250	30,525	12	20,100	0,081
445	14x39	6	12,700	0,063	Faixa 2	13,817	6	7,967	0,032	13,817	23,088	12	14,925	0,021
446	14x39	6	11,250	0,098	Faixa 2	12,350	6	6,517	0,051	12,350	20,683	9	13,867	0,046
447	14x39	6	8,550	0,140	Faixa 2	10,667	6	6,200	0,063	10,667	21,550	9	13,900	0,082
448	14x39	6	8,550	0,140	Faixa 2	24,683	6	7,467	0,061	24,683	20,583	9	12,022	0,028
449	14x39	6	8,733	0,129	Faixa 2	8,633	6	5,083	0,056	8,633	22,850	9	11,800	0,045
450	14x39	6	7,950	0,108	Faixa 1	9,250	6	6,333	0,082	9,250	22,133	9	13,467	0,099
451	14x39	6	7,950	0,108	Faixa 1	10,100	6	5,933	0,067	10,100	16,833	9	10,144	0,092
452	14x39	6	24,817	0,026	Faixa 3	37,400	6	21,100	0,052	37,400	46,938	19	31,184	0,043
453	14x39	6	23,767	0,040	Faixa 3	26,850	6	20,667	0,049	26,850	48,213	19	31,100	0,039
454	14x39	6	24,550	0,051	Faixa 3	19,567	6	19,800	0,051	19,567	45,225	19	27,721	0,018
455	14x39	6	24,550	0,051	Faixa 3	25,617	6	19,767	0,057	25,617	48,450	15	31,307	0,032
456	14x39	6	22,717	0,017	Faixa 3	18,717	6	17,667	0,055	18,717	39,913	19	26,200	0,041
457	14x39	6	24,600	0,039	Faixa 3	18,150	6	17,733	0,033	18,150	39,475	19	25,816	0,039

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
458	14x39	6	20,183	0,034	Faixa 3	18,483	6	16,033	0,032	18,483	37,100	19	24,758	0,038
459	14x39	6	24,067	0,026	Faixa 3	16,967	6	16,200	0,055	16,967	42,088	19	25,184	0,045
460	14x39	6	18,083	0,065	Faixa 3	14,433	6	14,367	0,060	14,433	33,813	12	23,083	0,042
461	14x39	6	18,967	0,022	Faixa 3	19,667	6	14,217	0,042	19,667	34,338	12	23,208	0,049
462	14x39	6	19,817	0,026	Faixa 3	17,733	6	11,767	0,051	17,733	31,538	12	20,567	0,047
463	14x39	6	13,417	0,039	Faixa 2	13,217	6	10,317	0,041	13,217	34,575	12	20,983	0,051
464	14x39	6	13,417	0,039	Faixa 2	14,617	6	10,283	0,064	14,617	29,188	12	18,242	0,022
465	14x39	6	12,700	0,063	Faixa 2	14,800	6	8,633	0,077	14,800	24,700	12	14,958	0,037
466	14x39	6	8,550	0,140	Faixa 2	12,633	6	8,017	0,052	12,633	19,383	9	12,967	0,043
467	14x39	6	8,550	0,140	Faixa 2	11,483	6	6,917	0,050	11,483	20,683	9	12,467	0,041
468	14x39	6	8,017	0,044	Faixa 2	9,967	6	6,933	0,027	9,967	20,950	9	13,167	0,042
469	14x39	6	7,950	0,108	Faixa 1	9,250	6	4,833	0,064	9,250	27,967	9	13,689	0,085
470	14x39	6	7,950	0,108	Faixa 1	8,067	6	5,717	0,087	8,067	21,583	9	12,322	0,028
471	14x39	6	7,950	0,108	Faixa 1	7,550	6	5,600	0,062	7,550	24,433	9	16,856	0,057
472	14x39	6	13,883	0,025	Faixa 2	28,583	6	11,967	0,043	28,583	33,383	9	19,967	0,043
473	14x39	6	13,883	0,025	Faixa 2	18,750	6	12,067	0,049	18,750	35,838	9	19,867	0,044
474	14x39	6	12,267	0,040	Faixa 2	15,350	6	10,933	0,063	15,350	28,200	9	17,500	0,032
475	14x39	6	12,267	0,040	Faixa 2	16,317	6	10,200	0,043	16,317	31,917	9	20,811	0,052
476	14x39	6	12,267	0,040	Faixa 2	11,617	6	9,350	0,065	11,617	23,300	9	16,033	0,063
477	14x39	6	12,067	0,055	Faixa 2	16,317	6	9,550	0,069	16,317	25,333	9	14,800	0,037
478	14x39	6	9,767	0,080	Faixa 2	11,433	6	7,000	0,071	11,433	21,067	9	12,133	0,034
479	14x39	6	9,767	0,080	Faixa 2	11,433	6	7,783	0,094	11,433	25,300	6	11,433	0,037
480	14x39	6	4,983	0,039	Faixa 1	15,233	6	7,700	0,085	15,233	23,850			

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
481	14x39	6	4,983	0,039	Faixa 1	9,767	6	5,300	0,088	9,767	28,167	0	#DIV/0!	
482	14x39	6	13,883	0,025	Faixa 2	14,633	6	11,333	0,017	14,633	36,467	9	20,833	0,083
483	14x39	6	13,883	0,025	Faixa 2	24,450	6	11,900	0,040	24,450	36,467	9	20,689	0,063
484	14x39	6	14,400	0,025	Faixa 2	16,450	6	9,983	0,062	16,450	29,467	9	17,756	0,026
485	14x39	6	14,400	0,025	Faixa 2	16,317	6	10,800	0,056	16,317	30,800	9	18,589	0,036
486	14x39	6	10,950	0,060	Faixa 2	12,000	6	8,867	0,038	12,000	27,067	9	15,111	0,021
487	14x39	6	12,500	0,028	Faixa 2	12,233	6	8,217	0,081	12,233	27,567	9	14,811	0,024
488	14x39	6	9,767	0,080	Faixa 2	11,633	6	7,250	0,113	11,633	15,350	9	9,133	0,058
489	14x39	6	9,767	0,080	Faixa 2	7,683	6	7,150	0,078	7,683	24,050			
490	14x39	6	8,450	0,084	Faixa 2	10,300	6	5,333	0,088	10,300	24,017			
491	14x39	6	6,483	0,018	Faixa 1	7,500	6	6,067	0,083	7,500	25,267			
492	14x39	6	13,117	0,053	Faixa 2	17,083	6	10,300	0,071	17,083	14,575	12	16,467	0,099
493	14x39	6	10,950	0,060	Faixa 2	14,167	6	8,617	0,059	14,167	15,125	12	15,083	0,057
494	14x39	6	9,750	0,114	Faixa 2	19,850	6	8,750	0,133	19,850	15,538	12	15,433	0,040
495	14x39	6	12,500	0,028	Faixa 2	9,150	6	9,367	0,053	9,150	16,725	12	15,675	0,030
496	14x39	6	8,450	0,084	Faixa 2	20,383	6	7,000	0,056	20,383	17,700	12	12,633	0,055
497	14x39	6	8,700	0,171	Faixa 2	15,383	6	7,183	0,032	15,383	17,363	12	12,317	0,055
498	14x39	6	8,750	0,173	Faixa 2	9,717	6	7,367	0,073	9,717	16,013	9	11,722	0,051
499	14x39	6	9,950	0,037	Faixa 2	11,183	6	5,000	0,082	11,183	17,575	12	11,400	0,050
500	14x39	6	8,600	0,062	Faixa 2	10,217	6	6,200	0,060	10,217	15,725			
501	14x39	6	7,600	0,110	Faixa 1	10,733	6	8,650	0,051	10,733	15,875			
502	14x39	6	8,367	0,075	Faixa 2	10,700	6	5,850	0,044	10,700	16,125			
503	14x39	6	14,400	0,025	Faixa 2	15,667	6	10,283	0,046	15,667	21,100	12	18,308	0,044

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
504	14x39	6	10,950	0,060	Faixa 2	8,617	6	8,350	0,050	8,617	16,183	9	14,667	0,039
505	14x39	6	9,750	0,114	Faixa 2	15,083	6	8,967	0,044	15,083	14,700	9	15,367	0,029
506	14x39	6	12,500	0,028	Faixa 2	12,050	6	8,850	0,050	12,050	15,567	9	16,678	0,054
507	14x39	6	9,000	0,085	Faixa 2	9,733	6	7,250	0,072	9,733	15,213	9	11,933	0,057
508	14x39	6	8,500	0,092	Faixa 2	6,967	6	7,083	0,043	6,967	15,017	9	11,778	0,061
509	14x39	6	8,500	0,092	Faixa 2	11,550	6	7,217	0,058	11,550	18,333	9	12,444	0,060
510	14x39	6	4,983	0,039	Faixa 1	12,417	6	5,683	0,066	12,417	15,067	9	9,611	0,055
511	14x39	6	7,867	0,075	Faixa 1	10,333	6	5,467	0,082	10,333	15,783			
512	14x39	6	5,567	0,113	Faixa 1	9,817	6	6,183	0,035	9,817	19,175			
513	14x39	6	12,267	0,040	Faixa 2	11,717	6	13,717	0,047	11,717	21,425	12	19,050	0,035
514	14x39	6	12,067	0,055	Faixa 2	15,700	6	10,083	0,041	15,700	14,083	9	14,933	0,034
515	14x39	6	10,950	0,060	Faixa 2	15,700	6	10,417	0,055	15,700	16,317	9	16,156	0,054
516	14x39	6	9,750	0,114	Faixa 2	17,883	6	8,333	0,043	17,883	15,400	9	15,300	0,064
517	14x39	6	9,000	0,085	Faixa 2	19,583	6	7,067	0,062	19,583	17,550	9	13,733	0,082
518	14x39	6	8,450	0,084	Faixa 2	12,267	6	7,367	0,066	12,267	15,433	9	12,489	0,068
519	14x39	6	8,450	0,084	Faixa 2	10,050	6	7,400	0,089	10,050	23,833	9	13,211	0,058
520	14x39	6	8,600	0,062	Faixa 2	10,383	6	5,400	0,086	10,383	18,267	9	8,689	0,053
521	14x39	6	7,850	0,030	Faixa 1	8,283	6	4,733	0,087	8,283	15,583			
522	14x39	6	7,600	0,110	Faixa 1	9,367	6	5,383	0,167	9,367	31,250			
523	14x39	6	22,833	0,055	Faixa 3	26,983	6	18,033	0,041	26,983	40,933	15	29,600	0,029
524	14x39	6	20,933	0,048	Faixa 3	16,783	6	16,267	0,070	16,783	34,650	15	24,940	0,028
525	14x39	6	18,650	0,035	Faixa 3	36,550	6	17,100	0,033	36,550	33,067	15	25,140	0,227
526	14x39	6	23,400	0,029	Faixa 3	16,217	6	15,883	0,054	16,217	37,217	15	24,873	0,058

O apêndice continua na página seguinte.



Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
527	14x39	6	21,183	0,033	Faixa 3	14,750	6	15,600	0,039	14,750	35,867	15	24,533	0,051
528	14x39	6	20,300	0,026	Faixa 3	23,583	6	13,967	0,030	23,583	32,717	9	21,867	0,033
529	14x39	6	20,300	0,026	Faixa 3	22,167	6	14,417	0,073	22,167	33,800	9	23,744	0,033
530	14x39	6	14,750	0,056	Faixa 2	18,050	6	13,633	0,055	18,050	29,017	9	18,722	0,048
531	14x39	6	16,617	0,020	Faixa 2	12,433	6	9,633	0,069	12,433	20,600	9	16,389	0,037
532	14x39	6	17,150	0,053	Faixa 2	8,383	6	11,633	0,026	8,383	32,350	9	15,622	0,049
533	14x39	6	13,383	0,038	Faixa 2	6,350	6	7,817	0,055	6,350	29,667	9	14,833	0,049
534	14x39	6	13,383	0,038	Faixa 2	11,117	6	8,100	0,079	11,117	32,033			
535	14x39	6	11,250	0,098	Faixa 2	6,717	6	6,867	0,051	6,717	23,367			
536	14x39	6	10,933	0,114	Faixa 2	6,167	6	6,783	0,061	6,167	21,450			
537	14x39	6	19,650	0,053	Faixa 3	19,417	6	14,267	0,067	19,417	35,850	15	25,867	0,195
538	14x39	6	17,817	0,051	Faixa 2	23,300	6	14,050	0,059	23,300	31,200	6	21,417	0,043
539	14x39	6	16,517	0,048	Faixa 2	18,500	6	14,000	0,081	18,500	31,450	6	23,367	0,017
540	14x39	6	15,867	0,034	Faixa 2	18,633	6	12,217	0,040	18,633	35,150	6	19,017	0,024
541	14x39	6	14,750	0,056	Faixa 2	24,467	6	12,433	0,042	24,467	26,075	6	18,367	0,039
542	14x39	6	16,417	0,063	Faixa 2	15,517	6	11,900	0,041	15,517	26,200	6	17,583	0,047
543	14x39	6	16,617	0,020	Faixa 2	16,483	6	10,317	0,053	16,483	24,250	6	18,017	0,038
544	14x39	6	12,733	0,091	Faixa 2	9,167	6	8,017	0,065	9,167	29,017	6	14,767	0,023
545	14x39	6	15,250	0,024	Faixa 2	13,350	6	9,783	0,055	13,350	31,100	6	14,483	0,054
546	14x39	6	10,067	0,021	Faixa 2	9,400	6	6,583	0,077	9,400	30,000			
547	14x39	6	24,000	0,031	Faixa 3	22,683	6	15,050	0,064	22,683	36,325	19	19,358	0,149
548	14x39	6	20,483	0,034	Faixa 3	12,683	6	13,800	0,035	12,683	41,675	19	23,658	0,020
549	14x39	6	20,483	0,034	Faixa 3	18,117	6	13,850	0,042	18,117	36,763	19	23,774	0,028

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
550	14x39	6	18,850	0,059	Faixa 3	16,700	6	12,650	0,020	16,700	32,075	10	22,330	0,025
551	14x39	6	20,767	0,032	Faixa 3	19,633	6	11,333	0,024	19,633	28,400	12	19,533	0,033
552	14x39	6	11,800	0,038	Faixa 2	15,683	6	10,033	0,044	15,683	25,625	12	17,508	0,036
553	14x39	6	9,783	0,019	Faixa 2	13,267	6	8,600	0,028	13,267	21,325	12	15,200	0,075
554	14x39	6	8,050	0,087	Faixa 2	10,333	6	6,817	0,045	10,333	19,500			
555	14x39	6	9,800	0,048	Faixa 2	6,150	6	5,667	0,082	6,150	19,500			
556	14x39	6	5,483	0,114	Faixa 1	9,217	6	4,183	0,102	9,217	24,575			
557	14x39	6	6,600	0,045	Faixa 1	15,150	6	4,500	0,091	15,150	28,333			
558	14x39	6	20,483	0,034	Faixa 3	12,217	6	16,250	0,062	12,217	39,275	19	24,079	0,039
559	14x39	6	18,850	0,059	Faixa 3	22,283	6	12,633	0,016	22,283	34,088	19	22,147	0,076
560	14x39	6	14,683	0,045	Faixa 2	17,017	6	10,650	0,018	17,017	27,125	12	18,900	0,043
561	14x39	6	6,233	0,063	Faixa 1	8,850	6	5,283	0,058	8,850	18,800			
562	14x39	6	5,767	0,103	Faixa 1	7,200	6	5,017	0,061	7,200	27,175			
563	14x39	6	26,650	0,053	Faixa 3	41,133	6	19,833	0,030	41,133	46,800	19	32,547	0,036
564	14x39	6	26,650	0,053	Faixa 3	41,133	6	19,833	0,030	41,133	47,767	15	31,740	0,041
565	19x39	6	25,117	0,044	Faixa 3	41,133	6	19,483	0,029	41,133	46,800	19	31,842	0,043
566	19x39	6	25,117	0,044	Faixa 3	41,133	6	19,483	0,029	41,133	47,767	15	30,907	0,056
567	14x39	6	26,650	0,053	Faixa 3	24,083	6	19,783	0,034	24,083	48,150	19	31,005	0,053
568	19x39	6	25,117	0,044	Faixa 3	29,517	6	19,417	0,042	29,517	48,150	19	29,721	0,013
569	14x39	6	26,650	0,053	Faixa 3	23,617	6	18,250	0,038	23,617	47,083	19	29,216	0,022
570	19x39	6	25,117	0,044	Faixa 3	25,700	6	20,150	0,038	25,700	47,083	19	29,084	0,019
571	14x39	6	21,833	0,054	Faixa 3	22,567	6	17,917	0,046	22,567	47,040	19	28,437	0,016
572	19x39	6	25,117	0,044	Faixa 3	22,567	6	19,033	0,038	22,567	47,040	19	27,526	0,009

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
573	14x39	6	21,833	0,054	Faixa 3	21,383	6	18,217	0,021	21,383	45,500	19	28,863	0,023
574	19x39	6	25,117	0,044	Faixa 3	38,183	6	18,200	0,018	38,183	47,850	19	28,153	0,018
575	14x39	6	19,250	0,017	Faixa 3	25,233	6	17,133	0,038	25,233	39,230	19	26,347	0,048
576	19x39	6	20,100	0,036	Faixa 3	25,233	6	17,717	0,033	25,233	42,900	19	25,521	0,029
577	14x39	6	19,200	0,022	Faixa 3	30,533	6	16,950	0,041	30,533	34,440	19	24,895	0,028
578	19x39	6	20,100	0,036	Faixa 3	30,533	6	17,300	0,074	30,533	34,440	19	25,032	0,020
579	14x39	6	17,400	0,007	Faixa 2	21,117	6	14,617	0,058	21,117	36,300	19	23,616	0,032
580	19x39	6	16,817	0,024	Faixa 2	21,117	6	14,883	0,048	21,117	36,300	19	24,316	0,033
581	14x39	6	18,233	0,026	Faixa 3	24,633	6	16,583	0,026	24,633	31,360	15	23,307	0,043
582	19x39	6	19,383	0,079	Faixa 3	24,633	6	16,667	0,033	24,633	31,360	15	23,567	0,040
583	14x39	6	17,033	0,045	Faixa 2	26,950	6	13,883	0,044	26,950	37,230	15	23,167	0,038
584	19x39	6	15,467	0,025	Faixa 2	26,950	6	13,833	0,036	26,950	37,230	15	23,740	0,036
585	14x39	6	16,350	0,060	Faixa 2	14,117	6	11,450	0,053	14,117	33,440	15	19,893	0,036
586	19x39	6	14,717	0,044	Faixa 2	14,117	6	11,550	0,076	14,117	33,440	15	19,573	0,044
587	14x39	6	16,350	0,060	Faixa 2	20,933	6	12,267	0,110	20,933	26,100	15	19,927	0,048
588	19x39	6	16,350	0,060	Faixa 2	20,583	6	11,533	0,091	20,583	26,100	15	19,967	0,015
589	14x39	6	12,683	0,051	Faixa 2	18,200	6	12,983	0,085	18,200	23,500	12	18,883	0,039
590	19x39	6	10,350	0,018	Faixa 2	18,200	6	11,633	0,079	18,200	23,500	12	18,208	0,026
591	14x39	6	12,917	0,036	Faixa 2	18,533	6	11,000	0,049	18,533	26,600	12	18,650	0,041
592	19x39	6	10,350	0,018	Faixa 2	18,533	6	10,983	0,055	18,533	26,600	12	19,175	0,039
593	14x39	6	14,350	0,027	Faixa 2	10,033	6	9,567	0,056	10,033	22,870	15	15,120	0,042
594	19x39	6	10,400	0,049	Faixa 2	10,033	6	9,467	0,082	10,033	22,870	15	15,073	0,044
595	14x39	6	15,350	0,058	Faixa 2	15,550	6	8,367	0,055	15,550	21,075	12	15,508	0,038

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
596	19x39	6	10,400	0,049	Faixa 2	15,550	6	8,133	0,038	15,550	21,075	12	15,317	0,053
597	14x39	6	9,950	0,037	Faixa 2	7,483	6	8,933	0,072	7,483	33,633	9	12,889	0,055
598	19x39	6	8,283	0,023	Faixa 2	7,483	6	8,517	0,067	7,483	33,633	9	12,678	0,074
599	14x39	6	10,717	0,031	Faixa 2	7,683	6	6,950	0,037	7,683	20,375	12	13,383	0,083
600	19x39	6	8,283	0,023	Faixa 2	7,683	6	8,967	0,076	7,683	20,375	12	13,300	0,057
601	14x39	6	7,850	0,030	Faixa 1	8,733	6	4,767	0,091	8,733	17,717	9	12,444	0,039
602	19x39	6	5,600	0,061	Faixa 1	8,733	6	4,783	0,087	8,733	17,717	9	12,178	0,034
603	14x39	6	7,600	0,110	Faixa 1	6,000	6	6,033	0,075	6,000	22,850	9	12,500	0,060
604	19x39	6	5,600	0,061	Faixa 1	6,000	6	6,500	0,056	6,000	22,850	9	12,511	0,057
605	14x39	6	9,950	0,074	Faixa 2	5,517	6	5,500	0,066	5,517	29,375	12	14,625	0,054
606	19x39	6	5,600	0,061	Faixa 1	5,517	6	6,217	0,088	5,517	29,375	12	14,975	0,055
607	14x39	6	26,650	0,053	Faixa 3	35,400	6	21,450	0,031	35,400	49,288	15	29,953	0,035
608	19x39	6	25,117	0,044	Faixa 3	31,100	6	20,650	0,038	31,100	49,288	15	30,227	0,027
609	14x39	6	26,650	0,053	Faixa 3	35,400	6	21,450	0,031	35,400	49,167	15	31,160	0,065
610	19x39	6	25,117	0,044	Faixa 3	31,100	6	20,650	0,038	31,100	49,167	15	30,187	0,028
611	14x39	6	26,650	0,053	Faixa 3	30,250	6	18,467	0,019	30,250	47,225	19	29,647	0,051
612	14x39	6	26,650	0,053	Faixa 3	30,250	6	18,467	0,019	30,250	47,225	10	29,800	0,017
613	19x39	6	25,117	0,044	Faixa 3	18,233	6	18,983	0,019	18,233	47,225	19	28,784	0,010
614	19x39	6	25,117	0,044	Faixa 3	18,233	6	18,983	0,019	18,233	47,225	10	28,880	0,009
615	14x39	6	26,650	0,053	Faixa 3	26,300	6	19,167	0,031	26,300	49,880	19	29,216	0,029
616	19x39	6	25,117	0,044	Faixa 3	26,300	6	19,667	0,050	26,300	49,880	19	29,353	0,022
617	14x39	6	21,533	0,046	Faixa 3	21,967	6	18,167	0,022	21,967	44,360	19	28,337	0,039
618	19x39	6	20,550	0,024	Faixa 3	21,967	6	18,450	0,044	21,967	44,360	19	28,911	0,038

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
619	14x39	6	22,183	0,028	Faixa 3	23,067	6	18,217	0,021	23,067	41,810	19	28,284	0,036
620	19x39	6	22,350	0,055	Faixa 3	23,067	6	18,483	0,047	23,067	41,810	19	29,068	0,046
621	14x39	6	22,033	0,023	Faixa 3	27,950	6	16,717	0,064	27,950	37,030	19	26,311	0,041
622	19x39	6	21,350	0,053	Faixa 3	27,950	6	17,050	0,063	27,950	37,030	19	25,474	0,020
623	14x39	6	22,033	0,023	Faixa 3	26,633	6	16,900	0,050	26,633	38,340	19	25,232	0,020
624	19x39	6	21,350	0,053	Faixa 3	26,633	6	17,233	0,022	26,633	38,340	19	25,053	0,020
625	14x39	6	22,033	0,023	Faixa 3	27,067	6	15,467	0,032	27,067	35,810	15	23,987	0,026
626	19x39	6	16,817	0,024	Faixa 2	27,067	6	15,717	0,046	27,067	35,810	15	24,360	0,034
627	14x39	6	17,400	0,007	Faixa 2	26,300	6	13,950	0,032	26,300	35,980	15	22,573	0,025
628	19x39	6	15,467	0,025	Faixa 2	26,300	6	13,983	0,034	26,300	35,980	15	22,153	0,019
629	14x39	6	15,433	0,027	Faixa 2	20,233	6	13,917	0,061	20,233	34,150	15	22,300	0,032
630	19x39	6	15,467	0,025	Faixa 2	20,233	6	13,017	0,036	20,233	34,150	15	22,427	0,021
631	14x39	6	14,067	0,017	Faixa 2	13,750	6	12,067	0,059	13,750	24,788	12	20,550	0,045
632	19x39	6	14,717	0,044	Faixa 2	13,750	6	12,383	0,069	13,750	24,788	12	19,333	0,027
633	14x39	6	14,067	0,017	Faixa 2	21,017	6	12,517	0,077	21,017	30,988	12	20,583	0,062
634	19x39	6	14,717	0,044	Faixa 2	21,017	6	11,967	0,038	21,017	30,988	12	20,900	0,044
635	14x39	6	13,467	0,021	Faixa 2	17,767	6	11,917	0,050	17,767	23,375	12	19,658	0,054
636	19x39	6	10,350	0,018	Faixa 2	17,767	6	12,117	0,052	17,767	23,375	12	19,775	0,053
637	14x39	6	12,917	0,036	Faixa 2	17,117	6	11,250	0,053	17,117	22,788	12	18,592	0,044
638	19x39	6	10,350	0,018	Faixa 2	17,117	6	11,117	0,053	17,117	22,788	12	19,025	0,051
639	14x39	6	15,383	0,056	Faixa 2	14,483	6	9,383	0,082	14,483	22,263	12	15,617	0,048
640	19x39	6	11,433	0,065	Faixa 2	14,483	6	9,267	0,043	14,483	22,263	12	15,283	0,034
641	14x39	6	11,450	0,044	Faixa 2	11,367	6	10,450	0,072	11,367	27,225	12	15,225	0,048

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
642	19x39	6	11,433	0,065	Faixa 2	11,367	6	10,350	0,059	11,367	27,225	12	15,067	0,034
643	14x39	6	10,717	0,031	Faixa 2	18,333	6	7,483	0,058	18,333	18,467	9	12,544	0,052
644	19x39	6	8,283	0,023	Faixa 2	18,333	6	7,733	0,049	18,333	18,467	9	12,356	0,049
645	14x39	6	12,617	0,042	Faixa 2	5,917	6	7,733	0,069	5,917	28,167	9	15,544	0,035
646	19x39	6	8,283	0,023	Faixa 2	5,917	6	7,683	0,045	5,917	28,167	9	15,233	0,037
647	14x39	6	8,317	0,018	Faixa 2	5,367	6	6,817	0,049	5,367	38,733	9	8,967	0,066
648	19x39	6	5,600	0,061	Faixa 1	5,367	6	7,650	0,057	5,367	38,733	9	9,000	0,059
649	14x39	6	8,317	0,018	Faixa 2	8,850	6	6,767	0,048	8,850	27,500	9	12,133	0,096
650	19x39	6	5,600	0,061	Faixa 1	8,850	6	7,900	0,054	8,850	27,500	9	14,300	0,055
651	14x39	6	8,317	0,018	Faixa 2	8,667	6	6,400	0,057	8,667	39,388	12	12,550	0,056
652	19x39	6	5,600	0,061	Faixa 1	8,667	6	7,833	0,062	8,667	39,388	12	12,717	0,079
653	14x39	6	26,650	0,053	Faixa 3	37,650	12	21,142	0,053	37,650	42,600	12	33,858	0,028
654	19x39	6	23,750	0,037	Faixa 3	37,650	12	19,733	0,039	37,650	42,600	12	34,042	0,097
655	14x39	6	24,817	0,023	Faixa 3	31,517	12	20,142	0,155	31,517	41,050	12	31,258	0,026
656	19x39	6	20,550	0,024	Faixa 3	31,517	12	18,925	0,038	31,517	41,050	12	35,383	0,053
657	14x39	6	20,083	0,038	Faixa 3	30,783	12	18,308	0,034	30,783	40,000	12	31,450	0,046
658	19x39	6	20,100	0,036	Faixa 3	30,783	12	18,983	0,037	30,783	40,000	12	27,842	0,070
659	14x39	6	17,617	0,090	Faixa 2	28,483	12	15,392	0,068	28,483	40,000	12	29,675	0,025
660	19x39	6	16,817	0,024	Faixa 2	28,483	12	16,933	0,030	28,483	40,000	12	30,392	0,037
661	14x39	6	16,817	0,040	Faixa 2	25,250	12	14,392	0,042	25,250	32,650	12	27,700	0,056
662	19x39	6	19,383	0,079	Faixa 3	25,250	12	14,317	0,078	25,250	32,650	12	27,192	0,032
663	14x39	6	12,983	0,027	Faixa 2	18,033	12	12,208	0,029	18,033	27,400	12	22,083	0,053
664	19x39	6	14,717	0,044	Faixa 2	18,033	12	12,292	0,051	18,033	27,400	12	23,042	0,043

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
665	14x39	6	13,933	0,020	Faixa 2	12,500	12	11,267	0,073	12,500	25,650	12	19,250	0,035
666	19x39	6	10,350	0,018	Faixa 2	12,500	12	11,767	0,085	12,500	25,650	12	18,508	0,035
667	14x39	6	10,750	0,061	Faixa 2	13,600	12	9,017	0,080	13,600	17,700	12	16,008	0,046
668	19x39	6	10,717	0,096	Faixa 2	13,600	12	9,583	0,059	13,600	17,700	12	15,192	0,048
669	14x39	6	8,617	0,037	Faixa 2	10,950	12	7,292	0,075	10,950	17,700	12	11,717	0,072
670	19x39	6	8,300	0,044	Faixa 2	10,950	12	7,708	0,083	10,950	17,700	12	12,000	0,044
671	14x39	6	5,083	0,042	Faixa 1	10,950	12	5,750	0,083	10,950	17,700	12	9,358	0,071
672	19x39	6	5,600	0,061	Faixa 1	10,950	12	6,908	0,040	10,950	17,700	12	10,275	0,061
673	14x39	6	26,467	0,025	Faixa 3	22,650	6	19,717	0,029	22,650	44,210	19	29,337	0,040
674	14x39	6	26,467	0,025	Faixa 3	22,350	6	21,383	0,065	22,350	46,740	19	31,258	0,042
675	14x39	6	27,533	0,034	Faixa 3	31,500	6	20,833	0,041	31,500	44,870	19	30,400	0,048
676	14x39	6	24,000	0,046	Faixa 3	23,033	6	19,650	0,025	23,033	42,320	19	28,879	0,024
677	14x39	6	22,983	0,083	Faixa 3	26,133	6	20,017	0,033	26,133	39,900	19	28,568	0,035
678	14x39	6	22,617	0,058	Faixa 3	21,800	6	18,067	0,037	21,800	36,360	19	24,984	0,023
679	14x39	6	22,617	0,058	Faixa 3	26,017	6	17,917	0,035	26,017	37,330	19	25,384	0,026
680	14x39	6	19,233	0,070	Faixa 3	30,167	6	16,317	0,056	30,167	38,820	15	27,120	0,028
681	14x39	6	19,850	0,043	Faixa 3	24,433	6	13,833	0,032	24,433	32,300	15	22,187	0,020
682	14x39	6	17,733	0,035	Faixa 2	21,867	6	13,400	0,028	21,867	32,270	15	22,560	0,032
683	14x39	6	14,217	0,037	Faixa 2	14,500	6	13,200	0,055	14,500	26,980	15	19,260	0,030
684	14x39	6	14,217	0,037	Faixa 2	22,667	6	12,733	0,024	22,667	27,720	15	19,847	0,039
685	14x39	6	12,783	0,046	Faixa 2	19,217	6	10,383	0,054	19,217	22,890	15	17,933	0,026
686	14x39	6	13,533	0,045	Faixa 2	12,350	6	11,100	0,062	12,350	22,250	15	18,580	0,040
687	14x39	6	12,567	0,032	Faixa 2	16,433	6	8,300	0,053	16,433	21,950	15	16,820	0,090

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
688	14x39	6	12,567	0,032	Faixa 2	17,883	6	8,450	0,060	17,883	16,475	15	14,840	0,040
689	14x39	6	26,467	0,025	Faixa 3	22,650	6	19,533	0,021	22,650	46,693	19	30,305	0,056
690	14x39	6	26,467	0,025	Faixa 3	22,650	6	19,533	0,021	22,650	46,693	15	31,413	0,060
691	14x39	6	24,500	0,078	Faixa 3	25,550	6	21,200	0,047	25,550	46,580	19	32,311	0,041
692	14x39	6	24,500	0,078	Faixa 3	30,850	6	20,600	0,036	30,850	46,160	19	30,537	0,042
693	14x39	6	24,000	0,046	Faixa 3	31,500	6	19,450	0,029	31,500	43,700	19	28,247	0,026
694	14x39	6	22,983	0,083	Faixa 3	26,100	6	20,283	0,035	26,100	42,330	19	28,389	0,027
695	14x39	6	27,450	0,032	Faixa 3	24,683	6	18,417	0,046	24,683	37,880	19	25,495	0,023
696	14x39	6	22,617	0,058	Faixa 3	26,067	6	17,800	0,026	26,067	39,050	19	25,142	0,026
697	14x39	6	19,233	0,070	Faixa 3	25,150	6	16,400	0,041	25,150	37,070	15	24,780	0,043
698	14x39	6	19,850	0,043	Faixa 3	24,900	6	14,333	0,049	24,900	34,360	15	22,927	0,028
699	14x39	6	17,733	0,035	Faixa 2	22,350	6	13,500	0,031	22,350	32,340	15	24,167	0,032
700	14x39	6	14,217	0,037	Faixa 2	16,750	6	12,500	0,044	16,750	27,370	15	19,420	0,038
701	14x39	6	14,217	0,037	Faixa 2	12,250	6	12,717	0,046	12,250	26,750	15	19,513	0,029
702	14x39	6	12,783	0,046	Faixa 2	18,367	6	10,433	0,046	18,367	22,160	15	19,447	0,030
703	14x39	6	12,783	0,046	Faixa 2	23,267	6	10,100	0,049	23,267	21,730	15	18,067	0,031
704	14x39	6	26,733	0,055	Faixa 3	24,833	6	16,817	0,040	24,833	49,950	10	25,780	0,048
705	14x39	6	26,733	0,055	Faixa 3	24,833	6	16,817	0,040	24,833	47,467	15	24,853	0,085
706	14x39	6	21,933	0,068	Faixa 3	22,667	6	17,367	0,038	22,667	44,675	6	17,367	0,038
707	14x39	6	21,933	0,068	Faixa 3	22,667	6	17,367	0,038	22,667	42,317	15	29,860	0,063
708	14x39	6	24,817	0,023	Faixa 3	28,150	6	16,967	0,046	28,150	40,300	6	16,967	0,046
709	14x39	6	24,817	0,023	Faixa 3	28,150	6	16,967	0,046	28,150	43,067	15	27,440	0,046
710	14x39	6	24,817	0,023	Faixa 3	27,200	6	17,033	0,030	27,200	50,100	6	17,033	0,030

O apêndice continua na página seguinte.



Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
711	14x39	6	24,817	0,023	Faixa 3	27,200	6	17,033	0,030	27,200	40,425	10	27,940	0,034
712	14x39	6	24,817	0,023	Faixa 3	21,867	6	17,117	0,039	21,867	41,025	6	17,117	0,039
713	14x39	6	24,817	0,023	Faixa 3	21,867	6	17,117	0,039	21,867	32,250	10	29,690	0,042
714	14x39	6	17,617	0,090	Faixa 2	25,433	6	16,533	0,030	25,433	36,675	6	16,533	0,030
715	14x39	6	17,617	0,090	Faixa 2	25,433	6	16,533	0,030	25,433	37,600	10	23,720	0,029
716	14x39	6	17,617	0,090	Faixa 2	22,383	6	14,750	0,036	22,383	36,700	6	14,750	0,036
717	14x39	6	17,617	0,090	Faixa 2	22,383	6	14,750	0,036	22,383	37,500	10	24,500	0,066
718	14x39	6	17,500	0,035	Faixa 2	26,133	6	14,850	0,051	26,133	37,275	6	14,850	0,051
719	14x39	6	17,500	0,035	Faixa 2	26,133	6	14,850	0,051	26,133	36,650	10	27,600	0,047
720	14x39	6	18,633	0,017	Faixa 3	16,883	6	15,600	0,043	16,883	38,450	6	15,600	0,043
721	14x39	6	18,633	0,017	Faixa 3	16,883	6	15,600	0,043	16,883	38,150	10	27,690	0,056
722	14x39	6	12,200	0,024	Faixa 2	13,167	6	11,467	0,076	13,167	24,275	6	11,467	0,076
723	14x39	6	12,200	0,024	Faixa 2	13,167	6	11,467	0,076	13,167	21,800	6	18,967	0,065
724	14x39	6	10,250	0,013	Faixa 2	17,600	6	10,833	0,065	17,600	29,000	6	10,833	0,065
725	14x39	6	10,250	0,013	Faixa 2	17,600	6	10,833	0,065	17,600	24,500	6	19,200	0,033
726	14x39	6	10,250	0,013	Faixa 2	23,617	6	10,583	0,063	23,617	28,500	6	10,583	0,063
727	14x39	6	10,250	0,013	Faixa 2	23,617	6	10,583	0,063	23,617	23,150	6	18,817	0,045
728	14x39	6	10,250	0,013	Faixa 2	12,283	6	11,500	0,082	12,283	23,075	6	11,500	0,082
729	14x39	6	10,250	0,013	Faixa 2	12,283	6	11,500	0,082	12,283	24,725	6	18,900	0,019
730	14x39	6	10,900	0,014	Faixa 2	14,133	6	8,367	0,045	14,133	23,075	6	8,367	0,045
731	14x39	6	10,900	0,014	Faixa 2	14,133	6	8,367	0,045	14,133	25,175	6	15,017	0,021
732	14x39	6	10,900	0,014	Faixa 2	17,233	6	8,767	0,029	17,233	28,625	6	8,767	0,029
733	14x39	6	10,900	0,014	Faixa 2	17,233	6	8,767	0,029	17,233	22,650	6	16,300	0,042

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
734	14x39	6	7,433	0,063	Faixa 1	13,033	6	6,917	0,076	13,033	18,725	6	6,917	0,076
735	14x39	6	7,433	0,063	Faixa 1	13,033	6	6,917	0,076	13,033	20,200	6	12,150	0,033
736	14x39	6	7,433	0,063	Faixa 1	8,500	6	6,683	0,056	8,500	20,500	6	6,683	0,056
737	14x39	6	7,433	0,063	Faixa 1	8,500	6	6,683	0,056	8,500	24,000	6	11,950	0,053
738	14x39	6	9,450	0,036	Faixa 2	8,500	6	7,817	0,039	8,500	20,500	6	7,817	0,039
739	14x39	6	9,450	0,036	Faixa 2	8,500	6	7,817	0,039	8,500	20,950	6	10,917	0,063
740	14x39	6	7,483	0,052	Faixa 1	10,617	6	4,800	0,060	10,617	20,875	6	4,800	0,060
741	14x39	6	7,483	0,052	Faixa 1	10,617	6	4,800	0,060	10,617	19,000	6	9,383	0,062
742	14x39	6	6,483	0,018	Faixa 1	10,617	6	7,550	0,061	10,617	21,400	6	7,550	0,061
743	19x39	6	8,283	0,023	Faixa 2	10,617	6	6,917	0,059	10,617	21,400	6	6,917	0,059
744	19x39	6	8,283	0,023	Faixa 2	10,617	6	6,917	0,059	10,617	21,400	6	12,367	0,040
745	14x39	6	23,767	0,040	Faixa 3	18,250	6	20,433	0,067	18,250	41,050	15	30,313	0,048
746	14x39	6	23,767	0,040	Faixa 3	12,083	6	21,633	0,024	12,083	41,483	15	29,180	0,026
747	14x39	6	24,550	0,051	Faixa 3	30,083	6	18,467	0,039	30,083	36,483	15	28,233	0,041
748	14x39	6	26,883	0,018	Faixa 3	23,533	6	20,233	0,049	23,533	38,775	10	27,980	0,037
749	14x39	6	24,067	0,053	Faixa 3	21,850	6	17,933	0,032	21,850	37,725	10	30,560	0,026
750	14x39	6	27,450	0,032	Faixa 3	25,900	6	17,883	0,051	25,900	37,850	10	26,670	0,020
751	14x39	6	24,067	0,026	Faixa 3	20,683	6	15,683	0,048	20,683	35,017	10	24,030	0,032
752	14x39	6	18,967	0,022	Faixa 3	17,767	6	14,067	0,044	17,767	39,125	6	22,783	0,027
753	14x39	6	18,083	0,045	Faixa 3	25,833	6	14,000	0,051	25,833	39,925	6	22,500	0,027
754	14x39	6	19,817	0,026	Faixa 3	14,733	6	12,900	0,053	14,733	32,275	6	19,800	0,026
755	14x39	6	17,350	0,022	Faixa 2	18,650	6	12,867	0,034	18,650	36,075			
756	14x39	6	13,417	0,039	Faixa 2	11,250	6	10,900	0,063	11,250	24,050			

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
757	14x39	6	13,417	0,039	Faixa 2	21,167	6	10,383	0,038	21,167	23,650			
758	14x39	6	13,467	0,040	Faixa 2	16,967	6	9,283	0,044	16,967	18,300			
759	14x39	6	13,467	0,040	Faixa 2	8,350	6	13,100	0,063	8,350	20,650			
760	14x39	6	8,017	0,044	Faixa 2	10,733	6	8,683	0,073	10,733	18,350			
761	14x39	6	8,017	0,044	Faixa 2	24,900	6	7,767	0,036	24,900	20,625			
762	14x39	6	7,950	0,108	Faixa 1	7,583	6	5,150	0,084	7,583	20,350			
763	14x39	6	7,950	0,108	Faixa 1	7,583	6	5,600	0,058	7,583	17,225			
764	14x39	6	24,650	0,038	Faixa 3	21,450	6	21,283	0,039	21,450	43,583	15	29,613	0,025
765	14x39	6	23,767	0,040	Faixa 3	29,650	6	21,850	0,034	29,650	42,450	15	29,627	0,030
766	14x39	6	24,550	0,051	Faixa 3	12,083	6	18,350	0,035	12,083	35,500	15	28,173	0,040
767	14x39	6	26,883	0,018	Faixa 3	24,250	6	18,933	0,038	24,250	41,150	10	28,340	0,026
768	14x39	6	24,067	0,053	Faixa 3	18,867	6	18,017	0,033	18,867	39,950	10	26,710	0,043
769	14x39	6	27,450	0,032	Faixa 3	34,000	6	19,083	0,029	34,000	37,350	10	26,740	0,044
770	14x39	6	24,067	0,026	Faixa 3	25,983	6	16,000	0,023	25,983	36,400	10	24,080	0,037
771	14x39	6	18,083	0,065	Faixa 3	16,167	6	14,250	0,044	16,167	39,875	6	23,467	0,025
772	14x39	6	18,967	0,022	Faixa 3	19,700	6	15,867	0,022	19,700	32,425	6	23,567	0,057
773	14x39	6	19,817	0,026	Faixa 3	16,817	6	12,467	0,024	16,817	32,275	6	20,450	0,024
774	14x39	6	19,817	0,026	Faixa 3	13,150	6	11,933	0,031	13,150	36,075			
775	14x39	6	13,417	0,039	Faixa 2	23,050	6	10,717	0,050	23,050	24,925			
776	14x39	6	14,017	0,049	Faixa 2	28,350	6	10,800	0,053	28,350	21,650			
777	14x39	6	12,700	0,063	Faixa 2	19,717	6	10,383	0,063	19,717	18,000			
778	14x39	6	13,467	0,040	Faixa 2	13,483	6	9,717	0,043	13,483	19,025			
779	14x39	6	8,017	0,044	Faixa 2	18,767	6	7,933	0,033	18,767	17,600			

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
780	14x39	6	8,017	0,044	Faixa 2	8,483	6	8,150	0,048	8,483	19,025			
781	14x39	6	7,950	0,108	Faixa 1	6,283	6	6,167	0,055	6,283	23,750			
782	14x39	6	7,950	0,108	Faixa 1	6,300	6	5,333	0,068	6,300	16,000			
783	14x39	6	7,950	0,108	Faixa 1	8,733	6	5,083	0,070	8,733	24,300			
784	14x39	6	7,950	0,108	Faixa 1	9,867	6	5,017	0,077	9,867	20,425			
785	14x39	6	24,783	0,030	Faixa 3	34,600	6	20,433	0,057	34,600	42,083	15	27,120	0,019
786	14x39	6	24,783	0,030	Faixa 3	34,600	6	20,433	0,057	34,600	46,050	15	27,760	0,020
787	19x39	6	25,600	0,016	Faixa 3	34,600	6	20,633	0,040	34,600	46,050	15	29,280	0,025
788	14x39	6	26,333	0,022	Faixa 3	34,600	6	18,217	0,250	34,600	46,050	15	29,207	0,018
789	14x39	6	26,333	0,022	Faixa 3	34,600	6	18,217	0,250	34,600	42,083	15	28,160	0,030
790	19x39	6	25,600	0,016	Faixa 3	34,600	6	20,633	0,040	34,600	42,083	15	28,407	0,021
791	14x39	6	26,333	0,022	Faixa 3	34,817	6	20,633	0,041	34,817	47,040	19	28,216	0,021
792	19x39	6	26,333	0,022	Faixa 3	34,817	6	20,867	0,023	34,817	47,040	19	28,811	0,040
793	14x39	6	24,817	0,026	Faixa 3	28,183	6	20,150	0,094	28,183	45,640	19	28,784	0,026
794	19x39	6	25,600	0,016	Faixa 3	28,183	6	19,783	0,038	28,183	45,640	19	27,405	0,014
795	14x39	6	21,717	0,028	Faixa 3	28,183	6	17,600	0,038	28,183	44,550	19	27,758	0,027
796	19x39	6	20,550	0,024	Faixa 3	28,183	6	17,700	0,043	28,183	44,550	19	27,321	0,018
797	14x39	6	21,717	0,028	Faixa 3	26,600	6	18,600	0,033	26,600	42,430	19	27,805	0,035
798	19x39	6	22,350	0,055	Faixa 3	26,600	6	18,433	0,030	26,600	42,430	19	27,337	0,027
799	14x39	6	22,167	0,065	Faixa 3	31,417	6	17,533	0,038	31,417	38,680	19	26,989	0,033
800	19x39	6	21,350	0,053	Faixa 3	31,417	6	17,600	0,039	31,417	38,680	19	27,347	0,032
801	14x39	6	22,167	0,065	Faixa 3	31,067	6	18,017	0,034	31,067	38,550	19	25,911	0,032
802	19x39	6	21,350	0,053	Faixa 3	31,067	6	17,817	0,026	31,067	38,550	19	25,211	0,022

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
803	14x39	6	21,183	0,033	Faixa 3	25,317	6	15,483	0,050	25,317	40,050	19	24,153	0,032
804	19x39	6	17,600	0,032	Faixa 2	25,317	6	15,383	0,047	25,317	40,050	19	24,305	0,023
805	14x39	6	20,300	0,026	Faixa 3	17,167	6	14,217	0,043	17,167	36,610	15	23,420	0,033
806	19x39	6	15,467	0,025	Faixa 2	17,167	6	14,233	0,031	17,167	36,610	15	23,593	0,028
807	14x39	6	20,300	0,026	Faixa 3	33,400	6	14,183	0,047	33,400	37,410	15	23,520	0,038
808	19x39	6	15,467	0,025	Faixa 2	33,400	6	14,517	0,035	33,400	37,410	15	23,860	0,034
809	14x39	6	14,750	0,056	Faixa 2	15,683	6	12,200	0,047	15,683	32,360	15	18,393	0,045
810	19x39	6	14,717	0,044	Faixa 2	15,683	6	12,550	0,044	15,683	32,360	15	18,907	0,047
811	14x39	6	19,600	0,037	Faixa 3	17,550	6	11,833	0,055	17,550	31,660	15	22,973	0,029
812	19x39	6	14,717	0,044	Faixa 2	17,550	6	12,183	0,041	17,550	31,660	15	22,240	0,041
813	14x39	6	18,367	0,038	Faixa 3	16,033	6	10,367	0,061	16,033	33,150	15	18,467	0,055
814	19x39	6	10,350	0,018	Faixa 2	16,033	6	10,417	0,067	16,033	33,150	15	18,447	0,059
815	14x39	6	16,517	0,019	Faixa 2	10,650	6	11,400	0,072	10,650	31,050	12	18,850	0,058
816	19x39	6	10,350	0,018	Faixa 2	10,650	6	11,117	0,056	10,650	31,050	12	18,567	0,038
817	14x39	6	14,767	0,067	Faixa 2	14,833	6	10,250	0,027	14,833	16,813	12	14,833	0,027
818	19x39	6	12,150	0,022	Faixa 2	14,833	6	9,600	0,052	14,833	16,813	12	14,558	0,026
819	14x39	6	14,767	0,067	Faixa 2	8,983	6	8,600	0,062	8,983	19,538	12	15,458	0,031
820	19x39	6	14,267	0,074	Faixa 2	8,983	6	8,767	0,048	8,983	19,538	12	15,033	0,052
821	14x39	6	11,567	0,012	Faixa 2	8,350	6	6,300	0,071	8,350	25,675	12	11,717	0,059
822	19x39	6	11,933	0,022	Faixa 2	8,350	6	6,617	0,093	8,350	25,675	12	11,942	0,047
823	14x39	6	9,750	0,098	Faixa 2	7,400	6	6,400	0,060	7,400	25,570	12	13,058	0,047
824	19x39	6	11,933	0,022	Faixa 2	7,400	6	6,267	0,053	7,400	25,570	12	12,842	0,044
825	14x39	6	8,633	0,039	Faixa 2	6,283	6	5,050	0,057	6,283	33,163	12	14,100	0,040

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
826	19x39	6	9,817	0,085	Faixa 2	6,283	6	4,967	0,077	6,283	33,163	12	13,775	0,039
827	14x39	6	8,733	0,129	Faixa 2	6,233	6	4,650	0,047	6,233	16,363	12	10,167	0,064
828	19x39	6	9,433	0,059	Faixa 2	6,233	6	5,417	0,057	6,233	16,363	12	9,267	0,043
829	14x39	6	6,533	0,116	Faixa 1	6,300	6	5,367	0,061	6,300	20,438	12	11,008	0,069
830	19x39	6	9,433	0,059	Faixa 2	6,300	6	5,750	0,091	6,300	20,438	12	11,142	0,053
831	19x39	6	20,550	0,024	Faixa 3	11,367	6	9,733	0,018	11,367	22,925	6	14,683	0,031
832	19x39	6	20,550	0,024	Faixa 3	11,367	6	9,733	0,018	11,367	23,975	9	14,800	0,023
833	14x39	6	22,850	0,030	Faixa 3	25,267	6	19,633	0,063	25,267	45,000	19	29,047	0,037
834	19x39	6	22,850	0,030	Faixa 3	25,267	6	20,300	0,035	25,267	45,000	19	29,295	0,034
835	14x39	6	22,850	0,030	Faixa 3	32,800	6	20,983	0,037	32,800	45,830	19	28,111	0,031
836	19x39	6	22,850	0,030	Faixa 3	32,800	6	20,950	0,038	32,800	45,830	19	28,437	0,034
837	14x39	6	26,333	0,022	Faixa 3	31,317	6	20,317	0,060	31,317	46,210	19	28,300	0,037
838	19x39	6	22,850	0,030	Faixa 3	31,317	6	20,833	0,031	31,317	46,210	19	28,463	0,031
839	14x39	6	25,400	0,017	Faixa 3	32,117	6	19,033	0,042	32,117	47,890	19	28,137	0,018
840	19x39	6	20,550	0,024	Faixa 3	32,117	6	19,217	0,027	32,117	47,890	19	26,584	0,019
841	14x39	6	20,250	0,013	Faixa 3	29,200	6	17,250	0,046	29,200	42,540	19	28,268	0,037
842	19x39	6	20,550	0,024	Faixa 3	29,200	6	17,767	0,101	29,200	42,540	19	27,153	0,018
843	14x39	6	18,650	0,035	Faixa 3	25,583	6	16,650	0,083	25,583	40,460	19	26,084	0,030
844	19x39	6	21,350	0,053	Faixa 3	25,583	6	15,450	0,046	25,583	40,460	19	25,937	0,033
845	14x39	6	20,250	0,013	Faixa 3	39,067	6	17,367	0,034	39,067	38,240	19	26,958	0,042
846	19x39	6	21,350	0,053	Faixa 3	39,067	6	17,600	0,036	39,067	38,240	19	27,147	0,039
847	14x39	6	18,650	0,035	Faixa 3	32,517	6	16,050	0,060	32,517	40,390	19	24,642	0,044
848	19x39	6	16,817	0,024	Faixa 2	32,517	6	16,183	0,035	32,517	40,390	19	24,379	0,038

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
849	14x39	6	16,517	0,048	Faixa 2	22,350	6	14,283	0,044	22,350	35,810	15	23,567	0,043
850	19x39	6	15,467	0,025	Faixa 2	22,350	6	13,833	0,042	22,350	35,810	15	23,787	0,049
851	14x39	6	16,517	0,048	Faixa 2	21,317	6	14,267	0,047	21,317	34,680	15	23,387	0,039
852	19x39	6	15,467	0,025	Faixa 2	21,317	6	13,717	0,040	21,317	34,680	15	23,833	0,035
853	14x39	6	15,867	0,034	Faixa 2	26,700	6	12,250	0,037	26,700	39,660	15	20,393	0,043
854	19x39	6	14,767	0,045	Faixa 2	26,700	6	12,433	0,052	26,700	39,660	15	20,187	0,034
855	14x39	6	14,750	0,056	Faixa 2	15,900	6	12,117	0,052	15,900	36,720	15	20,580	0,064
856	19x39	6	14,767	0,045	Faixa 2	15,900	6	12,250	0,049	15,900	36,720	15	21,040	0,027
857	14x39	6	16,617	0,020	Faixa 2	22,000	6	11,933	0,055	22,000	28,900	15	18,360	0,032
858	19x39	6	10,350	0,018	Faixa 2	22,000	6	11,850	0,045	22,000	28,900	15	20,500	0,045
859	14x39	6	17,150	0,053	Faixa 2	26,817	6	11,967	0,040	26,817	28,538	12	19,200	0,025
860	19x39	6	10,350	0,018	Faixa 2	26,817	6	11,350	0,041	26,817	28,538	12	33,158	1,509
861	14x39	6	15,250	0,024	Faixa 2	8,183	6	10,650	0,032	8,183	28,513	12	14,875	0,061
862	19x39	6	12,150	0,022	Faixa 2	8,183	6	10,167	0,048	8,183	28,513	12	15,325	0,078
863	14x39	6	13,383	0,038	Faixa 2	8,600	6	8,683	0,079	8,600	27,213	12	15,067	0,054
864	19x39	6	12,150	0,022	Faixa 2	8,600	6	9,017	0,052	8,600	27,213	12	14,842	0,063
865	14x39	6	11,250	0,098	Faixa 2	8,767	6	6,950	0,044	8,767	18,800	12	12,500	0,085
866	19x39	6	10,317	0,070	Faixa 2	8,767	6	6,167	0,051	8,767	18,800	12	12,300	0,062
867	14x39	6	10,933	0,114	Faixa 2	8,783	6	6,550	0,072	8,783	17,025	12	11,833	0,054
868	19x39	6	10,317	0,070	Faixa 2	8,783	6	6,767	0,070	8,783	17,025	12	12,233	0,044
869	14x39	6	9,450	0,075	Faixa 2	7,833	6	5,167	0,077	7,833	25,263	12	11,267	0,063
870	19x39	6	9,817	0,085	Faixa 2	7,833	6	5,017	0,083	7,833	25,263	12	11,492	0,064
871	14x39	6	8,883	0,067	Faixa 2	8,183	6	4,517	0,089	8,183	24,188	12	9,925	0,090

O apêndice continua na página seguinte.

Nº	Bloco de concreto					Prisma vazado				Prisma grauteado				
	Dimensão (cm)	Número de testes	<i>fb,médio</i> (MPa)	COV	Classificação	<i>fa</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp,médio</i> (MPa)	COV	<i>fa</i> (MPa)	<i>fg,médio</i> (MPa)	Número de testes	<i>fp*,médio</i> (MPa)	COV
872	19x39	6	9,817	0,085	Faixa 2	8,183	6	4,717	0,068	8,183	24,188	12	9,367	0,056
873	14x39	6	10,183	0,036	Faixa 2	10,050	6	4,800	0,072	10,050	25,708	15	9,393	0,078
874	19x39	6	5,600	0,061	Faixa 1	10,050	6	5,383	0,076	10,050	25,708	15	8,800	0,042
875	19x39	6	14,467	0,179	Faixa 2	6,400	6	7,950	0,060	6,400	31,825	6	16,017	0,025