

CARACTERIZAÇÃO E PARAMETRIZAÇÃO DE PAREDES PORTANTES DE ALVENARIA DE PEDRA QUANTO A REGULARIDADE GEOMÉTRICA NO SEU PLANO

LILIANA MARISA DE SOUSA

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM ESTRUTURAS

Orientador: Professor Doutor António Arêde

Co-Orientador: Professor Doutor João Miranda Guedes

SETEMBRO DE 2010

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2009/2010

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

* miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

* feup@fe.up.pt

 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2009/2010 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2010.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

A meus Pais e Irmã

Conhecimento é Poder
Francis Bacon

AGRADECIMENTOS

Este espaço pretende lembrar todos aqueles que de forma directa ou indirecta contribuíram para a concretização da presente dissertação, aos quais devo um profundo e sincero agradecimento pela ajuda e apoio.

- Um agradecimento especial é devido ao Professor Doutor António Arêde pela compreensão demonstrada e também pela capacidade de explicação, disponibilidade, boa disposição e rigor imposto a todos os trabalhos em que se envolve. Foi um prazer e uma honra trabalhar sob a sua orientação. Também tenho uma palavra de agradecimento para o Professor Doutor João Miranda Guedes, co-orientador desta dissertação.
- Agradeço à engenheira Celeste Almeida pela sua prontidão e dedicação, associadas a preciosas indicações e explicações que se revelaram uma grande ajuda.
- Ao João Milheiro pela sua disponibilidade e ajuda prestada.
- Ao Pedro Pereira que possibilitou a realização de uma aplicação em MatLab, agradeço o seu empenho e dedicação.
- Ao engenheiro Pedro Sepedo que tornou possível a visita ao edifício do quartelão do Corpo da Guarda.
- À Catarina Costa e ao Alexandre Costa pela sua disponibilidade.
- Aos meus amigos que sempre estiveram presentes e demonstraram grande compreensão.
- Aos meus pais e irmã por todo o apoio, carinho, amor, e também pelas palavras de incentivo e coragem que sempre me transmitiram.

A todos o meu muito obrigado!

RESUMO

Na presente dissertação pretende-se caracterizar as paredes de alvenaria de pedra no seu plano, através de um conjunto de parâmetros geométricos que permitam a definição de índices e classes de regularidade. Uma vez que este tipo de estruturas é abundante em Portugal, principalmente em zonas catalogadas como património histórico, o seu estudo revela-se de grande importância, dada a sua grande variabilidade e incertezas quer das propriedades, quer da geometria deste material estrutural. Em estudos desenvolvidos na Itália sobre o tema, já estão definidos índices de qualidade e classe para as paredes de alvenaria de pedra no país. A maioria desses estudos associam uma distribuição mais regular das pedras a um melhor comportamento, mas sem definir um índice de regularidade. O presente estudo é uma primeira tentativa de criar um índice.

A análise incide em edifícios antigos, essencialmente da cidade do Porto, sendo um de Vila Nova de Gaia. O levantamento geométrico das paredes envolveu o registo fotográfico no local, que é feito por fotogrametria com recurso a uma aplicação informática denominada PhotoModeler. Seguidamente, procede-se à quantificação de características geométricas e de regularidade e uma vez que, a forma real de uma pedra pode ser aproximada por um polígono, esta torna-se caracterizável por diversas medidas. Assim, o modelo geométrico obtido é passado para o programa AutoCad, possibilitando a quantificação de áreas e outros parâmetros geométricos, com vista à definição de índices de regularidade. Estes foram definidos com o auxílio de uma folha de cálculo em Excel, a partir dos rectângulos envolvente e (ou) equivalente aqui determinados. No entanto, para além destes índices, também foi criada uma aplicação no programa MatLab que calculasse o desvio da forma real da pedra face ao seu rectângulo equivalente permitindo a determinação e definição de um outro índice. Este é um primeiro passo para um índice mais complexo, que será melhorado no âmbito de uma tese de Doutoramento em Engenharia Civil actualmente em curso. Na realidade, a definição de um índice de regularidade para as pedras e, depois, para a alvenaria, permitirá no futuro (embora a primeira proposição é realizada no âmbito do presente trabalho) a atribuição de classes de regularidade no que respeita à forma das pedras.

PALAVRAS-CHAVE: Paredes de Alvenaria de Pedra, Fotogrametria, Índices de regularidade.

ABSTRACT

This work aims characterizing stone masonry walls through a set of geometrical parameters that will allow defining regularity indexes and classes. This study is particularly important, since many of the stone masonry constructions exists in areas with historical build heritage under protection plans. Moreover the variability and uncertainties associated to these structures demands other evaluations to be performed apart from the mechanical ones. Studies developed in Italy under this topic already defined quality indexes and classes for stone masonry walls in that country. Most of these studies associate a more regular distribution of stones to a better behaviour, but without defining a regularity index. The present study is a first attempt to create such an index.

The analysis will focus on old buildings, particularly in the city of Porto and Vila Nova de Gaia. The geometrical survey of the walls involved the in-situ photographic assessment using photogrammetry and, afterwards, the PhotoModeler software. Following this, the geometrical model was converted to AutoCad and the stones' areas and other geometrical parameters were quantified using Excel as an auxiliary tool.

With these parameters it was possible to characterize each stones' regularity through the comparison to the ideal regular shape: the envelop and (or) equivalent rectangle. Moreover, it was also created an application in MathLab to compute the deviation between the real stone shape and the equivalent rectangle with which a regularity index was created. This is a first step towards a more complex index that will be improved under a PhD thesis actually under development. As a matter of fact, the definition of a regularity index for the stones and, afterwards for the masonry, will allow in the future (although a first proposition is already done under this work) the attribution of regularity classes in terms of the stones' shape.

KEY-WORDS: Stone Masonry, Photogrammetry, Regularity Index.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO	1
1.2. OBJECTIVOS	1
1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	2
2. ESTADO DO CONHECIMENTO	3
2.1. INTRODUÇÃO	3
2.2. ÁBACOS ASSOCIADOS À FICHA AEDES (AGIBILITÀ E DANNO NELL'EMERGENZA SISMICA)	4
2.3. CLASSIFICAÇÃO DAS SECÇÕES DE PAREDES DE ALVENARIA DE PEDRA	11
2.4. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE E CLASSIFICAÇÃO DE PAREDES DE ALVENARIA DE PEDRA	13
2.4.1. MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ALVENARIA DE PEDRA (I.Q.M.)	13
2.4.2. MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA LINHA DE MÍNIMO TRAÇADO (L.M.T.)	17
2.4.3. MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ALVENARIA DE PEDRA ATRAVÉS DE INVESTIGAÇÃO DIAGNÓSTICA	19
2.5. FICHA PARA AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DA ALVENARIA DE PEDRA	20
2.6. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES	21
3. CASOS DE ESTUDO	
CARACTERIZAÇÃO GEOMÉTRICA	23
3.1. DESCRIÇÃO GERAL/ IMPLANTAÇÃO	23
3.1.1. INTRODUÇÃO	23
3.1.2. APRESENTAÇÃO DOS CASOS DE ESTUDO	24
3.1.2.1. Quarteirão do Corpo da Guarda – (CG)	24
3.1.2.2. Quarteirão da Feitoria Inglesa – (FI)	27
3.1.2.3. Vila Nova de Gaia – (VG)	28
3.1.2.4. Zona da Sé – (SE)	29

3.1.2.5. Zona da Muralha Fernandina – (MF)	31
3.2. LEVANTAMENTO GEOMÉTRICO POR FOTOGAMETRIA	32
3.2.1. INTRODUÇÃO	32
3.2.2. PROGRAMA PHOTOMODELER.....	32
3.2.3. FOTOGRAFIAS	33
3.2.4. MODELOS GEOMÉTRICOS	36
3.3. QUANTIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E DE REGULARIDADE.....	40
3.3.1. DEFINIÇÕES DE RECTÂNGULO EQUIVALENTE	40
3.3.1.1. Rectângulo equivalente com base na área real e inércia polar real.....	41
3.3.1.2. Rectângulo equivalente com base na área real e perímetro real.....	42
3.3.1.3. Rectângulo equivalente igual ao Rectângulo Homotético	43
3.3.2. DEFINIÇÕES DE ÍNDICES DE REGULARIDADE	43
3.3.2.1. Índice de regularidade baseado na razão entre perímetros real e equivalente (I_{Rp})	44
3.3.2.2. Índice de regularidade baseado na razão entre áreas real/ rectângulo envolvente (I_{RA}).....	44
3.3.2.3. Índice de regularidade baseado nos desvios da forma da pedra face ao rectângulo equivalente	45
3.3.3. ÍNDICES DE REGULARIDADE I_{RP} E I_{RA} PARA OS MODELOS GEOMÉTRICOS DAS PAREDES	46
3.3.4. PAINÉIS REPRESENTATIVOS DAS PAREDES DE ALVENARIA DE PEDRA.....	56
3.3.5.ÍNDICES DO DESVIO DA FORMA FACE AO RECTÂNGULO EQUIVALENTE.....	57
3.3.5.1. Índices determinados pelo desvio quadrático e pelo desvio simples (%)	58
3.3.6. ALGUNS COMENTÁRIOS	74
3.4. SÍNTESE DA CARACTERIZAÇÃO GEOMÉTRICA	75

4. AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA ALVENARIA NOS CASOS DE ESTUDO

4.1. INTRODUÇÃO.....	77
4.2. ÍNDICE DE QUALIDADE EM ALVENARIA DE PEDRA.....	77
4.2.1. ELEMENTOS RESISTENTES DE FORMA QUADRADA (F.EL.).....	77
4.2.2. PRESENÇA DE ESCALONAMENTO ENTRE AS JUNTAS VERTICAIS (S.G.)	78
4.2.3. PRESENÇA DE FIADAS HORIZONTAIS (OR.).....	81
4.2.4. BOA QUALIDADE DOS ELEMENTOS RESISTENTES (RE.EL.)	84
4.2.5. OUTROS PARÂMETROS	84
4.2.6. DETERMINAÇÃO DO I.Q.M. E RESPECTIVA CLASSE PARA CADA UM DOS CASOS DE ESTUDO.....	85

4.3. LINHA DE MÍNIMO TRAÇADO	86
4.4. COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO E PARÂMETROS DE REGULARIDADE	89
4.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93

5. CONCLUSÃO	95
5.1. COMENTÁRIOS FINAIS	95
5.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	96

BIBLIOGRAFIA.....	97
--------------------------	-----------

ANEXOS

ANEXO A.1 - FOTOS (PHOTOMODELER)

ANEXO A.2 - FOLHAS DE CÁLCULO EM EXCEL

ANEXO A.3 - PAINÉIS REPRESENTATIVOS DAS PAREDES DE ALVENARIA DE PEDRA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Representação de duas paredes em alvenaria de pedra, (ilustrações de Borri (2006b)) ..	5
Figura 2.2 – Exemplo Gráfico da Linha de Mínimo Traçado (LMT) de um painel de parede de alvenaria de pedra com 1x1m ² , (Binda <i>et al</i> (2009))	18
Figura 3.1 – Vista aérea sobre parte do Centro histórico do Porto e de Vila Nova de Gaia, com numeração das zonas de estudo, (http://www.bing.com/maps/).....	24
Figura 3.2 – Vista sobre o Quarteirão do Corpo da Guarda, com a indicação da localização dos edifícios em estudo, (http://www.bing.com/maps/)	25
Figura 3.3 – Planta ao nível do 1º piso dos edifícios do Quarteirão do Corpo da Guarda, com numeração indicativa da localização das Paredes em estudo, (adaptado de Porto Vivo, SRU (2007))	25
Figura 3.4 – Paredes do edifício do Quarteirão do Corpo da Guarda: a) Parede1 – CG1; b) e c) Parede 2 – CG2, CG3; d) Parede 3 – CG4; e) Parede 4 – CG5; f) Parede 5 – CG6	26
Figura 3.5 – Planta ao nível do 1º piso dos edifícios do Quarteirão da Feitoria Inglesa, com numeração indicativa da localização das Paredes em estudo, (adaptado de Porto Vivo, SRU (2008))	27
Figura 3.6 – Vista da Rua Mouzinho da Silveira de parte do quarteirão da Feitoria Inglesa, com o edifício em estudo assinalado, (http://www.bing.com/maps/)	27
Figura 3.7 – Paredes do edifício do Quarteirão da Feitoria Inglesa: a) Parede1 – FI1; b) Parede 2 – FI2; c) Parede 3 – FI3	28
Figura 3.8 – Localização do edifício em Vila Nova de Gaia, (http://www.bing.com/maps/)	29
Figura 3.9 – Parede 1 (exterior) do edifício de Vila Nova de Gaia – VG1	29
Figura 3.10 – Vista sobre a zona da Sé onde se encontram assinalados os edifícios em estudo, (http://www.bing.com/maps/)	30
Figura 3.11 – Paredes da Zona da Sé: a) Parede exterior do edifício 1 – SE1; b) Parede exterior do edifício 2 – SE2.....	30
Figura 3.12 – Vista da zona da Muralha Fernandina, com a indicação da localização do edifício em estudo, (http://www.bing.com/maps/)	31
Figura 3.13 – Parede 1 (exterior) do edifício da zona da Muralha Fernandina - MF	31
Figura 3.14 – Pontos e linhas marcadas no programa PhotoModeler sobre uma das fotografias de um caso de estudo.....	33
Figura 3.15 – Esquema representativo das posições em que se deve fotografar a parede.....	34
Figura 3.16 – Resultados do procedimento para aferir as capacidades de correcção incorporadas no programa PhotoModeler	34
Figura 3.17 – Esquema representativo das posições em que se deve fotografar a parede em 3D	35
Figura 3.18 – Levantamento adicional: a) e c) modelo geométrico; b) e d) Parede	35

Figura 3.19 – Paredes da Casa do Quarteirão do Corpo da Guarda: a), c), e), g), i) e k) Paredes; b), d), f), h), j) e l) Modelos geométricos das paredes	37
Figura 3.20 – Paredes da Casa do Quarteirão da Feitoria Inglesa: a), c) e e) Paredes; b), d) e f) Modelos geométricos das paredes	38
Figura 3.21 – Parede de Vila Nova de Gaia: a) Parede; b) Modelos geométricos da parede	39
Figura 3.22 – Paredes da Zona da Sé: a) e c) Paredes; b) e d) Modelos geométricos das paredes ...	39
Figura 3.23 – Parede da Zona da Muralha Fernandina: a) Parede; b) Modelos geométricos da parede	40
Figura 3.24 – Esquema representativo do rectângulo equivalente, rectângulo envolvente e a área real da pedra	41
Figura 3.25 – Esquema representativo da área da real da pedra, do rectângulo envolvente (ilustrado a azul) e do rectângulo homotético (ilustrado a vermelho).....	43
Figura 3.26 – Esquema de cálculo dos desvios	45
Figura 3.27 – I_{RP} e I_{RA} para CG1	47
Figura 3.28 – I_{RP} e I_{RA} para CG2.....	47
Figura 3.29 – I_{RP} e I_{RA} para CG3.....	48
Figura 3.30 – I_{RP} e I_{RA} para CG4.....	48
Figura 3.31 – I_{RP} e I_{RA} para CG5.....	49
Figura 3.32 – I_{RP} e I_{RA} para CG6.....	49
Figura 3.33 – Identificação das pedras de FI1	50
Figura 3.34 – Apresentação gráfica de I_{RA} e I_{RP} para FI1	50
Figura 3.35 – Identificação das pedras de FI2.....	52
Figura 3.36 – Apresentação gráfica de I_{RA} e I_{RP} para FI2.....	52
Figura 3.37 – I_{RP} e I_{RA} para FI3	54
Figura 3.38 – I_{RP} e I_{RA} para VG1	54
Figura 3.39 – I_{RP} e I_{RA} para SE1	55
Figura 3.40 – I_{RP} e I_{RA} para SE2	55
Figura 3.41 – I_{RP} e I_{RA} para MF1	56
Figura 3.42 – Painel da parede CG1	56
Figura 3.43 – Apresentação gráfica de I_{RA} e I_{RP} do painel da parede CG1	57
Figura 3.44 – Índices das pedras pelo desvio quadrático para CG1.....	58
Figura 3.45 – Índices das pedras pelo desvio simples para CG1	58
Figura 3.46 – Índices das pedras pelo desvio quadrático para CG2.....	59
Figura 3.47 – Índices das pedras pelo desvio simples para CG2	59
Figura 3.48 – Índices das pedras pelo desvio quadrático para CG3.....	60

Figura 3.49 – Índices das pedras pelo desvio simples para CG3	60
Figura 3.50 – Índices das pedras pelo desvio quadrático para CG4	61
Figura 3.51 – Índices das pedras pelo desvio simples para CG4	61
Figura 3.52 – Índices das pedras pelo desvio quadrático para CG5	62
Figura 3.53 – Índices das pedras pelo desvio simples para CG5	62
Figura 3.54 – Índices das pedras pelo desvio quadrático para CG6	63
Figura 3.55 – Índices das pedras pelo desvio simples para CG6	63
Figura 3.56 – Identificação das pedras de FI1 no cálculo do índice pelo desvio quadrático e pelo desvio simples	64
Figura 3.57 – Apresentação gráfica dos índices das pedras pelo desvio quadrático para FI1	64
Figura 3.58 – Apresentação gráficas dos índices das pedras pelo desvio simples para FI1	64
Figura 3.59 – Identificação das pedras de FI2 no cálculo do índice pelo desvio quadrático e pelo desvio simples	66
Figura 3.60 – Apresentação gráfica dos Índices da pedra pelo desvio quadrático para FI2	66
Figura 3.61 – Apresentação gráfica dos Índices das pedras pelo desvio simples para FI2	66
Figura 3.62 – Índices das pedras pelo desvio quadrático para FI3	68
Figura 3.63 – Índices das pedras pelo desvio simples para a FI3	68
Figura 3.64 – Índices das pedras pelo desvio quadrático para VG1	69
Figura 3.65 – Índices das pedras pelo desvio simples para VG1	69
Figura 3.66 – Índices das pedras pelo desvio quadrático para SE1	70
Figura 3.67 – Índices das pedras pelo desvio simples para SE1	70
Figura 3.68 – Índices das pedras pelo desvio quadrático para SE2	71
Figura 3.69 – Índices das pedras pelo desvio simples para SE2	71
Figura 3.70 – Índices das pedras pelo desvio quadrático para MF1	72
Figura 3.71 – Índices das pedras pelo desvio simples para MF1	72
Figura 4.1 – Representação do desfasamento entre juntas verticais nas Paredes: a) SE1; b) MF1 ...	78
Figura 4.2 – Representação do desfasamento entre juntas verticais nas Paredes: a) SE2; b) CG1; c) CG4; d) FI3	79
Figura 4.3 – Representação do desfasamento entre juntas verticais nas Paredes: a) CG2; b) CG3; c) CG5; d) CG6; e) FI1; f) FI2; g) VG1	80
Figura 4.4 – Representação das fiadas horizontais nas Paredes: a) SE1; b) SE2; c) MF1	81
Figura 4.5 – Representação das fiadas horizontais nas Paredes: a) CG1; b) CG2; c) CG3; d) CG4; e) CG5; f) CG6; g) FI3	82
Figura 4.6 – Representação das fiadas horizontais nas Paredes: a) FI1; b) FI2; c) VG1	83

Figura 4.7 – Esquemas representativos da Linha Mínimo Traçado para as paredes: a) CG1; b) CG2; c) CG3; d) CG4; e) CG5; f) CG6.....87

Figura 4.8 – Esquemas representativos da Linha Mínimo Traçado para as paredes: a) FI1; b) FI2; c) FI387

Figura 4.9 – Esquemas representativos da Linha Mínimo Traçado para VG1.....88

Figura 4.10 – Esquemas representativos da Linha de Mínimo Traçado para as paredes SE1, SE2 e MF188

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Ábaco do 1º nível de conhecimento, baseado sobre o paramento externo (adaptado (GNDT(2000))).....	6
Tabela 2.2 – Ábaco do 1º, 2º e 3º nível de conhecimento, sobre alvenaria irregular (A1) (adaptado de GNDT (2000))	7
Tabela 2.3 – Ábaco do 1º, 2º e 3º nível de conhecimento, sobre alvenaria irregular (A2) (adaptado de GNDT (2000))	8
Tabela 2.4 – Ábaco do 1º, 2º e 3º nível de conhecimento, sobre alvenaria de pedra talhada (B1) (adaptado de GNDT (2000)).....	9
Tabela 2.5 – Ábaco do 1º, 2º e 3º nível de conhecimento, sobre alvenaria de pedra talhada (B2) (adaptado de GNDT (2000)).....	9
Tabela 2.6 – Ábaco do 1º, 2º e 3º nível de conhecimento, sobre alvenaria de pedra regular (C1) (adaptado de GNDT (2000)).....	10
Tabela 2.7 – Ábaco do 1º, 2º e 3º nível de conhecimento, sobre alvenaria de pedra regular (C2) (adaptado de GNDT (2000)).....	10
Tabela 2.8 – Hipotético comportamento mecânico para várias tipologias de secções da alvenaria de pedra (adaptado de Binda <i>et al</i> (2009)).....	11
Tabela 2.9 – Classificação das secções das paredes de alvenaria de pedra, (adaptado de http://www.arcchip.cz/w11/w11_binda.pdf)	12
Tabela 2.10 – Parâmetros da “Regra da Arte”, (Binda <i>et al</i> (2009), Borri (2006a))	14
Tabela 2.11 – Parâmetros da “Regra da Arte” – Continuação, (Binda <i>et al</i> (2009), Borri (2006a)).....	15
Tabela 2.12 – Critérios de atribuição dos pesos, (Borri (2006a)).....	16
Tabela 2.13 – Pesos atribuídos aos vários parâmetros em função da acção solicitante, (Binda <i>et al</i> (2009))	16
Tabela 2.14 – Categorias em função da acção solicitante, (Borri (2006a))	17
Tabela 2.15 – Níveis de vulnerabilidade e de imbricamento da alvenaria de pedra para LMT_n (normalizado) (Binda <i>et al</i> (2009)).....	18
Tabela 2.16 – Fases da investigação, (Binda <i>et al</i> (2009), Binda and Cardini (2008)).....	19
Tabela 3.1 – Valores Globais para CG1	47
Tabela 3.2 – Valores Globais para CG2.....	47
Tabela 3.3 – Valores Globais para CG3.....	48
Tabela 3.4 – Valores Globais para CG4.....	48
Tabela 3.5 – Valores Globais para CG5.....	49
Tabela 3.6 – Valores Globais para CG6.....	49
Tabela 3.7 – Valores Globais para FI1	50

Tabela 3.8 – I_{RA} e I_{RP} para a parede FI1	51
Tabela 3.9 – Valores Globais para FI2	52
Tabela 3.10 – I_{RA} e I_{RP} para a parede FI2.....	53
Tabela 3.11 – Valores Globais para FI3	54
Tabela 3.12 – Valores Globais para VG1	54
Tabela 3.13 – Valores Globais para SE1.....	55
Tabela 3.14 – Valores Globais para SE2.....	55
Tabela 3.15 – Valores Globais para MF1	56
Tabela 3.16 – I_{RA} e I_{RP} do painel da parede CG1	57
Tabela 3.17 – Valores globais do Painel da parede CG1.....	57
Tabela 3.18 – Índices das pedras pelo desvio quadrático e pelo desvio simples para a FI1	65
Tabela 3.19 – Índices das pedras pelo desvio quadrático e pelo desvio simples para a FI2	67
Tabela 3.20 – Índices determinados para cada parede através do desvio quadrático e do desvio simples	73
Tabela 4.1 – Pontuação relativa ao parâmetro elementos resistentes de forma quadrada, diferenciada segundo acções solicitantes, (Binda <i>et al</i> (2009))	78
Tabela 4.2 – Pontuação relativa ao parâmetro presença de desfasamento vertical entre juntas verticais, diferenciada segundo acções solicitantes, (Binda <i>et al</i> (2009))	79
Tabela 4.3 – Pontuação relativa ao parâmetro de presença de fiadas horizontais, diferenciada segundo acções solicitantes, (Binda <i>et al</i> (2009))	83
Tabela 4.4 – Pontuação relativa ao parâmetro boa qualidade dos elementos resistentes, diferenciada segundo acções solicitantes, (Binda <i>et al</i> (2009))	84
Tabela 4.5 – Pontuação relativa aos três parâmetros MA., P.D., e D.EL., diferenciada segundo acções solicitantes, (Binda <i>et al</i> (2009))	84
Tabela 4.6 – Índice e Classe de qualidade em alvenaria de pedra para as paredes da casa do Quarteirão do Corpo da Guarda	85
Tabela 4.7 – Índice e Classe de qualidade em alvenaria de pedra para as paredes da casa do Quarteirão da Feitoria Inglesa	85
Tabela 4.8 – Índice e Classe de qualidade em alvenaria de pedra para a parede da casa de Vila Nova de Gaia.....	85
Tabela 4.9 – Índice e Classe de qualidade em alvenaria de pedra para as paredes da zona da Sé ...	86
Tabela 4.10 – Índice e Classe de qualidade em alvenaria de pedra para a parede da casa da zona da Muralha Fernandina	86
Tabela 4.11 – Nível de vulnerabilidade para as paredes da casa do Quarteirão do Corpo da Guarda	88
Tabela 4.12 – Nível de vulnerabilidade para as paredes da casa do Quarteirão da Feitoria Inglesa...	89

Tabela 4.13 – Nível de vulnerabilidade para a parede da casa de Vila Nova de Gaia.....	89
Tabela 4.14 – Nível de vulnerabilidade para as paredes da zona da Sé.....	89
Tabela 4.15 – Nível de vulnerabilidade para a parede da casa da zona da Muralha Fernandina.....	89
Tabela 4.16 – Comparação de métodos de classificação e parâmetros de regularidade_parte 1	90
Tabela 4.17 – Comparação de métodos de classificação e parâmetros de regularidade_parte 2.....	91
Tabela 4.18 – Comparação de métodos de classificação e parâmetros de regularidade_parte 3.....	92

1

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

Portugal é um país com um vasto património construído e a sua preservação é uma das grandes preocupações actuais. Em particular os edifícios que frequentemente localizam-se em centros históricos, sendo uma marca na sua história e identidade cultural, havendo a necessidade da sua salvaguarda. No entanto, o investimento na reabilitação constitui ainda uma fracção muito pequena no mercado da construção civil, face às suas necessidades. E como grande parte destas edificações possuem pavimentos e cobertura de madeira e paredes em alvenaria de pedra em elevado estado de degradação estrutural e abandono, a intervenção neste tipo de construções requer uma análise prévia das estruturas.

Direccionando a atenção para as paredes de alvenaria de pedra, denota-se a predominância do uso do granito nas zonas ricas nesta rocha. Mas dada a diversidade de alvenaria, estas requerem um estudo que permita a sua identificação e classificação, estando este limitado ao acesso a estruturas reais. A sua análise requer um levantamento geométrico e material, bem como uma caracterização mecânica. A informação sobre este assunto é escassa e verifica-se a necessidade do seu estudo, bem como da definição de parâmetros que permitam posteriormente classificar estas estruturas.

1.2. OBJECTIVOS

Na presente dissertação pretende-se definir índices e classes de regularidade de paredes em alvenaria de pedra. Deste modo, este estudo incide sobre a caracterização geométrica dos elementos constituintes do plano da parede, uma vez que a intervenção neste tipo de estruturas requer uma prévia análise das suas características mecânicas, geométricas e materiais.

Neste sentido seleccionou-se um conjunto de paredes com diferentes padrões de regularidade e realizou-se o levantamento geométrico por fotogrametria, no intuito de encontrar um conjunto de parâmetros que caracterizem a forma da pedra, com vista à determinação dos índices de regularidade e atribuição de classes. Além disto, procurou-se propor um conjunto de painéis representativos da regularidade das paredes em estudo para posterior análise das características mecânicas através de ensaios experimentais.

1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está organizada em 5 capítulos, dos quais o primeiro consiste na apresentação deste trabalho e seus objectivos.

O segundo capítulo é referente ao estado de conhecimento, sendo descritos os métodos que se conhecem na avaliação das paredes de alvenaria de pedra.

O terceiro encontra-se dividido em três partes: a primeira parte apresenta os casos de estudo, a segunda aborda o levantamento geométrico por fotogrametria e a terceira parte refere os parâmetros escolhidos e a metodologia adoptada na determinação dos índices de regularidade para as paredes em alvenaria de pedra. No final deste capítulo são definidas classes de regularidade.

No quarto capítulo encontra-se a aplicação dos métodos estudados no capítulo 2 aos casos de estudo e por último, o quinto apresenta as conclusões e os desenvolvimentos futuros.

2

ESTADO DO CONHECIMENTO

2.1. INTRODUÇÃO

Portugal apresenta um edificado considerável em estruturas de alvenaria de pedra, mas a difusão das estruturas de betão armado tem levado à existência de lacunas de conhecimento neste domínio no seio da comunidade técnica, que se vê confrontada com aquele tipo de construção. O comportamento mecânico-estrutural é ainda pouco aprofundado quando comparado com materiais como o aço e o betão armado. Tendo em conta o edificado ressurgiu a necessidade de aprofundar o estudo deste tipo de estruturas, permitindo a escolha das técnicas mais adequadas para intervenção nas construções de forma a preservá-las ou repará-las. Assim, os materiais que a compõem e suas características e técnica construtiva (dependente da época histórica e da localidade) tornam-se factores de conhecimento indispensável à sua tipologia.

A constituição das alvenarias de pedra pode ser muito variada: as pedras podem ter diversas formas, desde cortadas regularmente até ao uso de seixos de rios ou ribeiras e as suas juntas também assumem diferentes espessuras, podendo ser argamassadas ou secas, sendo que nas juntas secas, as pedras são assentes por justaposição sem argamassa. As juntas argamassadas são designadas por delgadas, correntes ou espessas, em função da espessura que apresentam. Além disto, a argamassa possui características diferentes consoante o tipo de ligante e de agregado. Outro parâmetro importante é a secção transversal, nomeadamente o número de paramentos, o imbricamento (grau de sobreposição) entre eles, a presença de pedras transversais (travadouros), cunhas, dimensão e distribuição de vazios. Quanto ao número de paramentos, as paredes podem distinguir-se em três tipologias, sendo estas de paramento simples, de dois ou três paramentos, (Roque (2002)).

As alvenarias de pedra divergem também no tipo de aparelho e assentamento. De acordo com o tipo de aparelho, as juntas podem ser desalinhas, irregulares alinhadas ou regulares alinhadas, (Roque (2002)). Relativamente ao assentamento existem várias classificações, nomeadamente: horizontal, quando a pedra se apresenta disposta segundo a horizontal; horizontal/vertical, quando as pedras se apresentam dispostas das duas formas; aleatório; escalonadas com fiadas de regularização; com calços ou cunhas e em “espinha de peixe”. Este último tipo de assentamento é pouco usual em Portugal, (Roque (2002)).

Em Itália, país por excelência rico em estruturas de alvenaria das mais variadas construções e tipologias, foram realizadas investigações e ensaios com o objectivo de se definir uma metodologia que permitisse identificar diferentes tipos de alvenaria de pedra. A necessidade de intervenção em estruturas deste tipo danificadas pela ocorrência de sismos, levou ao estudo das suas características. Neste contexto, foram recolhidas informações relativas à diversidade de alvenarias de pedra

reconhecíveis no terreno, a partir das quais se criaram ábacos de modo a permitir a identificação da tipologia através de inspecção visual, (http://www.arcchip.cz/w11/w11_binda.pdf).

Nos últimos anos, os estudos realizados conduziram à definição de metodologias de avaliação da qualidade da alvenaria de pedra e sua vulnerabilidade. Para além desses métodos é necessária uma fase de investigação diagnóstico, que poderá envolver/requerer uma validação experimental das características da alvenaria de pedra, tendo em consideração as dimensões do painel representativo da estrutura. Esta apresenta materiais heterogéneos e comportamento global que resulta da influência de vários parâmetros (por exemplo a qualidade de execução da alvenaria), devido à diversidade de técnicas construtivas e de tipos de secção.

Contudo, verificou-se que os trabalhos consultados não fazem referência a medidas quantitativas da irregularidade e sua influência no comportamento mecânico deste tipo de paredes, sendo os estudos já realizados direccionados para a sua qualidade. Neste sentido, não foram encontradas classes objectivas de paredes quanto à sua irregularidade. Assim, com este trabalho pretende-se encontrar medidas para quantificação da irregularidade das paredes de alvenaria de pedra.

2.2. ÁBACOS ASSOCIADOS À FICHA AEDES (AGIBILITÀ E DANNO NELL'EMERGENZA SISMICA)

No âmbito de trabalhos realizados em Itália, foi criada uma ficha de 1º nível de levantamento de danos nos edifícios em emergência pós-sísmica, cujo objectivo é estabelecer uma melhor informatização dos dados relativos aos danos e à vulnerabilidade. A ficha em questão está dividida em nove secções, das quais se destaca uma (a terceira) onde se realiza a análise das estruturas verticais e horizontais do edifício, que correspondem às paredes e aos pavimentos. No presente trabalho, o estudo é relativo a paredes de alvenaria de pedra e neste sentido direccionou-se a atenção sobre a análise das estruturas verticais realizada na ficha AeDES, em que para o preenchimento da tabela da referida secção é necessário a identificação da sua tipologia. Para este fim, foram criados ábacos que consistem no resumo de forma organizada das informações, como forma de auxílio no reconhecimento do tipo de alvenarias de pedra, fornecendo uma documentação gráfica e fotográfica (GNDDT (2000), Pasquale (2006)).

Nestes ábacos, e de acordo com a ficha, os tipos de estruturas em alvenaria de pedra foram divididos em duas classes:

- **Tipo I:** Textura irregular e de má qualidade,
- **Tipo II:** Textura regular e de boa qualidade.

A alvenaria do tipo I apresenta uma elevada vulnerabilidade para acções fora do plano, tendendo à possibilidade de desintegração e ruína, que por vezes pode ser causada pela instabilidade dos paramentos mal ligados ou não ligados. Além disto, face às acções no plano, apresenta pouca resistência, podendo chegar ao colapso. Este facto deve-se à baixa resistência dos seus materiais, nomeadamente argamassa e ao baixo atrito desenvolvido entre os elementos, função da configuração do aparelho da parede, (JRC (2007)).

A alvenaria do tipo II apresenta uma baixa vulnerabilidade para acções fora do plano, possivelmente devido à existência de ligação entre paramentos, que pode ser executada por sobreposição de pedras ou existência de travadouros. Para acções no plano, a sua resistência é média ou elevada, e conferida pela resistência dos materiais, nomeadamente argamassa e/ou o atrito desenvolvido entre os elementos, função da configuração do aparelho da parede, (JRC (2007)).

No entanto, fica ao critério do técnico atribuir a classe que lhe parecer mais adequada, baseando-se na sua sensibilidade e experiência, sendo a informação obtida de forma qualitativa através da análise do ábaco.

Nestes ábacos foram previstos três níveis de conhecimento para a classificação do tipo de alvenaria, sugerindo a divisão desta em três grandes grupos, que são facilmente reconhecidos por uma primeira análise visual da superfície externa ou interna não rebocada.

O primeiro nível de conhecimento é referente à verosimilhança que a alvenaria tem de ser do tipo I ou do tipo II, sendo os grupos em que esta se divide identificados do seguinte modo.

- **Código A:** Alvenaria de pedras irregulares
- **Código B:** Alvenaria de pedras talhadas
- **Código C:** Alvenaria de pedras regulares

Para além disto, podem ter fiadas de regularização, que correspondem a aplicações regulares de tijolos ou pedras com ritmo relativamente constante, caso em que são designadas por **CR**. No caso de não apresentarem estas fiadas, o código indicado será o **SR**. Estas duas situações são ilustradas na fig. 2.1.

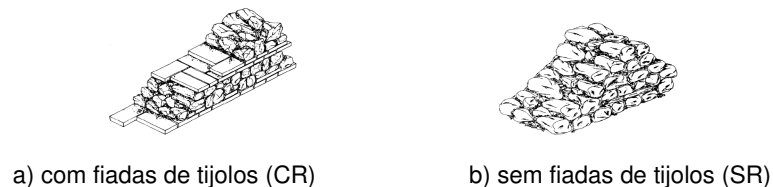


Figura 2.1 – Representação de duas paredes em alvenaria de pedra, (ilustrações de Borri (2006b)).

O segundo nível de conhecimento é relativo à verosimilhança que a alvenaria tem de ser do tipo I ou II mas tendo em consideração a qualidade da argamassa, as de má qualidade que se desintegram facilmente dada a sua elevada fragilidade, indicam-se como **Mc**, e as que apresentam boa resistência como **Mb**.

O terceiro nível de conhecimento também é referente à verosimilhança que a alvenaria tem de ser do tipo I ou tipo II, mas tendo em consideração o travamento da secção transversal da parede, uma vez que a alvenaria de pedra pode apresentar-se com paramentos ligados (**Pc**) ou então com paramentos mal ligados ou sem ligação (**Ps**).

Na tabela 2.1, relativa ao primeiro nível de conhecimento, é apresentada sob a forma gráfica a verosimilhança que cada categoria da alvenaria de pedra, com ou sem fiadas de regularização de tijolos ou pedras, possui para ser do tipo I ou II, por comparação entre as duas barras referentes ao tipo de alvenaria.

Nas tabelas/ ábacos de 2.2 a 2.7 referentes aos três níveis de conhecimento encontram-se pequenos quadros que permitem referenciar o nível de conhecimento final para cada categoria de alvenaria de pedra.

Nesses quadros, a primeira linha é relativa ao primeiro nível de conhecimento, ou seja, indica o tipo de alvenaria presente, I ou II, sendo que em algumas situações poderão aparecer os dois tipos, o que significa que a alvenaria em questão tem tanta verosimilhança com o tipo I como com o tipo II. A linha seguinte do quadro refere-se ao segundo nível de conhecimento indicando o tipo de alvenaria presente em função da qualidade de argamassa. Por exemplo, se no primeiro nível de conhecimento a alvenaria for do tipo I, esta poderá manter-se do tipo I ou então apresentar-se do tipo II, consoante a argamassa seja de má (Mc) ou boa qualidade (Mb), respectivamente. O mesmo acontece para o

terceiro nível de conhecimento (última linha do quadro mencionado) relativo ao tipo de secção, em que para cada situação anterior (Mc ou Mb), a secção poderá apresentar-se travada (Pc) ou não travada (Ps) e nestas condições o tipo de alvenaria em questão poderá manter-se ou ser alterado. Em suma, só no fim da análise dos três níveis de conhecimento é que se poderá obter a informação do tipo de alvenaria em questão, mesmo que esta seja apenas indicativa.

Tabela 2.1 - Ábaco do 1º nível de conhecimento, baseado sobre o paramento externo (adaptado (GNDT(2000))).

Tipo	Tipo dos elementos	Código Tipo	Código Fiadas de regularização	Atribuição	Exemplos de Textura	
A	<i>Pedra arredondada ou seixos de rio pequena ou média dimensão</i>	A1	SR (não)			
			CR (sim)			
	<i>Pedra grosseira (Pedregulho) ou pedras: cascalho de pedreiras, lascas, pedras de variadas dimensões</i>	A2	SR (não)			
			CR (sim)			
B	<i>Elementos laminados ("a soletti")</i>	B1	SR (não)			
			CR (sim)			
	<i>Elementos semiregulares sumariamente trabalhados</i>	B2	SR (não)			
			CR (sim)			
C	<i>Pedra natural quadrangular (tufo, calcário, arenito, etc.)</i>	C1	SR (não)			
			CR (sim)			
	<i>Pedra artificial (tijolos)</i>	C2				

Tabela 2.2 - Ábaco do 1º, 2º e 3º nível de conhecimento, sobre alvenaria irregular (A1) (adaptado de GNDT (2000)).

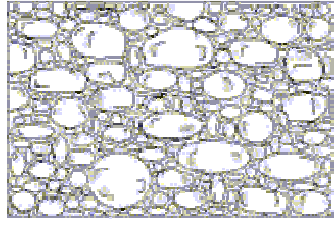

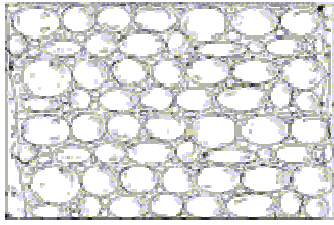

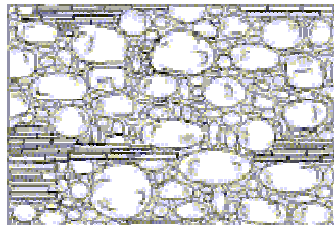

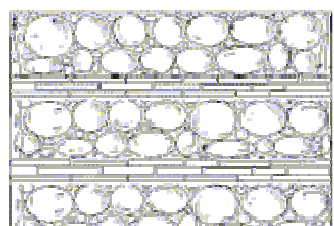

A1: PEDRA ARREDONDADA																											
Descrição: constituída predominantemente de elementos com superfície lisa e arredondada, ou de seixos de rio de pequena e média dimensão, que se apresenta tanto com textura desordenada quanto ordenada.																											
Sem fiadas de regularização (S.R.)																											
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td>1º Nível</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">M_b</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> </tr> </table>	1º Nível	I					M _c	M _b			2º Nível	I	I				P _s	P _c	P _s	P _c	3º Nível	I	I	I	I	 <p>Senise (PZ): Seixos com textura desordenada</p>
1º Nível	I																										
	M _c	M _b																									
2º Nível	I	I																									
	P _s	P _c	P _s	P _c																							
3º Nível	I	I	I	I																							
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td>1º Nível</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">M_b</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> </tr> </table>	1º Nível	I					M _c	M _b			2º Nível	I	I				P _s	P _c	P _s	P _c	3º Nível	I	I	I	I	 <p>Assisi: Seixos de várias naturezas com textura ordenada</p>
1º Nível	I																										
	M _c	M _b																									
2º Nível	I	I																									
	P _s	P _c	P _s	P _c																							
3º Nível	I	I	I	I																							
Com fiadas de regularização (C.R.)																											
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td>1º Nível</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">M_b</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> </tr> </table>	1º Nível	I					M _c	M _b			2º Nível	I	I				P _s	P _c	P _s	P _c	3º Nível	I	I	I	I	 <p>Sassuolo (MO): Seixos e Tijolos</p>
1º Nível	I																										
	M _c	M _b																									
2º Nível	I	I																									
	P _s	P _c	P _s	P _c																							
3º Nível	I	I	I	I																							
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td>1º Nível</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">M_b</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">II</td> </tr> </table>	1º Nível	I					M _c	M _b			2º Nível	I	I				P _s	P _c	P _s	P _c	3º Nível	I	I	I	II	 <p>Benevento: Alvenaria de pedras com cursos de tijolos</p>
1º Nível	I																										
	M _c	M _b																									
2º Nível	I	I																									
	P _s	P _c	P _s	P _c																							
3º Nível	I	I	I	II																							

Tabela 2.3 - Ábaco do 1º, 2º e 3º nível de conhecimento, sobre alvenaria irregular (A2) (adaptado de GNDD (2000)).

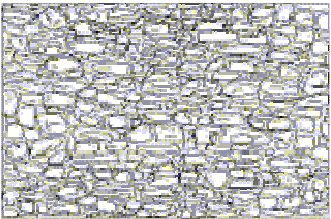

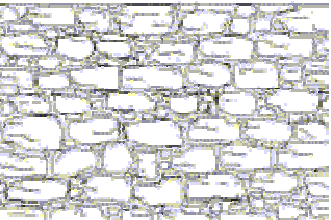
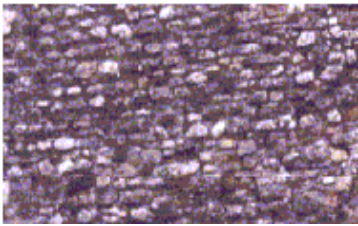
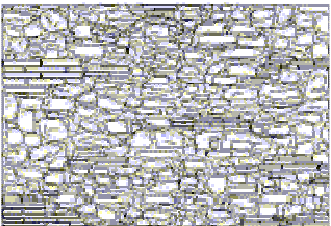
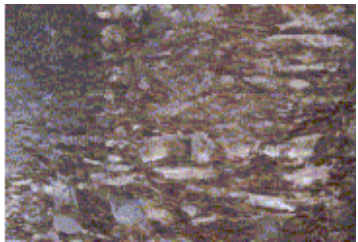
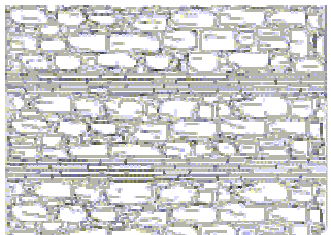

A2: PEDRA GROSSEIRA (PEDREGULHO)																											
<p>Descrição: constituída predominantemente de pedras grosseiras geralmente não trabalhadas ou de difícil trabalhabilidade: elementos de forma irregular de várias dimensões como cascalho de pedreira e lascas de pedra.</p>																											
Sem fiadas de regularização (S.R.)																											
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td>1º Nível</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">M_b</td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I/II</td> </tr> </table>	1º Nível	I					M _c	M _b			2º Nível	I		I			P _s	P _c	P _s	P _c	3º Nível	I	I	I	I/II	 <p>San Biase (CB): Pedras com textura desordenada</p>
1º Nível	I																										
	M _c	M _b																									
2º Nível	I		I																								
	P _s	P _c	P _s	P _c																							
3º Nível	I	I	I	I/II																							
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td>1º Nível</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">M_b</td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">III</td> </tr> </table>	1º Nível	I					M _c	M _b			2º Nível	I		I			P _s	P _c	P _s	P _c	3º Nível	I	I	I	III	 <p>Benevento: pedras com textura mais ordenada</p>
1º Nível	I																										
	M _c	M _b																									
2º Nível	I		I																								
	P _s	P _c	P _s	P _c																							
3º Nível	I	I	I	III																							
Com fiadas de regularização (C.R.)																											
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td>1º Nível</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I - II</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">M_b</td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">III</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">III</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">II</td> </tr> </table>	1º Nível	I - II					M _c	M _b			2º Nível	I		III			P _s	P _c	P _s	P _c	3º Nível	I	III	I	II	 <p>Alia (PA): alvenaria desordenada com telhas chatas e calcário.</p>
1º Nível	I - II																										
	M _c	M _b																									
2º Nível	I		III																								
	P _s	P _c	P _s	P _c																							
3º Nível	I	III	I	II																							
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td>1º Nível</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I - II</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">M_b</td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">III</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">III</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">II</td> </tr> </table>	1º Nível	I - II					M _c	M _b			2º Nível	I		III			P _s	P _c	P _s	P _c	3º Nível	I	III	I	II	 <p>Benevento: alvenaria de pedras com recursos de tijolos</p>
1º Nível	I - II																										
	M _c	M _b																									
2º Nível	I		III																								
	P _s	P _c	P _s	P _c																							
3º Nível	I	III	I	II																							

Tabela 2.4 - Ábaco do 1º, 2º e 3º nível de conhecimento, sobre alvenaria de pedra talhada (B1) (adaptado de GNDT (2000)).

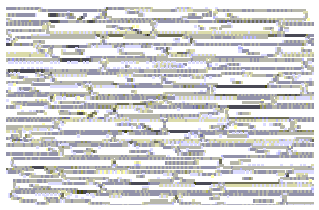

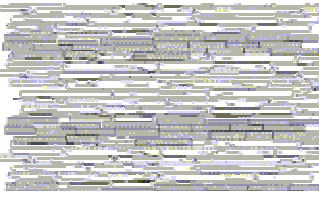

B1: PEDRAS LAMINADAS																											
<p>Descrição: constituída predominantemente por elementos semi-trabalhados, laminados (“a soletti”) a partir de rocha de baixa resistência que tende a quebrar ao longo do plano horizontal. A forma quase regular dos elementos exclui quase sempre a textura desordenada.</p>																											
Sem fiadas de regularização (S.R.)																											
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td>1º Nível</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I - II</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">M_b</td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I/II</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I/II</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">II</td> </tr> </table>	1º Nível	I - II					M _c	M _b			2º Nível	I		I/II			P _s	P _c	P _s	P _c	3º Nível	I	I/II	I	II	 <p>Nocera Umbra (PG)</p>
1º Nível	I - II																										
	M _c	M _b																									
2º Nível	I		I/II																								
	P _s	P _c	P _s	P _c																							
3º Nível	I	I/II	I	II																							
Com fiadas de regularização (C.R.)																											
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td>1º Nível</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I - II</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">M_b</td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">II</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">II</td> </tr> </table>	1º Nível	I - II					M _c	M _b			2º Nível	I		II			P _s	P _c	P _s	P _c	3º Nível	I	II	II	II	 <p>San Leo (PS)</p>
1º Nível	I - II																										
	M _c	M _b																									
2º Nível	I		II																								
	P _s	P _c	P _s	P _c																							
3º Nível	I	II	II	II																							

Tabela 2.5 - Ábaco do 1º, 2º e 3º nível de conhecimento, sobre alvenaria de pedra talhada (B2) (adaptado de GNDT (2000)).

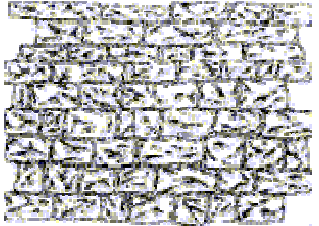

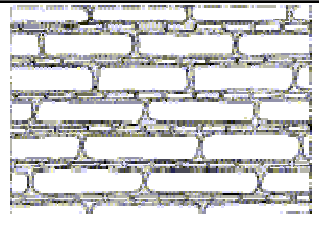
B2: PEDRA SEMI-REGULAR																											
<p>Descrição: constituída de pedra semi-trabalhadas quase regulares e de dimensões maiores do que seu predecessor. A semi-regularidade dos elementos exclui a textura desordenada.</p>																											
Sem fiadas de regularização (S.R.)																											
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td>1º Nível</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I - II</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">M_b</td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I/II</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I/II</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">II</td> </tr> </table>	1º Nível	I - II					M _c	M _b			2º Nível	I/II		I/II			P _s	P _c	P _s	P _c	3º Nível	I	II	I	II	 <p>Cerchiara (CS): pedra calcária semi-trabalhada</p>
1º Nível	I - II																										
	M _c	M _b																									
2º Nível	I/II		I/II																								
	P _s	P _c	P _s	P _c																							
3º Nível	I	II	I	II																							
Com fiadas de regularização (C.R.)																											
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td>1º Nível</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I - II</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">M_b</td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I/II</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">II</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">II</td> </tr> </table>	1º Nível	I - II					M _c	M _b			2º Nível	I/II		II			P _s	P _c	P _s	P _c	3º Nível	I	II	I	II	
1º Nível	I - II																										
	M _c	M _b																									
2º Nível	I/II		II																								
	P _s	P _c	P _s	P _c																							
3º Nível	I	II	I	II																							

Tabela 2.6 - ábaco do 2º e 3º nível de conhecimento, sobre alvenaria de pedra regular (C1) (adaptado de GNDT (2000)).

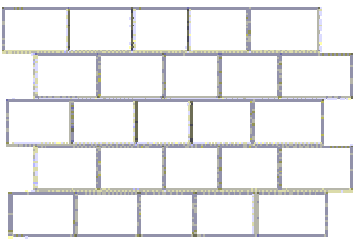


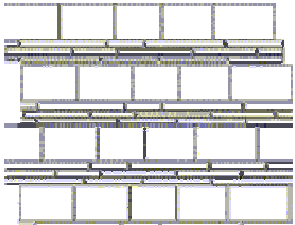

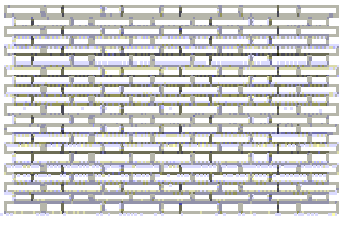

C1: PEDRA QUADRANGULAR																											
<p>Descrição: constituída por pedras quadrangulares. A regularidade dos elementos exclui a textura desordenada.</p>																											
Sem fiadas de regularização (S.R.)																											
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I - II</td> </tr> <tr> <td>1º Nível</td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">M_b</td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I/II</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">II</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">I/II</td> <td style="text-align: center;">II</td> </tr> </table>		I - II				1º Nível	M _c	M _b			2º Nível	I/II		II		3º Nível	P _s	P _c	P _s	P _c		I	II	I/II	II	 <p>Benevento: tufo vulcânico</p>
	I - II																										
1º Nível	M _c	M _b																									
2º Nível	I/II		II																								
3º Nível	P _s	P _c	P _s	P _c																							
	I	II	I/II	II																							
 <p>Favignana (TP)</p>																											
Com fiadas de regularização (C.R.)																											
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td colspan="4" style="text-align: center;">II</td> </tr> <tr> <td>1º Nível</td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">M_b</td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I/II</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">II</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">I/II</td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">II</td> </tr> </table>		II				1º Nível	M _c	M _b			2º Nível	I/II		II		3º Nível	P _s	P _c	P _s	P _c		I/II	II	II	II	 <p>Napoli: tufo vulcânico e tijolos</p>
	II																										
1º Nível	M _c	M _b																									
2º Nível	I/II		II																								
3º Nível	P _s	P _c	P _s	P _c																							
	I/II	II	II	II																							

Tabela 2.7 - ábaco do 2º e 3º nível de conhecimento, sobre alvenaria de pedra regular (C2) (adaptado de GNDT (2000)).


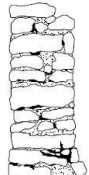
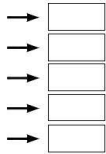
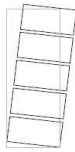


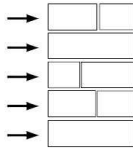
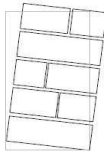


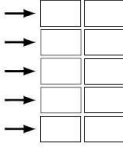
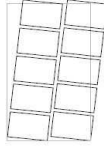


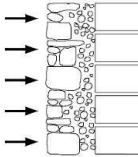
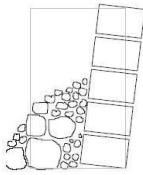
C2: TIJOLOS																											
<p>Descrição: constituída por elementos de tijolo que, devido à sua regularidade exclui a textura desordenada.</p>																											
Sem fiadas de regularização (S.R.)																											
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td colspan="4" style="text-align: center;">II</td> </tr> <tr> <td>1º Nível</td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">M_b</td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">II</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">II</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">I/II</td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">II</td> </tr> </table>		II				1º Nível	M _c	M _b			2º Nível	II		II		3º Nível	P _s	P _c	P _s	P _c		I/II	II	II	II	 <p>Nocera Umbra (PG)</p>
	II																										
1º Nível	M _c	M _b																									
2º Nível	II		II																								
3º Nível	P _s	P _c	P _s	P _c																							
	I/II	II	II	II																							

2.3. CLASSIFICAÇÃO DAS SECÇÕES DE PAREDES DE ALVENARIA DE PEDRA

A secção transversal das paredes em alvenaria de pedra também foi alvo de estudos, na sequência de investigações realizadas a edifícios danificados pelos sismos em Itália, uma vez que as suas características desempenham um papel fundamental no comportamento da alvenaria.

Na tabela 2.8 apresentam-se alguns exemplos de modelos de secções transversais e do comportamento da parede quando submetida a acções fora do plano. Assim, verifica-se que uma parede de paramento simples ou de dois paramentos mas que se apresente travada comporta-se de forma monolítica. Numa parede de dois paramentos sem ligação, os paramentos apresentam comportamentos distintos. Quando a qualidade dos vários paramentos é diferenciada entre eles, para além do comportamento distinto, o paramento mais fraco pode levar ao colapso de parte da secção.

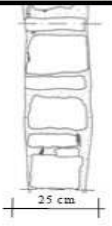
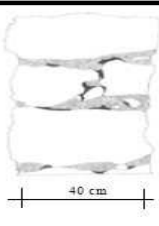
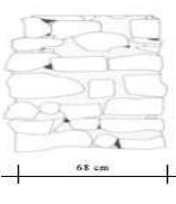

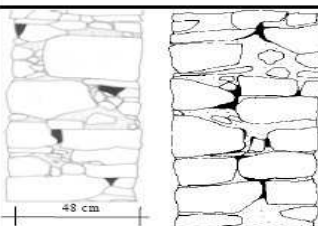

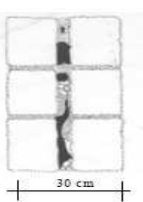
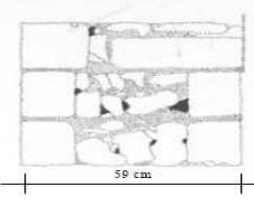
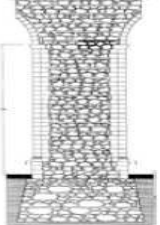
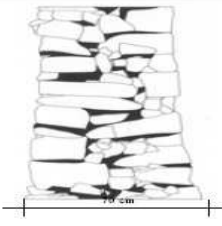
Tabela 2.8 – Hipotético comportamento mecânico para várias tipologias de secções da alvenaria de pedra (adaptado de Binda *et al* (2009)).

Fotografia	Levantamento geométrico	Modelo	Comportamento Mecânico
			
			
			
			

A classificação das secções transversais baseia-se essencialmente no número de paramentos e na existência de ligação entre eles. Na tabela 2.9 apresenta-se as classes atribuídas às diversas secções transversais, que foram encontradas nas paredes dos edifícios estudados nas várias regiões de Itália (http://www.arcchip.cz/w11/w11_binda.pdf). A classe A é relativa às paredes de paramento simples. Estes exibem pedras transversais que abrangem toda a espessura da parede, no entanto também se podem apresentar com grandes espessuras em que a secção é constituída por mais que uma pedra transversal. Na classe B, as paredes possuem dois paramentos, que podem exibir-se ligados entre eles ou sem ligação. Quando os paramentos se apresentam ligados, essa ligação pode ser feita por

sobreposição ligeira das pedras na interface de contacto ou através de travadouros. As secções de classe C são as paredes de três paramentos. Estas paredes apresentam um paramento interior de fraca qualidade, constituído por material de enchimento, num aglomerado grosseiro composto por restos de vários materiais, ou então por um material caracterizado por uma forte presença de vazios entre a argamassa e as pedras distribuídas aleatoriamente. Este paramento interior pode apresentar pequena ou grande espessura. A classe D é referente às paredes de alvenaria de pedra seca, ou seja as pedras são assentes sem argamassa (http://www.arcchip.cz/w11/w11_binda.pdf, Roque (2002)).

Tabela 2.9 - Classificação das secções das paredes de alvenaria de pedra, (adaptado de http://www.arcchip.cz/w11/w11_binda.pdf).

Classe A: Parede de paramento simples		
Pedra transversal única		De grande espessura (com mais que uma pedra transversal)
		
Catania Ca5s2	Valgrande 2.2 - Trento	Bardello Bar25.2 - Como
Classe B: Parede de dois paramentos		
Paramentos sem ligação	Paramentos ligados por simples sobreposição	Paramentos ligados por pedras transversais que atravessam toda a secção, designas de travadouros
		
Portis Ud9 Udine	Sant'Antonio ai Monti - Sam8.1 - Como	Baiardo Ge8 - Imperia
		Carcente Ca27.1 - Como
Classe C: Parede de três paramentos		
Paramento interno de espessura reduzida	Paramento interno espesso	Paramento interno espesso, mas referente a pilares de igrejas e catedrais
		
Matera Montescaglioso 7	Matera Montescaglioso 9	Cathedral of Noto Pillar
Classe D: Parede de alvenaria de pedra seca		
		
Erbonne Er1.2 - Como		

2.4. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE E CLASSIFICAÇÃO DE PAREDES DE ALVENARIA DE PEDRA

Na sequência de estudos anteriores foi definida uma metodologia para avaliar a qualidade da alvenaria de pedra sendo-lhe atribuída uma classe e avaliar a sua vulnerabilidade.

Os métodos são os seguintes:

1. Método de avaliação do Índice de Qualidade da Alvenaria de Pedra (I.Q.M.), proposto por Borri (2006a), que é definido em relação às três acções solicitantes a que a alvenaria pode ser submetida, mais especificamente, acções verticais, acções horizontais no plano e acções horizontais fora do plano.
2. Método de avaliação da Linha de Mínimo Traçado (L.M.T), proposto por Doglioni (Binda *et al* (2009)), é relativo ao imbricamento das pedras e pode ser aplicado quer sobre o plano exterior do paramento quer sobre a secção transversal.
3. Método de avaliação da qualidade de alvenaria de pedra através de investigação diagnóstica (Binda *et al* (2009), Binda and Cardini (2008)).

De modo a facilitar a análise dos métodos propostos e tendo em atenção que para esta finalidade é necessário a recolha de dados sobre os elementos em estudo, foi elaborada uma ficha como a síntese de diversos contributos dos peritos em alvenaria de pedra, de forma a se obter um instrumento completo de trabalho.

2.4.1. MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ALVENARIA DE PEDRA (I.Q.M.)

Este método tem por objectivo efectuar a avaliação da qualidade da alvenaria de pedra em relação a acções que a solicitam, propondo um índice numérico (Binda *et al* (2009), Borri (2006a)), atendendo a que as acções podem ter direcções diferentes (verticais, horizontais no plano ou fora do plano). Para atingir esta finalidade foram definidos os parâmetros que constituem a chamada “regra da arte” (“*Regola dell’arte*”), que influenciam de forma diversa a resposta de uma parede quando submetida às acções solicitantes.

Este método tem em consideração o respeito dos referidos parâmetros, sendo a decisão tomada através da observação da alvenaria de pedra de modo a atribuir-lhes a condição respeita (**R**), respeita parcialmente (**PR**) e não respeita (**NR**), em que a esta condição está associada uma determinada pontuação consoante o tipo de acção solicitante.

A avaliação da qualidade por este método incide no estudo de um painel considerado isolado com forma paralelepípedica, que seja representativo da alvenaria de pedra em questão. O facto de o painel ser isolado significa que não tem quaisquer ligações ou restrições ao longo das suas faces, estando apoiado no terreno que se considera indeformável.

Os parâmetros da regra da arte são sete e encontram-se descritos nas tabelas 2.10 e 2.11.

Tabela 2.10 – Parâmetros da “Regra da Arte”, (Binda *et al* (2009), Borri (2006a)).

Sigla	Designação	Descrição/ Objectivo
MA.	Qualidade da argamassa	<ul style="list-style-type: none"> • Respeita (R): quando mantém uma boa resistência mecânica e a argamassa nas juntas apresenta-se em bom estado de conservação.
		<ul style="list-style-type: none"> • Respeita Parcialmente (PR): quando mantém uma razoável resistência mecânica e as juntas não se apresentam excessivamente escavadas.
		<ul style="list-style-type: none"> • Não Respeita (NR): quando se apresenta fortemente degradada ou ausente e as juntas apresentam-se bastante erodidas.
P.D.	Presença de travadores ou ligadores	<ul style="list-style-type: none"> • Respeita (R): travadores suficientes para conferir comportamento monolítico. Indicação de orientação: quando sobre 1 m² de superfície de parede há pelo menos 5 a 6 travadores, no caso de construções italianas.
		<ul style="list-style-type: none"> • Respeita Parcialmente (PR): esta é uma situação intermédia entre o respeito e o não respeito, sendo que também pode incluir situações de paredes com três paramentos em que os travadores abrangem apenas dois, mas apresentam-se distribuídos pela parede desfasadamente conferindo-lhes um comportamento monolítico. Indicação de orientação: quando sobre 1 m² de superfície de parede há pelo menos 3 a 4 travadores, no caso de construções italianas.
		<ul style="list-style-type: none"> • Não Respeita (NR): travadores insuficientes para conferir um comportamento monolítico à parede. Indicação de orientação: quando sobre 1 m² de superfície de parede há menos de três travadores, no caso de construções italianas.
F.EL.	Forma do elemento resistente	<ul style="list-style-type: none"> • Respeita (R): Indicação de orientação: quando os elementos regulares abrangem pelo menos ¾ da superfície e da espessura da parede.
		<ul style="list-style-type: none"> • Respeita Parcialmente (PR): Indicação de orientação: quando os elementos de forma irregular ou arredondada ou seixos abrangem uma extensão de superfície ou espessura de parede compreendida entre ¼ e ½.
		<ul style="list-style-type: none"> • Não Respeita (NR): Indicação de orientação: quando os elementos de forma irregular ou arredondada ou seixos abrangem uma extensão de superfície ou espessura de parede de pelo menos ½.

Tabela 2.11 – Parâmetros da “Regra da Arte” – Continuação, (Binda *et al* (2009), Borri (2006a)).

Sigla	Designação	Descrição/ Objectivo
D.EL.	Dimensão do elemento resistente	<ul style="list-style-type: none"> • Respeita (R): Indicação de orientação: os elementos resistentes são de grande dimensão quando l= 30 a 50 cm; e=15 a 25 cm; h= 10 a 20 cm, no caso de construções italianas.
		<ul style="list-style-type: none"> • Respeita Parcialmente (PR): Indicação de orientação: quando os elementos resistentes apresentam l= 15 a 30 cm; e=5 a 15 cm; h= 5 a 15 cm, no caso de construções italianas.
		<ul style="list-style-type: none"> • Não Respeita (NR): quando os elementos resistentes apresentam pequenas dimensões.
S.G.	Desfasamento entre juntas verticais	<ul style="list-style-type: none"> • Respeita (R): quando a junta vertical se encontra alinhada com a zona central do elemento resistente inferior.
		<ul style="list-style-type: none"> • Respeita Parcialmente (PR): quando a junta vertical se encontra em posição intermédia entre a zona central do elemento resistente inferior e o seu bordo.
		<ul style="list-style-type: none"> • Não Respeita (NR): quando as juntas verticais se encontram alinhadas envolvendo dois ou mais elementos resistentes.
OR.	Presença de fiadas horizontais	<ul style="list-style-type: none"> • Respeita (R): o alinhamento horizontal é verificado em quase todo o comprimento da parede, sendo que esta situação também se deve encontrar em altura, sem que ocorra interrupção da continuidade destes alinhamentos.
		<ul style="list-style-type: none"> • Respeita Parcialmente (PR): o alinhamento horizontal abrange menos de $\frac{3}{4}$ do comprimento da parede e em altura poderá apresentar desfasamentos locais.
		<ul style="list-style-type: none"> • Não Respeita (NR): o alinhamento horizontal apresenta-se ao longo do comprimento da parede constantemente interrompido e desfasado em altura.
RE.EL.	Qualidade do elemento resistente	<ul style="list-style-type: none"> • Respeita (R): quando os elementos resistentes não se apresentam degradados ou em ruína.
		<ul style="list-style-type: none"> • Respeita Parcialmente (PR): quando os elementos se apresentam em situação intermédia entre o bom e o muito mau estado de conservação. • Não Respeita (NR): quando os elementos se apresentam severamente degradados, arruinados devido à humidade e erosão.

O objectivo desta metodologia consiste na determinação do índice de qualidade que conduz à classificação da alvenaria em três categorias:

1. **Categoria A:** Tem um bom comportamento;
2. **Categoria B:** Tem um comportamento de média qualidade;
3. **Categoria C:** Tem um comportamento insuficiente.

A análise realizada com o intuito de obter uma das categorias mencionadas pressupõe a atribuição de uma pontuação e da avaliação do grau de respeito dos parâmetros da regra da arte, em função do tipo de acção solicitante. Os pesos são atribuídos aos parâmetros para as três situações de solicitação consoante a sua importância face a uma boa resposta da parede. Na tabela 2.12 são indicados os critérios utilizados na atribuição destes pesos, cujos valores são descritos na tabela 2.13

Tabela 2.12 - Critérios de atribuição dos pesos, (Borri (2006a)).

Tipo de acção	Critérios utilizados
Acções verticais	<ul style="list-style-type: none"> ▪ RE.EL.=NR, esta condição conduz directamente à categoria C, uma vez que leva à rotura por compressão. <p>Os parâmetros a que foram atribuídos os maiores pesos são:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ F.EL. e OR., que impedem uma diferente distribuição das tensões; ▪ P.D., impede a separação das duas folhas de uma parede dupla.
Acções horizontais fora do plano	<ul style="list-style-type: none"> ▪ RE.EL.=NR, esta condição leva directamente à categoria C, uma vez que conduz à rotura por compressão. <p>Os parâmetros a que foram atribuídos os maiores pesos são:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ P.D., contraria a formação de dois panos separados numa parede dupla, tornando-a monolítica. ▪ OR., favorecem a melhoria da resposta da parede face a oscilações. ▪ F.EL., favorecem o imbricamento interno entre os paramentos da parede.
Acções horizontais no plano	<ul style="list-style-type: none"> ▪ RE.EL.=NR, esta condição guia directamente à categoria C, uma vez que leva à rotura por compressão. <p>Os parâmetros a que foram atribuídos os maiores pesos são:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ F.EL. e S.G. e MA., conferem boa resistência à parede para esta acção. ▪ P.D., consente a acção em toda a espessura da parede e não apenas no paramento onde aquela se exerce.

Tabela 2.13 - Pesos atribuídos aos vários parâmetros em função da acção solicitante, (Binda *et al* (2009)) .

Parâmetro	Acções Verticais			Acções fora do plano			Acções no plano		
	NR	PR	R	NR	PR	R	NR	PR	R
MA.	0.0	0.5	2.0	0.0	0.5	1.0	0.0	1.0	2.0
P.D.	0.0	1.0	1.0	0.0	1.5	3.0	0.0	1.0	2.0
F.EL.	0.0	1.5	3.0	0.0	1.0	2.0	0.0	1.0	2.0
D.EL.	0.0	0.5	1.0	0.0	0.5	1.0	0.0	0.5	1.0
S.G.	0.0	0.5	1.0	0.0	0.5	1.0	0.0	1.0	2.0
OR.	0.0	1.0	2.0	0.0	1.0	2.0	0.0	0.5	1.0
RE.EL.	0.3	0.7	1.0	0.5	0.7	1.0	0.3	0.7	1.0

Considerando a conjugação das tabelas anteriores, a pontuação final é obtida pela expressão:

$$I.Q.M. = RE.EL. \times (OR. + P.D. + F.EL. + S.G. + D.EL. + MA.) \quad (2.1)$$

Os resultados obtidos estarão compreendidos entre 0 e 10 e correspondem ao valor do índice para cada direcção de solicitação. Desta forma, quanto maior for o valor de I.Q.M. melhor será a resposta da parede às solicitações. Tendo em atenção este facto é determinada uma categoria por cada acção solicitante considerada de acordo com a tabela 2.14.

Tabela 2.14 - Categorias em função da acção solicitante, (Borri (2006a)).

		Categoria da alvenaria de pedra		
		C	B	A
Tipo de acção	Acção Vertical	$0 \leq IQ < 2.5$	$2.5 \leq IQ < 5$	$5 \leq IQ \leq 10$
	Acção horizontal Fora do plano	$0 \leq IQ \leq 4$	$4 < IQ < 7$	$7 \leq IQ \leq 10$
	Acção horizontal no plano	$0 \leq IQ \leq 3$	$3 < IQ < 5$	$5 \leq IQ \leq 10$

2.4.2. MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA LINHA DE MÍNIMO TRAÇADO (L.M.T.)

Este método consiste na avaliação da eficácia e da qualidade construtiva própria da alvenaria de pedra, relativamente à vulnerabilidade face às acções sísmicas, sendo que por vezes a qualidade inicial é perdida devido à degradação e à ruína.

Tendo em atenção estes factos foram definidos diversos níveis de referência para a vulnerabilidade da alvenaria de pedra, estando estes indicados na tabela 2.15, bem como os respectivos valores de referência dos níveis de imbricamento para LMT_n (valor médio de LMT normalizado para uma zona de parede de $1 \times 1 m^2$), (Binda *et al* (2009)).

Escolhida a zona da parede ($1 \times 1 m^2$) e tendo em atenção o desfasamento das juntas verticais, pode-se traçar todas as linhas não contíguas ou que não se intersectam correspondentes ao percurso realizável pelas forças de atrito, ou seja, os locais onde o atrito será mobilizado reconhecíveis entre o topo e a parte inferior desta zona, e medido o seu imbricamento. O valor da Linha de Mínimo Traçado usado para comparação com o valor de referência é obtido pela linha de mínimo traçado de menor comprimento encontrada para uma zona de parede de $1 \times 1 m^2$, sendo que quanto menor for o comprimento desta linha, menor será a sua resistência, (Binda *et al* (2009)).

Por exemplo, o limite será uma linha vertical, caso em que não existem forças de atrito levando a parede à rotura quando submetida a uma força de tracção. A título de exemplo, na figura 2.2 está representado o imbricamento de uma determinada amostra de alvenaria de pedra, encontrando-se indicadas com a letra A, B e C as três possíveis Linhas de Mínimo Traçado. Nestas condições, ao lado da linha B a parede possui menor resistência à tracção do que ao lado das outras linhas, uma vez que o trajecto “percorrido pelas forças de atrito é menor”.

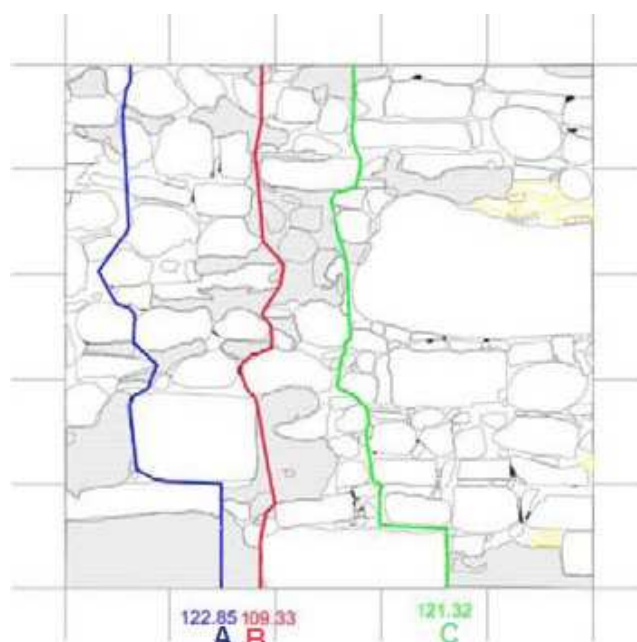


Figura 2.2 – Exemplo Gráfico da Linha de Mínimo Traçado (LMT) de um painel de parede de alvenaria de pedra com 1x1m², (Binda *et al* (2009)).

Tabela 2.15 – Níveis de vulnerabilidade e de imbricamento da alvenaria de pedra para LMT_n (normalizado) (Binda *et al* (2009)).

Níveis de imbricamento	Sigla	Alvenarias de pedra	Descrição	Vulnerabilidade	Valores de LMT _n
5	M5	Superior	De elevada qualidade construtiva	Baixa	mais de 161 cm
4	M4	Médio-Superior	Eficiente e bem construída	Limitada	de 145 a 160 cm
3	M3	Média	De média eficácia e qualidade construtiva	Média	de 131 a 145 cm
2	M2	Médio-Inferior	Escassamente eficiente e/ou de medíocre qualidade construtiva	Acentuada	de 116 a 130 cm
1	M1	Inferior	Não eficiente e/ou de má qualidade construtiva	Acentuada	de 100 a 115 cm

2.4.3. MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ALVENARIA DE PEDRA ATRAVÉS DE INVESTIGAÇÃO DIAGNÓSTICA

Neste método obtém-se uma melhor caracterização da parede de alvenaria de pedra, principalmente se forem conhecidos: o comportamento tensão-deformação da parede *in-situ*; a sua densidade; as características mecânicas, físicas e químicas das pedras, tijolos ou argamassa. Os ensaios podem ser realizados *in-situ* e em laboratório, sendo que os ensaios em laboratório requerem a recolha de amostras de acordo com os requisitos próprios de cada um. As técnicas de ensaio podem ter carácter destrutivo, ligeiramente destrutivo e não destrutivo sendo que os ensaios destrutivos *in-situ* não devem ser utilizados nas construções antigas com reconhecido valor histórico e cultural. Este tipo de investigação requer uma sequência de passos conforme ilustrado na tabela 2.16., devendo ser escolhida a técnica que melhor se adequa perante determinada situação, (Binda *et al* (2009), Binda and Cardini (2008)).

Tabela 2.16 – Fases da investigação, (Binda *et al* (2009), Binda and Cardini (2008)).

Fases	Descrição/ observações
Escolha da área de investigação e levantamento da textura da alvenaria de pedra	Seleção de uma parte da parede que seja representativa da estrutura do edifício.
Prova Sónica	Técnica aplicada <i>in-situ</i> , de carácter não destrutivo. Esta técnica é baseada na geração de um impulso sónico num ponto da estrutura provocado por dispositivos mecânicos, nomeadamente um martelo, uma vez que os impulsos ultrasónicos não se adequam em estruturas heterogéneas pois as juntas e os vazios constituem uma barreira impenetrável pelas ondas ultra-sónicas. Conhecida a distância entre o gerador e o receptor mede-se o tempo que os impulsos levam a percorre-la e o sinal registado no receptor. Deste modo, permite avaliar a existência de vazios (aumenta o tempo de propagação) e a homogeneidade dos materiais.
Prova com macacos planos simples e duplo	Técnica aplicada <i>in-situ</i> , de carácter ligeiramente destrutivo. Esta técnica consiste na introdução de um macaco plano na direcção perpendicular ao plano da parede, num rasgo horizontal realizado com reduzida espessura. No ensaio com macacos planos simples consegue-se estimar o estado de tensão existente <i>in-situ</i> e os ensaios com macacos planos duplos permite avaliar as características locais da parede em termos de deformabilidade e resistência à compressão.
Demolição e investigação sobre a secção da alvenaria de pedra com recolha dos materiais para a prova de laboratório	A demolição não deve ser superior a 2/3 da espessura da secção. Amostras de argamassa, tijolos ou pedra podem ser facilmente retirados durante a operação.
Reparação da demolição	A reparação deve ser realizada com materiais iguais, tendo o cuidado de controlo de eventual retracção da argamassa.
Prova de laboratório	A argamassa e as pedras ou tijolos são submetidas a ensaios de caracterização mecânica, física e química para identificação de propriedades.

2.5. FICHA PARA AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DA ALVENARIA DE PEDRA

No sentido de se obter um documento completo surgiu uma ficha síntese de todas as informações necessárias à avaliação da qualidade da alvenaria (Binda *et al* (2009)), que se encontra dividida em cinco partes, sendo:

- **Parte 1:** Identificação da alvenaria objecto de análise.
Na primeira parte desta ficha pretende-se recolher um conjunto de informações sobre o edifício e sua localização.
- **Parte 2:** Levantamento da tipologia da parede.
A segunda parte desta ficha compreende duas etapas. Numa primeira fase são recolhidos dados sobre as características da alvenaria quer do paramento, quer da secção transversal (função estrutural, tipologia, presença de fiadas de regularização, de fiadas horizontais, de cunhas, espessura da secção transversal, caracterização dos materiais do paramento e da secção). Numa segunda fase é feita a análise da alvenaria de acordo com o método para a determinação do índice de qualidade (IQM) e também a avaliação do imbricamento no plano externo do paramento e na secção transversalmente, determinando-se a Linha de Mínimo Traçado (LMT). De forma a facilitar análise do IQM foram criadas fichas extra onde são apresentados alguns exemplos cujo estudo do respeito pelos parâmetros já foi realizado e atribuído uma classe, (Borri (2006b)).
- **Parte 3:** Conclusões do 1º nível de conhecimento.
Nesta parte é atribuída uma classe em função do índice de qualidade, para além disto, também pode incluir explicação das observações qualitativas e do índice de qualidade ou LMT.
- **Parte 4:** Nível de conhecimento 2: análises *in-situ* e laboratoriais.
Esta parte prende-se com um posterior aprofundamento do conhecimento da amostra da parede. É nesta fase que se realizam ensaios de caracterização mecânica, física e química. No entanto existe a possibilidade de não realizar esta investigação, sendo assim, passando-se neste caso directamente para a parte 5 desta ficha.
- **Parte 5:** Análise e avaliação da ficha no seu todo.
Nesta parte o estudo assume uma escala maior com o intuito de se compreender a representatividade dos dados recolhidos sobre a amostra de parede em relação à estrutura vertical que a contém. A ficha passa assim a constituir um guia nas operações de avaliação de qualidade de paredes de alvenaria nos edifícios em que será feito um projecto de conservação.

2.6. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Nos métodos de avaliação das paredes de alvenaria de pedra analisados neste capítulo constatou-se que a avaliação em termos de qualidade de alvenarias é muito subjectiva, podendo por vezes suscitar dúvidas.

Em particular, no 1º método abordado que é referente aos ábacos associados à ficha AeDES (Agibilità e danno nell'emergenza sismica), verificou-se que a divisão de classes em apenas dois tipos - tipo I (Textura irregular e de má qualidade) e tipo II (Textura regular e de boa qualidade) - apresenta um campo abrangente muito amplo, o que poderá levar a que, na existência de situações intermédias, a sua classificação não seja a mais adequada.

No entanto, com a evolução do estudo sobre este assunto surgiram outros métodos mais precisos, mas que não deixam de ter um carácter subjectivo. A avaliação da qualidade da alvenaria passou a ser quantificada, com a atribuição da classe em função do valor do índice obtido (I.Q.M.). Este índice, embora com valor numérico, está dependente de diversos parâmetros que são na sua maioria avaliados visualmente, facto este que está dependente da experiência de quem efectua a avaliação. Os resultados a que se chega são mais concisos, uma vez que o processo para a determinação da classe é mais detalhado e elaborado em função da acção solicitante. Além disso, neste método são classificadas as situações em que a alvenaria apresenta qualidade intermédia.

A Linha de Mínimo Traçado (L.M.T.) também é uma boa forma de identificação da qualidade da alvenaria de pedra, uma vez que, quanto menor o comprimento desta linha menor a sua resistência à tracção. Por outro lado, quanto maior o comprimento desta linha, maior é o nível de imbricamento, o que conduz ao aumento da sua resistência à tracção, uma vez que a superfície em que é mobilizada a força de atrito é maior.

A secção transversal é classificada de acordo com o número de paramentos e seu travamento, o que é importante uma vez que são estes parâmetros que influenciam o comportamento da estrutura.

Como forma de avaliação das características da alvenaria de pedra, é recorrente uma fase de investigação com ensaios quer *in-situ*, quer em laboratório.

A criação de uma ficha resumo é uma forma rápida, organizada e uniformizada de apresentação destes resultados.

Em Portugal, nomeadamente no âmbito de uma tese de doutoramento actualmente em fase de desenvolvimento na FEUP cujo objectivo é a Caracterização e Tipificação de Elementos Construtivos em Alvenaria de Pedra (Almeida,C.), está a ser elaborada uma ficha em que são identificadas as características das paredes de alvenaria de pedra tanto no seu plano como na secção transversal.

3

CASOS DE ESTUDO CARACTERIZAÇÃO GEOMÉTRICA

3.1. DESCRIÇÃO GERAL/ IMPLANTAÇÃO

3.1.1. INTRODUÇÃO

O presente estudo aborda alguns casos de alvenaria de pedra do centro histórico da cidade do Porto e Vila Nova de Gaia, onde predomina a construção típica casa burguesa (estreita, a altura pode atingir seis pisos) e com menor abundância a casa designada nobre (dois pisos, maior dimensão em planta). Estas edificações caracterizam-se por paredes essencialmente constituídas de alvenaria de pedra cegas (empenas) ou rasgadas (fachadas).

A pedra, nomeadamente o granito que é abundante nas redondezas desta cidade, e o tabique simples ou o tabique misto, que consiste numa estrutura de madeira preenchida por pedra miúda ou tijolos e argamassa pobre de cal, saibro e areia, são os materiais usados na construção das paredes de casas antigas. Assim, focando a atenção para a alvenaria de pedra, é possível encontrar-se compostas por este material paredes de fachadas, paredes de meação e, embora sejam raros os exemplos, paredes de caixa de escadas, ao nível do rés-do-chão, na continuidade da parede que forma o corredor de entrada.

As paredes das fachadas predominantemente incluem pedras de cantaria que definem os vão de portas e janelas, apresentando espessuras consideráveis, em média 70 cm, devido a grande parte da sua área conter aberturas de grandes dimensões. No século XIX as dimensões dos vãos, portas, janelas e portadas interiores estavam directamente relacionadas com a espessura atribuída a estas paredes. Por exemplo, para uma largura de vão com 1,25m, a espessura da parede de fachada seria 60 a 70 cm, correspondendo 20 cm para a janela (aro de gola) e 40 a 50 cm para as portadas interiores. No início do século XX, estas espessuras são reduzidas em cerca de 1/3, passando a medir aproximadamente 45 cm, (Teixeira (2004)).

As paredes de meação são essencialmente construídas em alvenaria de pedra granítica de aparelho irregular com travadouros, assentes em argamassa de cal, areia e saibro, apresentando espessuras compreendidas entre os 30 cm e os 60 cm. Nos edifícios mais antigos, antes do século XVII, é ao nível do rés-do-chão que se podem encontrar estas paredes, pois em pisos superiores a parede de meação era construída em tabique, (Teixeira (2004)).

Na cidade do Porto verifica-se que as paredes em alvenaria de pedra de folha simples são predominantes, tendo o estudo no presente trabalho incidido sobre este tipo de paredes.

3.1.2. APRESENTAÇÃO DOS CASOS DE ESTUDO

Nesta fase inicial procurou-se, entre a cidade do Porto e a margem de Vila Nova de Gaia, um conjunto de paredes de alvenaria de pedra que pudessem representar a diversidade existente para efectuar o levantamento geométrico. Assim, foram seleccionados treze casos de estudo, dos quais seis enquadram-se no Quarteirão do Corpo da Guarda, três num dos edifícios do Quarteirão da Feitoria Inglesa, dois na zona da Sé, um na zona da Muralha Fernandina e um em Vila Nova de Gaia. A figura 3.1 apresenta uma vista aérea onde se observa parte do Centro histórico do Porto e de Vila Nova de Gaia. Sobre esta estão indicadas as localizações das zonas (numeradas de um a cinco) onde se situam os edifícios seleccionados para estudo das paredes de alvenaria de pedra. Assim tem-se:

- 1 - Quarteirão do Corpo da Guarda (CG)
- 2 - Quarteirão da Feitoria Inglesa (FI)
- 3 - Zona da Sé (SE)
- 4 - Zona da Muralha Fernandina (MF)
- 5 - Vila Nova de Gaia (VG)

Em todas as paredes foram escolhidas zonas representativas das suas características para posterior levantamento geométrico.

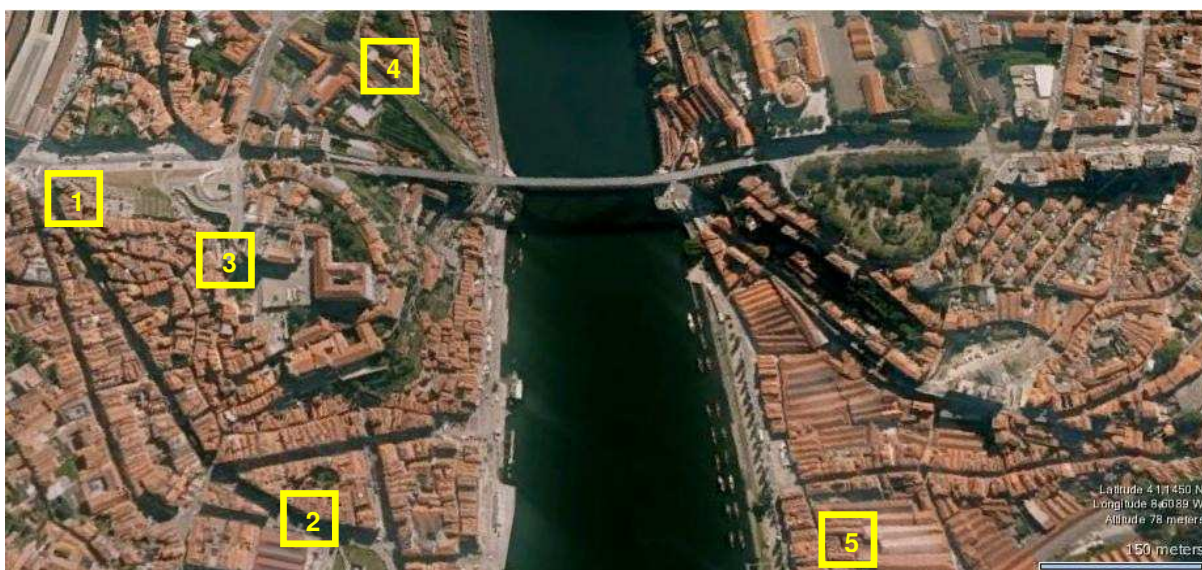


Figura 3.1 – Vista aérea sobre parte do Centro histórico do Porto e de Vila Nova de Gaia, com numeração das zonas de estudo, (<http://www.bing.com/maps/>).

3.1.2.1. Quarteirão do Corpo da Guarda – (CG)

O quarteirão do Corpo da Guarda está confinado entre a Rua do Corpo da Guarda, Rua de Pelames, Travessa do Souto e Rua Mouzinho da Silveira, em resultado da abertura desta última rua no ano de 1877. Este facto obrigou à reconstrução das fachadas do lado da Rua Mouzinho da Silveira, o que explica a orientação das paredes estruturais de meação dos edifícios, que não são ortogonais às paredes das fachadas, (Porto Vivo, SRU (2007)).

Os edifícios em estudo datam do séc. XIX e têm uma cêrcea que varia entre R/C+3 a R/C+5, com cobertura inclinada de quatro águas, revestida a telha cerâmica. Devido à diferença de cotas, alguns possuem pisos semi-enterrados. Nas paredes exteriores abundam os aparelhos em cantaria/alvenaria rebocados e pintados. Além disso, os edifícios encontram-se sujeitos a obras de reabilitação que envolveram a substituição dos pavimentos em madeira e das paredes divisórias em tabique rebocadas, (Porto Vivo, SRU (2007)).

A figura 3.2 representa o quarteirão, assinalando-se a vermelho os edifícios de onde foram seleccionadas as paredes para análise.



Figura 3.2 – Vista sobre o Quarteirão do Corpo da Guarda, com a indicação da localização dos edifícios em estudo, (<http://www.bing.com/maps/>).

Deste quarteirão foram seleccionadas seis paredes interiores de alvenaria de pedra. Trata-se de uma alvenaria de junta argamassada, constituída por pedras por vezes de grande dimensão. Na figura 3.3 apresenta-se a planta ao nível do 1º piso. Embora as paredes estejam todas indicadas nesta planta, elas distribuem-se pelos vários pisos, de acordo com a seguinte numeração:

- 1 - Parede 1 (r/c) - (CG1);
- 2 - Parede 2 (1º piso: nesta foram seleccionadas duas zonas - (CG2), (CG3));
- 3 e 4 - Parede 3 e Parede 4 (2º piso) - (CG4), (CG5);
- 5 - Parede 5 (3º piso) - (CG6).

Estas paredes estão ilustradas na figura 3.4.

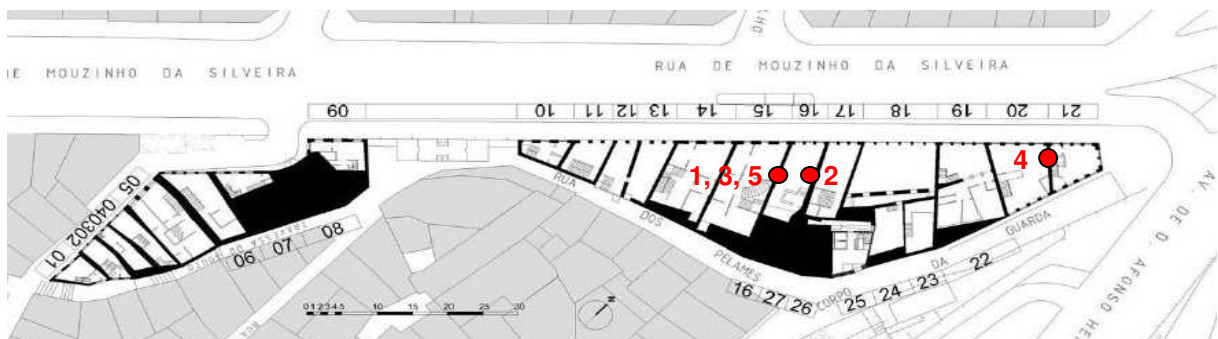


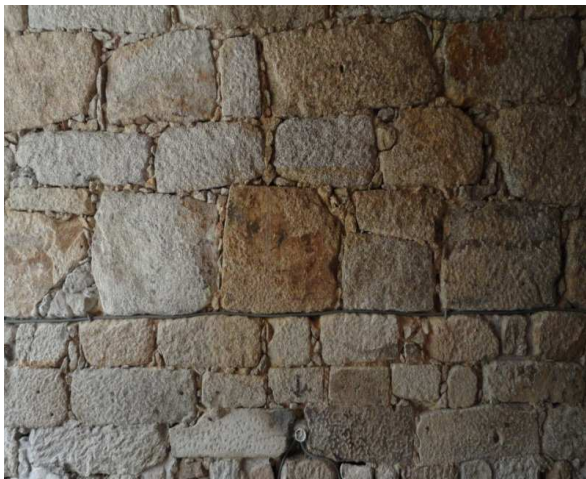
Figura 3.3 - Planta ao nível do 1º piso dos edifícios do Quarteirão do Corpo da Guarda, com numeração indicativa da localização das Paredes em estudo, (adaptado de Porto Vivo, SRU (2007)).



a) Parede 1 (r/c) – CG1



b) Parede 2 (1º piso)_Zona 1 – CG2



c) Parede 2 (1º piso)_Zona 2 – CG3



d) Parede 3 (2º piso) – CG4



e) Parede 4 (2º piso) – CG5



f) Parede 5 (3º piso) – CG6

Figura 3.4 – Paredes do edifício do Quarteirão do Corpo da Guarda:

a) Parede1 – CG1; b) e c) Parede 2 – CG2, CG3; d) Parede 3 – CG4; e) Parede 4 – CG5; f) Parede 5 – CG6.

3.1.2.2. Quarteirão da Feitoria Inglesa – (FI)

O quarteirão mencionado possui uma geometria triangular, estando delimitado por três ruas, nomeadamente a Rua Mouzinho da Silveira, a Rua do D. Infante e a Rua de S. João.

O estudo incide num dos edifícios deste quarteirão, que se situa na Rua Mouzinho da Silveira. Trata-se de um prédio urbano do séc. XIX composto por rés-do-chão mais dois pisos, em que o rés-do-chão é destinado a comércio e os pisos superiores à habitação. No entanto, passou a rés-do-chão mais três pisos quando sujeito a obras de reabilitação, sendo o seu interior totalmente reconstruído. Para além disso, o edifício apresenta ainda uma cobertura inclinada de quatro águas, revestida a telha cerâmica e nas paredes existe a predominância da cantaria/alvenaria de pedra, (Porto Vivo, SRU (2008)).

Deste edifício foram escolhidas 3 paredes interiores, uma ao nível do 1º piso (1) – (FI1), outra no 2º piso (2) – (FI2) e a última no 3º piso (3) – (FI3). Na planta ao nível do 1º piso (figura 3.5) estão indicadas as suas localizações. A figura 3.6 representa parte deste quarteirão visto pelo lado da Rua Mouzinho da Silveira, com o edifício assinalado a vermelho.

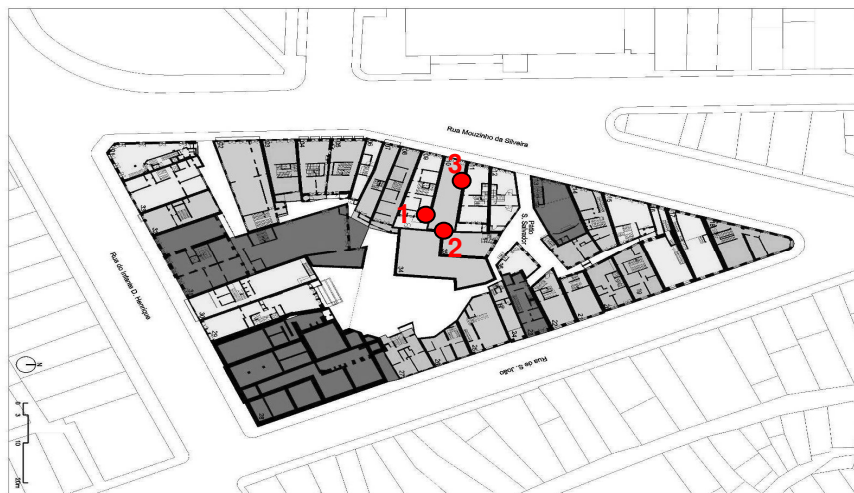
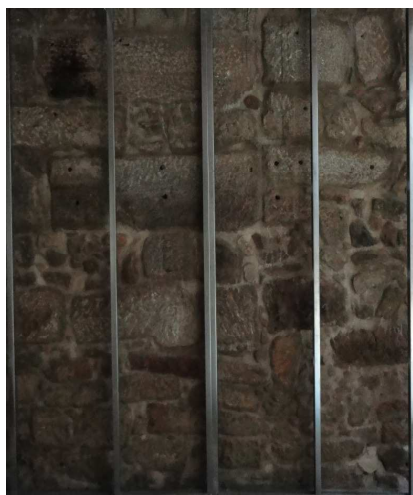


Figura 3.5 – Planta ao nível do 1º piso dos edifícios do Quarteirão da Feitoria Inglesa, com numeração indicativa da localização das Paredes em estudo, (adaptado de Porto Vivo, SRU (2008)).

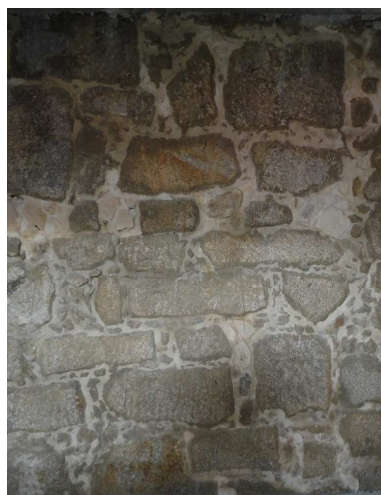


Figura 3.6 – Vista da Rua Mouzinho da Silveira de parte do quarteirão da Feitoria Inglesa, com o edifício em estudo assinalado, (<http://www.bing.com/maps/>).

As três paredes escolhidas estão ilustradas na figura 3.7. Ao nível do rés-do-chão até ao 2º piso, possuem geometria muito irregular com um misto entre pedras grandes/ médias e muitas pequenas, sendo que no último piso (3º piso) as pedras apresentam uma geometria de forma mais geométrica (rectangular) por vezes com grandes dimensões (50 cm a 1.40 m), disposta segundo alinhamento regular.



a) Parede 1 (1º piso) – F11



b) Parede 2 (2º piso) – F12



c) Parede 3 (3º piso) – F13

Figura 3.7 - Paredes do edifício do Quarteirão da Feitoria Inglesa:
a) Parede1 – F11; b) Parede 2 – F12; c) Parede 3 – F13.

3.1.2.3. Vila Nova de Gaia – (VG)

O edifício, indicado na figura 3.8 situa-se na Rua Guilherme Gomes Fernandes no concelho de Vila Nova de Gaia. Trata-se de um edifício do séc. XIX, que sofreu alterações estruturais devido a obras de reabilitação e que se apresenta com R/C mais dois pisos e cobertura inclinada de 4 águas, revestida a telha cerâmica. As suas paredes estruturais são em alvenaria de pedra à vista, com excepção da Parede da fachada principal que se encontra rebocada e pintada, apresentando molduras dos vãos em cantaria, (Almeida, C.).

As paredes divisórias são construídas por tijolo vazado, os pavimentos por lajes aligeiradas em betão armado e as escadas em laje maciça, (Almeida, C.).

Actualmente, este edifício serve de instalações à sede da SRU-Gaia.



Figura 3.8 – Localização do edifício em Vila Nova de Gaia, (<http://www.bing.com/maps/>).

A parede em estudo, ilustrada na figura 3.9, pertence ao rés-do-chão do edifício e é constituída por pedra de forma arredondada de pequena a média dimensão (30 a 50 cm), disposta aleatoriamente. Para além disso, esta parede apresenta folha dupla devidamente travada e uma espessura com cerca de 55cm, passando nos pisos superiores a folha simples com cerca de 25cm de espessura, (Almeida, C.).

As características geométricas desta parede são visivelmente distintas entre o rés-do-chão e os restantes pisos, uma vez que nos pisos superiores as pedras apresentam forma mais geométrica (rectangular) de maiores dimensões (50 a 90 cm), disposta segundo alinhamento irregular.



Figura 3.9 – Parede 1 (exterior) do edifício de Vila Nova de Gaia – VG1.

3.1.2.4. Zona da Sé – (SE)

Na figura 3.10 estão indicados os edifícios seleccionados nesta zona. Estas construções foram especificamente escolhidas para este estudo a fim de dispor de pelo menos dois casos de evidente regularidade.

O primeiro edifício, é uma construção do séc. XX, datada do ano de 1995, que assenta sobre parte das ruínas respeitantes à antiga casa da câmara, cuja origem remete para o séc. XV. Apresenta 22m de altura e dimensões em planta 11m x 11m, possuindo ligação à cota mais alta (Terreiro da Sé) e à cota

mais baixa (Rua de S. Sebastião). As paredes apresentam-se em forma de “U”, sendo uma delas envidraçada. De forma a manter a conexão histórica, recorreram ao uso de materiais como a pedra serrada, vidro, aço e madeira. As informações relativas a este edifício podem ser encontradas em [http://pt.wikipedia.org/wiki/Antiga_Casa_da_C%C3%A2mara_\(Porto\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Antiga_Casa_da_C%C3%A2mara_(Porto)).

O segundo edifício é uma torre representante de uma típica construção medieval, que se encontra deslocada cerca de 15m do seu local original, tendo sido descoberta na década de 1940, no local do actual Terreiro da Sé, onde permaneceu oculta durante séculos entre os casarios então existentes.

O edifício foi reconstruído na Rua de Dom Pedro Pitões, tendo-se acrescentado um balcão em pedra de estilo gótico. Para além disso, apresenta uma planta quadrangular e possui dois pisos. Actualmente, este edifício serve de posto de turismo Porto Tours. As informações sobre esta casa torre encontram-se no site da junta de freguesia da Sé: <http://www.ciberjunta.com>.

Na realização deste trabalho foram fotografadas partes das suas paredes exteriores, apresentadas na figura 3.11. A parede SE1 apresenta juntas delgadas, tipo de assentamento segundo a horizontal e pedras com dimensões na ordem de 1m medido na diagonal, enquanto a parede SE2 apresenta juntas com espessura corrente, tipo de assentamento horizontal/vertical e pedras rectangulares com dimensões variáveis desde 30 cm a valores superiores a 1m (medido na diagonal).



Figura 3.10- Vista sobre a zona da Sé onde se encontram assinalados os edifícios em estudo, (<http://www.bing.com/maps/>).



a) Parede 1 (edifício 1) – SE1



b) Parede 1 (edifício 2) – SE2

Figura 3.11 - Paredes da Zona da Sé:
a) Parede exterior do edifício 1 – SE1; b) Parede exterior do edifício 2 – SE2.

3.1.2.5. Zona da Muralha Fernandina – (MF)

A edificação seleccionada é uma construção do séc. XIX, possui as paredes exteriores em alvenaria de pedra à vista, servindo de casa das máquinas ao elevador dos Guindais, figura 3.12. Para o presente trabalho foi seleccionada uma das suas paredes exteriores.



Figura 3.12 – Vista da zona da Muralha Fernandina, com a indicação da localização do edifício em estudo, (<http://www.bing.com/maps/>).

A parede deste edifício (figura 3.13) é regular e as suas pedras, embora se apresentem de média a grandes dimensões, não diferem muito umas das outras, sendo o tipo de assentamento horizontal/vertical com juntas de espessura corrente.

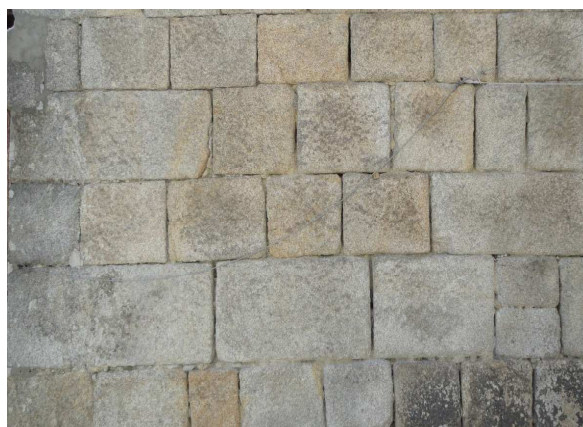


Figura 3.13 – Parede 1 (exterior) do edifício da zona da Muralha Fernandina – MF1.

3.2. LEVANTAMENTO GEOMÉTRICO POR FOTOGRAMETRIA

3.2.1. INTRODUÇÃO

A fotogrametria é uma técnica baseada em fotografias tiradas aos elementos de estudo, que permite reconstruir, computacionalmente, modelos bidimensionais ou tridimensionais, substituindo os processos convencionais. Com isto, o levantamento geométrico das paredes de alvenaria de pedra em estudo realizou-se por meio de fotografias, recorrendo ao programa PHOTOMODELER 4.0 (Eos System inc.), www.PhotoModeler.com. Para além desta aplicação informática também foi usado o programa AutoCAD 2010 (Autodesk), a fim de proceder a alguns ajustes dos desenhos e de quantificar parte dos parâmetros necessários à concretização dos objectivos deste trabalho.

O programa PhotoModeler já foi utilizado em trabalhos anteriores para levantamento das características do elemento de estudo, nomeadamente numa Tese de Mestrado em Engenharia Civil (Costa (2002)), numa Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil (Vares (2009)) e num Relatório de Estágio Formal para a Ordem dos Engenheiros (Milheiro (2009)).

3.2.2. PROGRAMA PHOTOMODELER

O programa Photomodeler opera a partir de fotografias digitais tiradas de diferentes ângulos, sendo que a sua precisão depende do número de pontos referenciados, a exactidão com que são marcados, a resolução e o número de fotografias.

Definida a máquina fotográfica a ser usada torna-se necessário a sua calibração neste “software”, através de uma grelha fornecida com o programa. É ideal a utilização do mesmo zoom em todas as fotografias, ajustando a posição da câmara para que tal seja possível, uma vez que este programa só reconhece uma distância focal por máquina. Se for necessário a utilização de vários zoom, a calibração deve ser feita para cada um, sendo nomeados diferentemente.

As fotografias tiradas para cada caso de estudo foram introduzidas no programa Photomodeler, onde através da marcação de pontos e linhas são definidas as características geométricas da parede de alvenaria de pedra. Para aumentar a precisão dos resultados é conveniente que esta marcação seja feita utilizando a função “zoom”. Com o intuito de estabelecer uma continuidade entre as diferentes fotografias torna-se necessário a referenciação dos pontos comuns, recorrendo ao comando “reference mode”. Para que se possa escalar e validar o modelo geométrico foram efectuadas medições com fita métrica a várias pedras da parede. A figura 3.14 ilustra a aplicação desta técnica a um dos casos de estudo já com os pontos e linhas marcados e a referenciação efectuada.

O passo seguinte consiste no processamento da informação mencionada. O programa PhotoModeler através de um algoritmo ajusta e minimiza os erros associados à marcação dos pontos entre as diferentes fotografias, gerando um modelo geométrico que pode ser tridimensional (baseado em linhas e pontos), embora neste caso seja apenas bidimensional. Este ficheiro pode ser exportado para AutoCAD em formato DXF.

Uma vez obtido o modelo geométrico da parede de alvenaria de pedra, verificou-se que este possuía alguma distorção e pontos com coordenadas tridimensionais, necessitando de tratamento em AutoCAD.

Apesar de a marcação dos pontos ser efectuada no plano da parede (plano vertical), existem sempre pequenos erros associados a esta marcação que são inevitáveis e, como tal, o algoritmo do programa PhotoModeler interpreta os pontos como fora do plano em questão, atribuindo-lhes uma terceira dimensão. No sentido de se corrigir esta situação, em AutoCAD, foi eliminada a coordenada (Z) na

perpendicular à parede. Relativamente à distorção apresentada pelo modelo geométrico, foram realizadas medições complementares às paredes de alvenaria de pedra em estudo, tendo por objectivo a sua validação. Assim foi possível avaliar a distorção que este apresentava e como tal proceder-se à sua correcção em AutoCAD com recurso ao comando “scale”.



Figura 3.14 – Pontos e linhas marcadas no programa PhotoModeler sobre uma das fotografias de um caso de estudo.

3.2.3. FOTOGRAFIAS

Numa fase inicial foram tiradas apenas três fotografias ao elemento em estudo (uma de frente e duas oblíquas), já que no mínimo devem ser tiradas três e conter pontos em comum. Também é importante referir que os ângulos entre diferentes fotografias não sejam inferiores a 10° , e se possível deve ser de pelo menos 30° ; este requisito poderá por vezes ser dificultado pela envolvente do elemento em estudo. Para além disso, é aconselhável o uso do tripé para que a câmara esteja o mais estável possível. Constatou-se que o modelo geométrico gerado pelo programa PhotoModeler estava distorcido, o que levou à necessidade de utilização de um número superior de fotografias com o objectivo de aumentar a sua precisão. Neste sentido foi aumentado o número de fotografias, em torno de sete, sendo variável esta quantidade. Ainda assim, o modelo geométrico possuía alguma distorção, que foi corrigido, em AutoCAD como referido anteriormente.

Com o intuito de encontrar o conjunto de fotografias que conduzia aos melhores resultados, foi marcado sobre uma parede de alvenaria de pedra em estudo, um rectângulo nivelado de dimensões $2.05\text{m} \times 1.28\text{m}$, ao qual foram tiradas nove fotografias de acordo com o esquema ilustrado na figura 3.15.

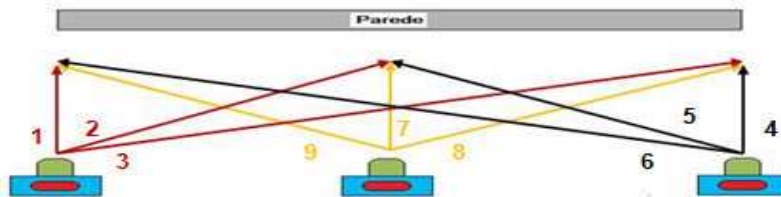


Figura 3.15 – Esquema representativo das posições em que se deve fotografar a parede.

No programa PhotoModeler procedeu-se ao levantamento das características geométricas da parede para a zona delimitada pelo rectângulo mencionado, a fim de aferir as capacidades de correcção incorporadas neste programa, tendo sido realizado o levantamento para diferentes conjuntos de fotografias. Deste modo obteve-se os modelos geométricos indicados na figura 3.16, em que: o rectângulo amarelo corresponde a um conjunto de três fotografias tiradas nas posições 3, 7 e 6; o rectângulo azul diz respeito a um conjunto de sete fotografias tiradas nas posições 1, 3, 4, 6, 7, 8 e 9; e por último, o rectângulo a vermelho corresponde ao conjunto das nove fotografias. Nas três condições referidas, constatou-se que os rectângulos não apresentam distorções significativas, como se pode verificar pelos ângulos formados pelos seus lados, mantendo ainda as dimensões do rectângulo delimitado sobre a parede real.

Deste modo conclui-se que a distorção apresentada inicialmente pelo modelo geométrico gerado pelo programa PhotoModeler não depende apenas do número de fotografias, mas também dos ângulos com que são tiradas, uma vez que neste caso as fotografias tiradas apresentava ângulos que se aproximam de um valor igual ou superior a 30°, algo que não se verifica nas situações em que o modelo geométrico tinha apresentado distorção significativa, pois as fotografias aproximavam-se de um ângulo de 10°. Um facto que também se deve ter em atenção é que as fotografias não devem ser tiradas em modo automático, pois muitas vezes introduz alterações nas propriedades de cada fotografia tirada, aconselhando-se o modo manual, adaptando as características da máquina garantindo desta forma as mesmas propriedades em todas as fotografias tiradas. Para além disso, encontrar pontos de referência, que garantam o nivelamento, por exemplo a aresta formada por duas paredes, revelam-se extremamente úteis ao efectuar o levantamento, para que o resultado final não se apresente distorcido.

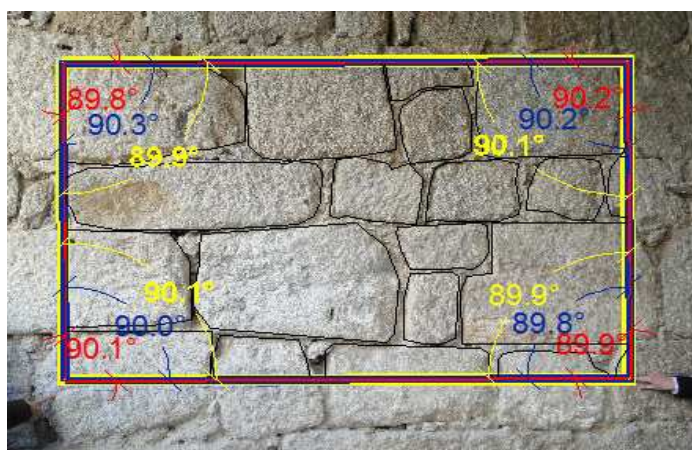


Figura 3.16 – Resultados do procedimento para aferir as capacidades de correcção incorporadas no programa PhotoModeler.

Para além do já referido, também foi realizado um levantamento adicional de duas paredes a ensaiar no Laboratório de Engenharia Sísmica e Estrutural (LESE), apenas porque constituíam mais um caso de interesse na quantificação da irregularidade. Porém, não fazem parte do estudo neste trabalho,

tendo sido somente um meio de adquirir experiência no levantamento de paredes de alvenaria de pedra com o programa PhotoModeler.

Embora este estudo incida sobre um único plano (2D), nestas duas paredes adicionais foi efectuado o levantamento geométrico tridimensional e para este fim foram-lhes tiradas oito fotografias de acordo com o esquema ilustrado na figura 3.17 e 3.18.

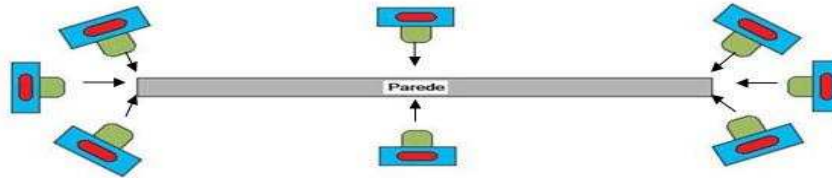
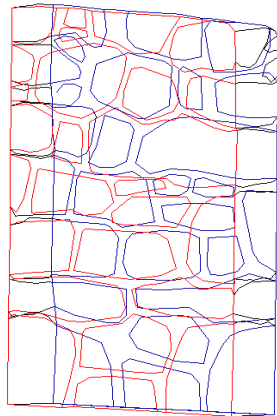


Figura 3.17 - Esquema representativo das posições em que se deve fotografar a parede em 3D.

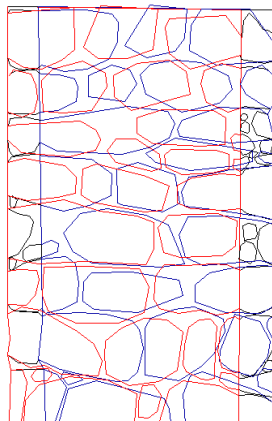
O procedimento realizado no programa PhotoModeler neste levantamento foi o mesmo que para o levantamento bidimensional, sendo gerado um modelo geométrico tridimensional.



a) Modelo geométrico da parede 1



b) Parede 1



c) Modelo geométrico da parede 2



d) Parede 2

Figura 3.18 – Levantamento adicional: a) e c) modelo geométrico; b) e d) Parede.

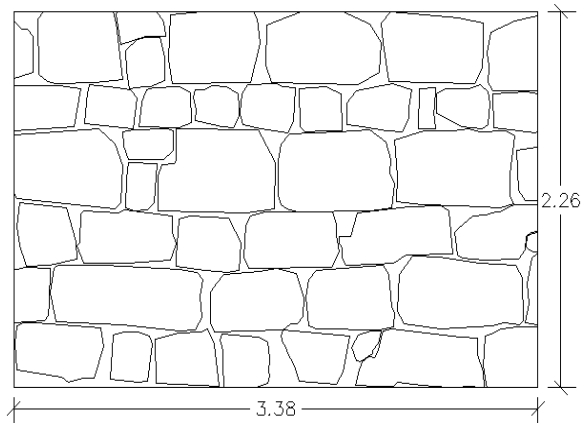
Em anexo apresenta-se o levantamento geométrico com o programa Photomodeler em todos os casos de estudo.

3.2.4. MODELOS GEOMÉTRICOS

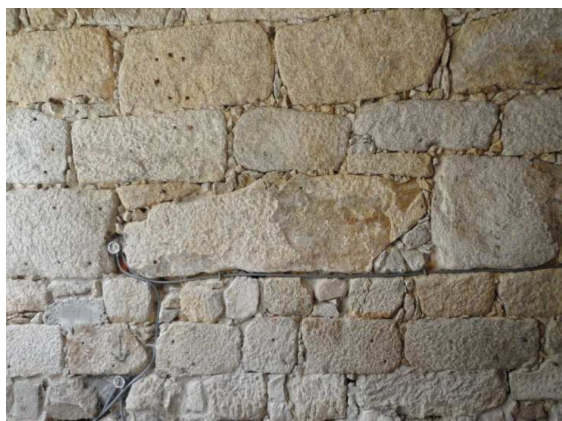
Após a aplicação do processo mencionado anteriormente, foi obtido o modelo geométrico 2D para cada parede seleccionada, sendo com base neste que se desenvolve o restante trabalho. Estes modelos são apresentados na figura 3.19 para o Quarteirão do Corpo da Guarda (CG), na figura 3.20 para Quarteirão da Feitoria Inglesa (FI), na figura 3.21 para Vila Nova de Gaia (VG), na figura 3.22 para a zona da Sé (SE) e na figura 3.23 para a zona da Muralha Fernandina (MF).



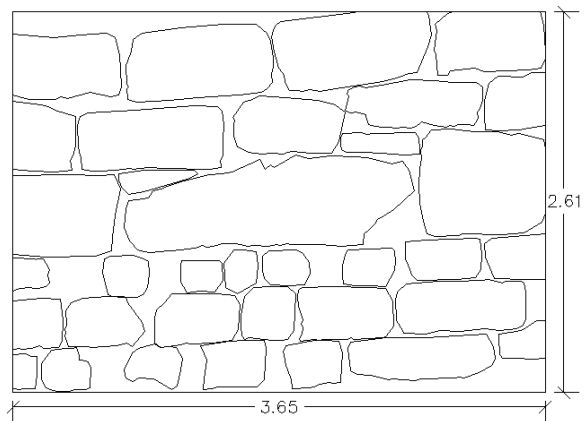
a) CG1



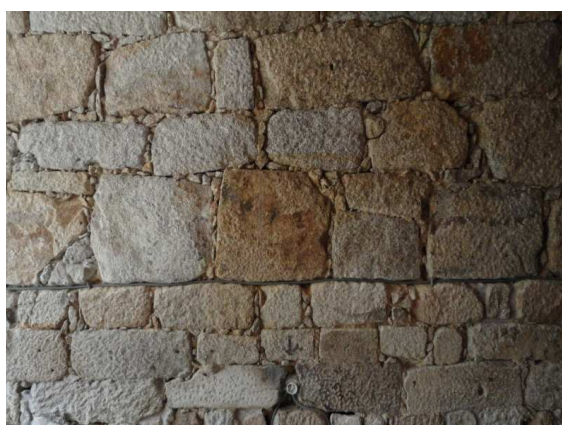
b) Modelo geométrico CG1



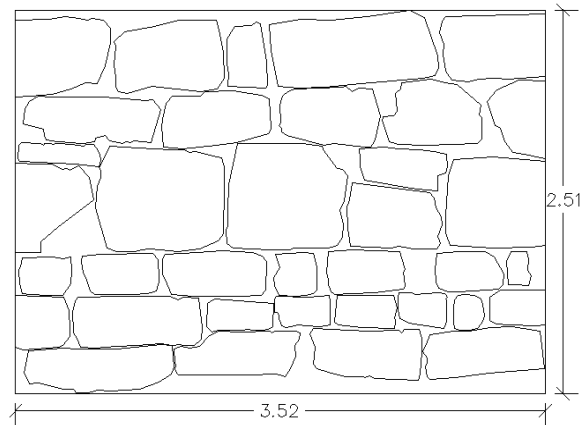
c) CG2



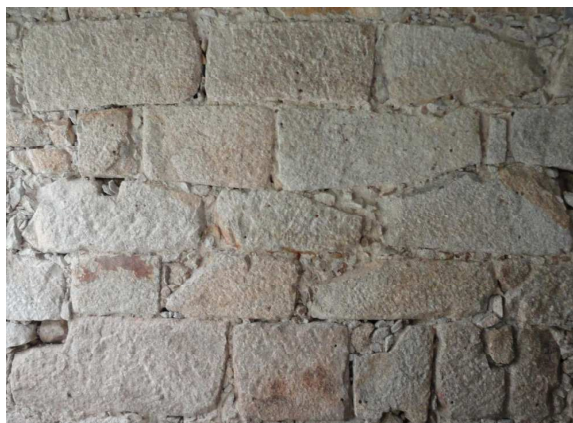
d) Modelo geométrico CG2



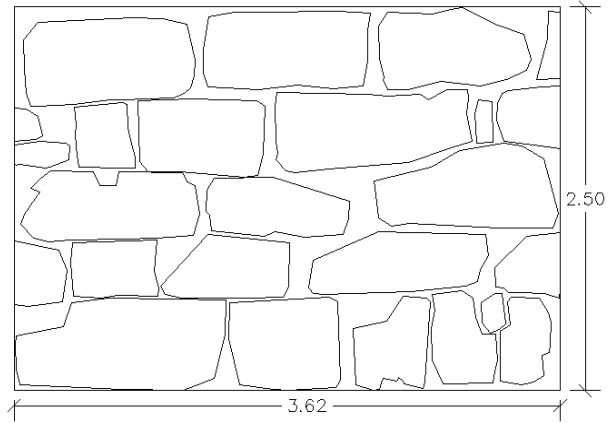
e) CG3



f) Modelo geométrico CG3



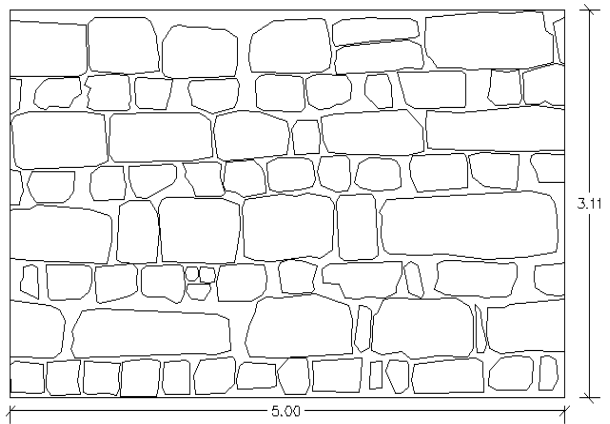
g) CG4



h) Modelo geométrico CG4



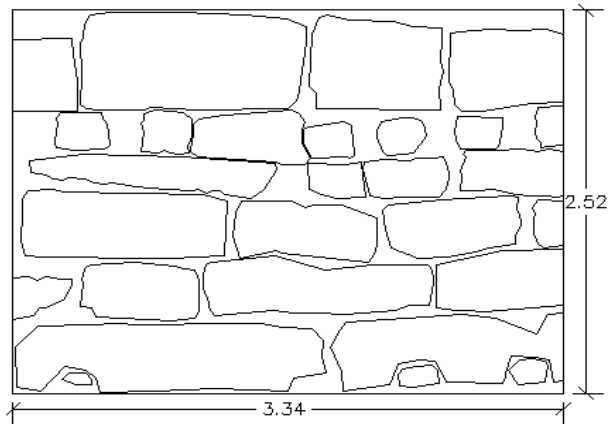
i) CG5



j) Modelo geométrico CG5



k) CG6



l) Modelo geométrico CG6

Figura 3.19 – Paredes da Casa do Quarteirão do Corpo da Guarda:
a), c), e), g), i) e k) Paredes; b), d), f), h), j) e l) Modelos geométricos das paredes.

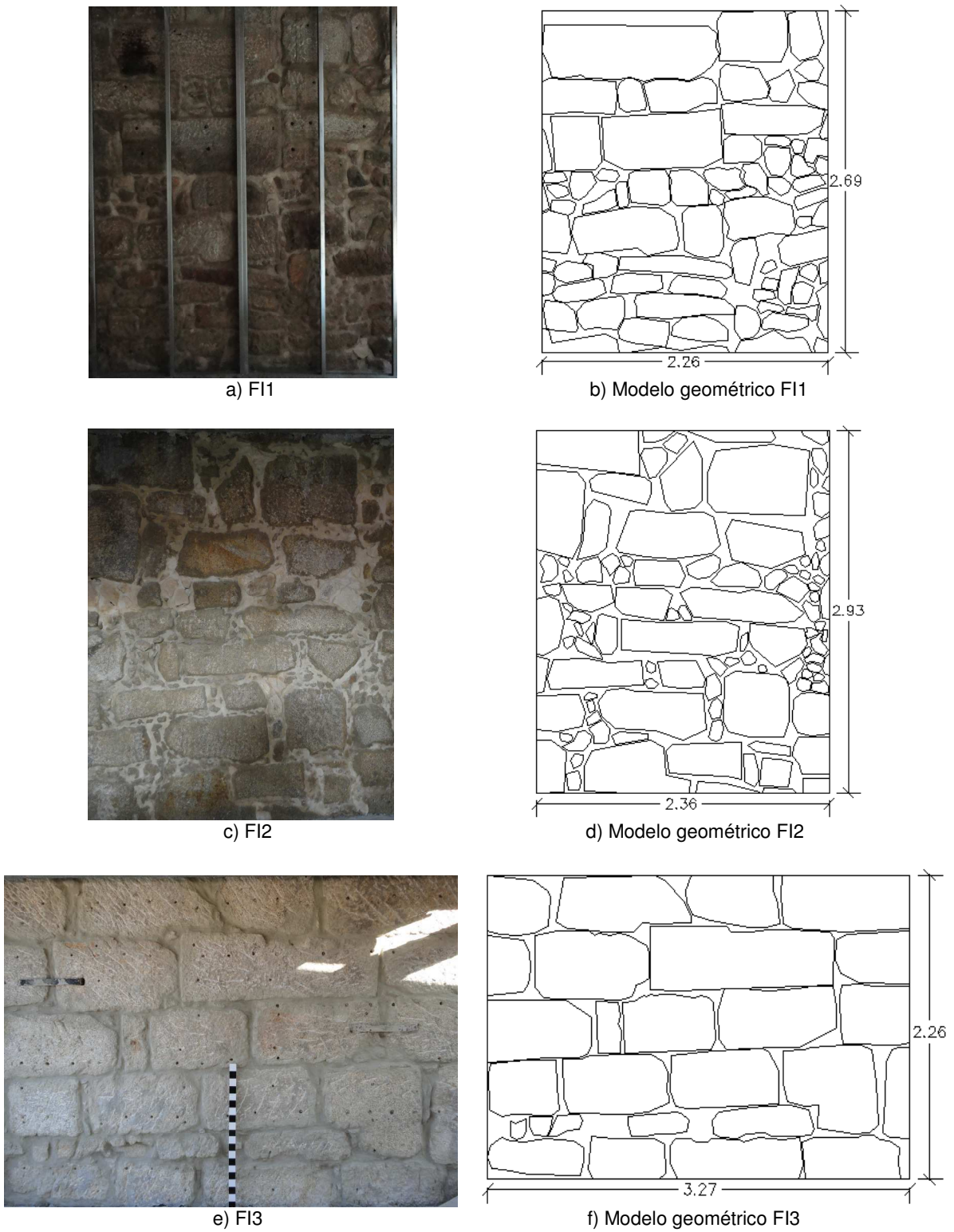


Figura 3.20 – Paredes da Casa do Quarteirão da Feitoria Inglesa: a), c) e e) Paredes; b), d) e f) Modelos geométricos das paredes.

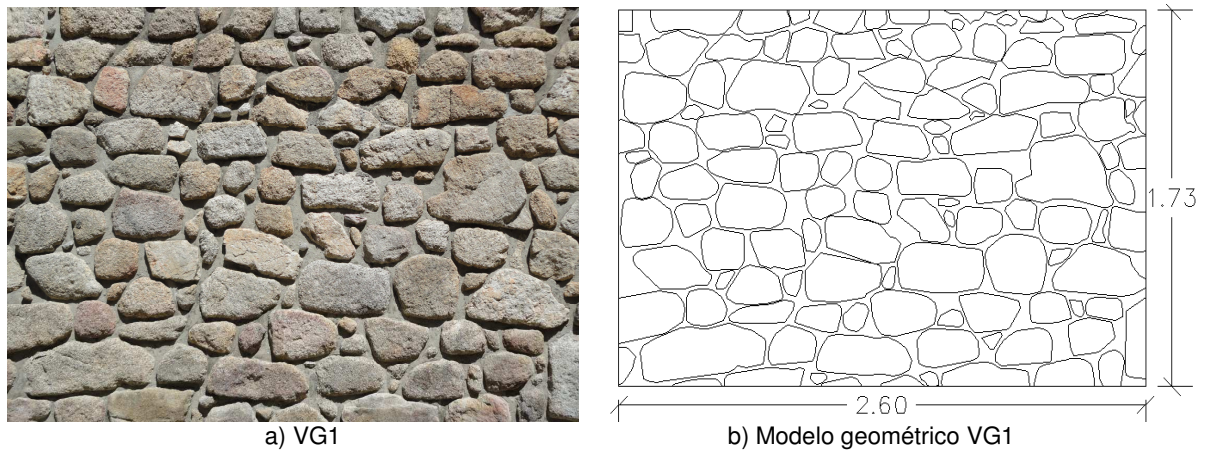


Figura 3.21 – Parede de Vila Nova de Gaia:
a) Parede; b) Modelos geométricos da parede.

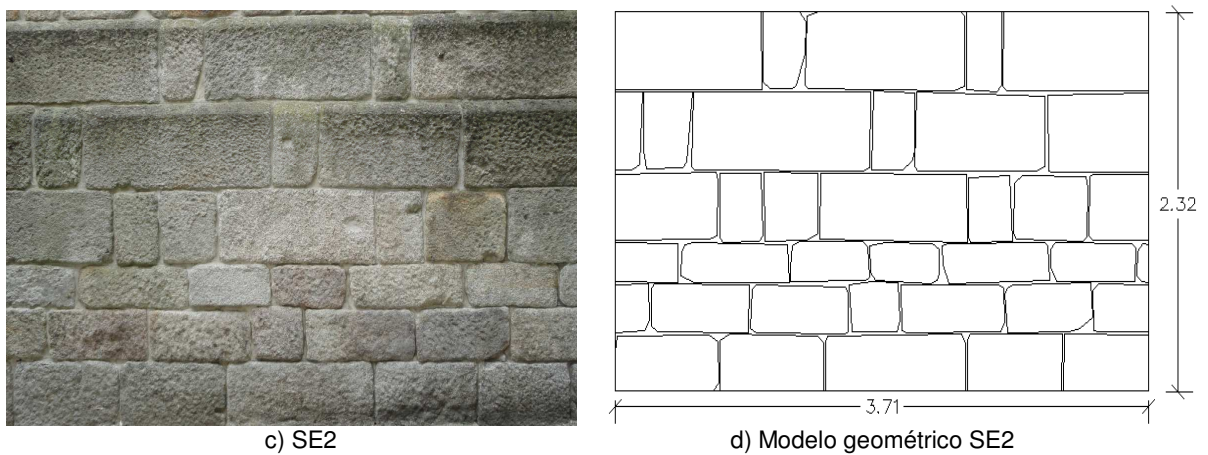
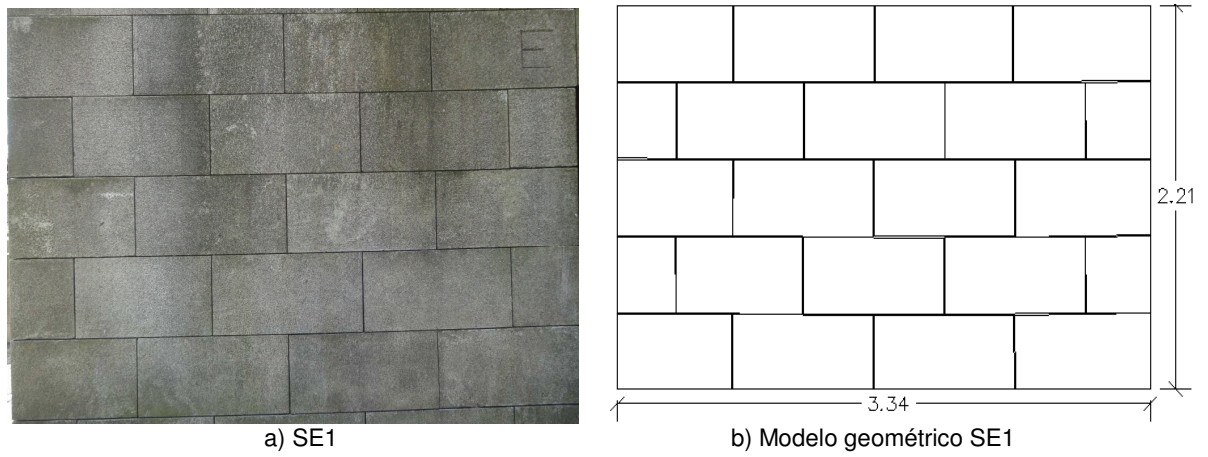


Figura 3.22 – Paredes da Zona da Sé:
a) e c) Paredes; b) e d) Modelos geométricos das paredes.

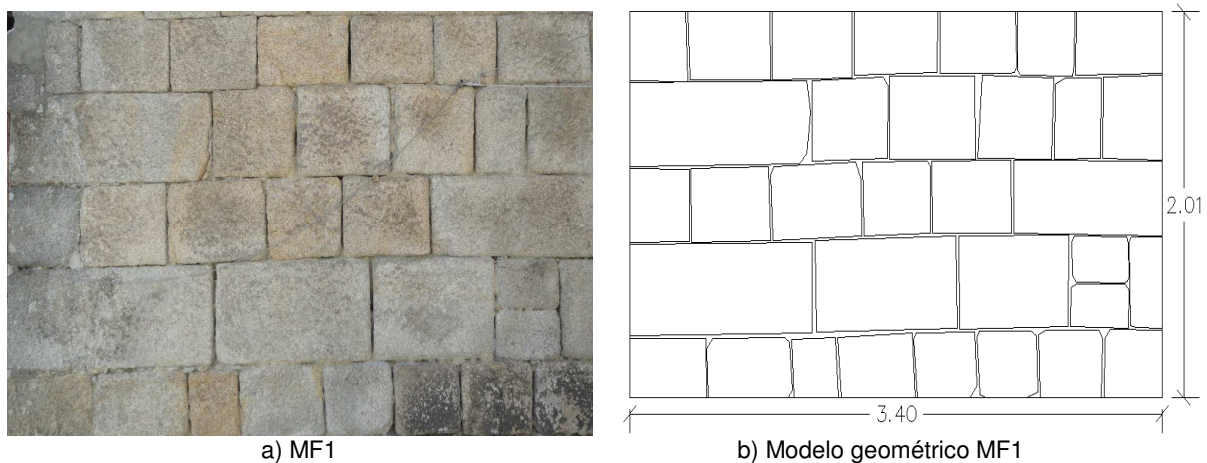


Figura 3.23 – Parede da Zona da Muralha Fernandina:
a) Parede; b) Modelos geométricos da parede.

3.3. QUANTIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E DE REGULARIDADE

As paredes de alvenaria de pedra existentes apresentam uma grande diversidade em termos de regularidade das pedras que as constituem. Estas exibem uma forma que pode ser aproximada por um polígono mais ou menos irregular. Assim, torna-se possível a sua caracterização face a um rectângulo, através da extracção de diversas medidas do polígono que caracteriza a forma da pedra.

Nesta fase, o levantamento geométrico dos casos em estudo já se encontra realizado. Em AutoCad com a sua precisão máxima e recorrendo aos comandos “region” e “massprop”, foram extraídas as medidas de área, perímetro, posição do centro de gravidade, a diagonal do rectângulo envolvente, momentos de inércia, produto de inércia, raios de giração, correspondentes à forma de cada pedra. Como estes três últimos valores são referentes ao eixo do AutoCad e tendo em conta que, para o estudo a desenvolver, se pretende esses valores relativos ao centro de gravidade da forma, foram então determinados através da aplicação do Teorema de Steiner. Para além destes também se calculou o momento de inércia polar, tendo sido criada uma folha de cálculo em Excel para cada uma das paredes.

Com o intuito de se obter uma comparação objectiva, procurou-se encontrar um conjunto de parâmetros que permitissem quantificar o afastamento dos lados desse polígono irregular relativamente aos lados de um rectângulo perfeito. Deste modo, um primeiro passo consistiu em encontrar as dimensões de um rectângulo que se possa usar para comparação. Porém, pode-se ter um rectângulo envolvente cujos lados circunscrevem o polígono irregular e um rectângulo equivalente centrado com a forma pelo centro de gravidade e definido como se descreve a seguir.

3.3.1. DEFINIÇÕES DE RECTÂNGULO EQUIVALENTE

O rectângulo equivalente apresenta características iguais às da pedra real que está a ser estudada, como por exemplo a área e o perímetro. Outra característica não menos importante é a inércia polar, uma vez que se está a falar de pedras de uma parede de alvenaria que, quando submetidas a uma força no plano, podem sofrer rotação em torno de um eixo perpendicular ao seu plano, mobilizando portanto a inércia polar.

Assim, o rectângulo equivalente pode ser determinado de duas maneiras:

- i) Considerando que este apresenta área e perímetro igual ao da forma da pedra e,
- ii) Considerando que este apresenta área e inércia polar igual à da forma da pedra.

Esta segunda hipótese foi a admitida no estudo elaborado com recurso a uma folha de cálculo, enquanto que a primeira foi adoptada no contexto de uma aplicação computacional realizada em MatLab no âmbito de outro trabalho em curso. Na figura 3.24 está ilustrada a forma de uma pedra com os respectivos rectângulos equivalente e envolvente.

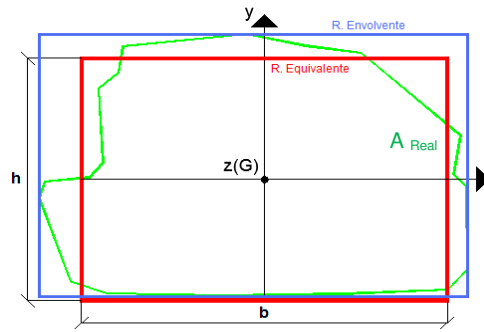


Figura 3.24 – Esquema representativo do rectângulo equivalente, rectângulo envolvente e a área real da pedra.

3.3.1.1. Rectângulo equivalente com base na área real e inércia polar real

A área do rectângulo equivalente é considerada igual à área real da forma da pedra, tal como a inércia polar que corresponde ao somatório das inércias baricêntricas relativas aos eixos x e y desse rectângulo. Deste modo tem-se duas equações (3.1 e 3.2) com duas incógnitas que se pretende determinar, a largura ($b_{eq.}$) e a altura ($h_{eq.}$) do rectângulo equivalente.

$$\begin{cases} A_{eq.} = b_{eq.} \times h_{eq.} = A_{Real} \\ I_{P_{eq.}} = I_{X_{eq.}} + I_{Y_{eq.}} = I_{P_{Real}} \end{cases} \quad (3.1.)$$

$$\begin{cases} A_{eq.} = b_{eq.} \times h_{eq.} \\ I_{P_{eq.}} = \frac{b_{eq.} \times h_{eq.}^3}{12} + \frac{h_{eq.} \times b_{eq.}^3}{12} = \frac{A_{eq.}}{12} \times (h_{eq.}^2 + b_{eq.}^2) \end{cases} \quad (3.2.)$$

Conjugando as expressões 3.1 e 3.2 obtêm-se as soluções dadas por 3.3:

$$\begin{cases} h_{eq.} = \frac{A_{eq.}}{b_{eq.}} & (a) \\ b_{eq.} = \pm \sqrt{\frac{-1}{A_{eq.}}} \times \sqrt{\sqrt{36 \times I_{P_{eq.}}^2 - A_{eq.}^4} - 6 \times I_{P_{eq.}}} & (b) \\ b_{eq.} = \pm \frac{\sqrt{\sqrt{36 \times I_{P_{eq.}}^2 - A_{eq.}^4} + 6 \times I_{P_{eq.}}}}{\sqrt{A_{eq.}}} & (c) \end{cases} \quad (3.3.)$$

das quais se reteve apenas as expressões 3.3 - a e 3.3 - c, uma vez que a solução de $b_{eq.}$ pela expressão 3.3 - b conduz a um número complexo.

Assim, a expressão que se usou para calcular o $b_{eq.}$ foi a seguinte:

$$b_{eq.} = \frac{\sqrt{\sqrt{36 \times I_{P_{eq.}}^2 - A_{eq.}^4} + 6 \times I_{P_{eq.}}}}{\sqrt{A_{eq.}}} \quad (3.4.)$$

que corresponde à solução positiva dada por 3.3 – c.

No entanto, para a solução de 3.3 - c, podem ainda acontecer três situações:

- $(36 \times I_{P_{eq.}}^2 - A_{eq.}^4) < 0$; não existe rectângulo equivalente nas condições impostas, uma vez que este valor se encontra dentro de uma raiz quadrada e a sua solução será um número complexo.
- $I_{P_{eq.}} = \frac{A_{eq.}^2}{6} \wedge h_{eq.} = \sqrt{A_{eq.}}$; existe apenas um rectângulo equivalente.
- $(36 \times I_{P_{eq.}}^2 - A_{eq.}^4) > 0$; existem dois rectângulos equivalentes, em que um se apresenta rodado 90 graus do outro.

3.3.1.2. Rectângulo equivalente com base na área real e perímetro real

O rectângulo equivalente, determinado por esta hipótese, consiste em igualar a área e perímetro real da pedra à área e perímetro do rectângulo equivalente. Desta forma, tal como na anterior, tem-se duas equações (3.5) com duas incógnitas, a largura ($b_{eq.}$) e a altura ($h_{eq.}$), sendo então obtidas as dimensões do rectângulo equivalente dadas por 3.6.

$$\begin{cases} A_{eq.} = b_{eq.} \times h_{eq.} = A_{Real} \\ P_{eq.} = 2 \times (b_{eq.} + h_{eq.}) = P_{Real} \end{cases} \quad (3.5.)$$

$$\begin{cases} b_{eq.} = \frac{A_{eq.}}{\frac{P}{4} \pm \sqrt{\left(\frac{P}{4}\right)^2 - A_{eq.}}} \\ h_{eq.} = \frac{P}{4} \pm \sqrt{\left(\frac{P}{4}\right)^2 - A_{eq.}} \end{cases} \quad (3.6.)$$

Nesta hipótese, tal como acontece para o cálculo do rectângulo equivalente com base na área e na inércia polar real, podem surgir três situações:

- $P < 4 \times \sqrt{A_{eq.}}$; não existe rectângulo equivalente, uma vez que a sua solução será um número complexo.
- $P = 4 \times \sqrt{A_{eq.}}$; existe apenas um rectângulo equivalente, com lados $b = \frac{P}{4}$ e $h = \frac{4 \times A_{eq.}}{P}$.
- $P > 4 \times \sqrt{A_{eq.}}$; existem dois rectângulos equivalentes, em que um se apresenta rodado 90 graus do outro.

3.3.1.3. Rectângulo equivalente igual ao Rectângulo Homotético

Nas situações em que não seja possível obter o rectângulo equivalente pela aplicação das expressões anteriores, recorreu-se ao rectângulo homotético do envolvente adoptando a mesma área da forma real.

As dimensões do rectângulo envolvente são determinadas através do programa AutoCAD 2010 (Autodesk) e é calculado um valor α , que quando multiplicado pela largura (b') e pela altura (h') do rectângulo envolvente, conduz às dimensões do rectângulo homotético. A figura 3.25 ilustra a forma de uma pedra real com o respectivo rectângulo envolvente e homotético.

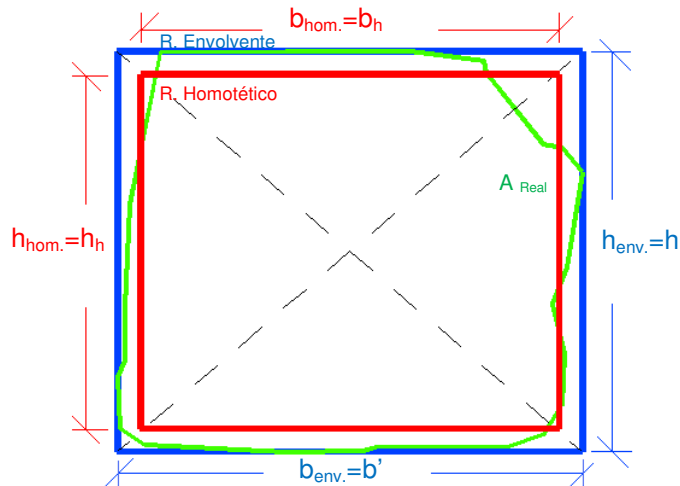


Figura 3.25 – Esquema representativo da área da real da pedra, do rectângulo envolvente (ilustrado a azul) e do rectângulo homotético (ilustrado a vermelho).

As equações 3.7 e 3.8 permitem assim quantificar as dimensões do rectângulo equivalente (homotético) dadas pelas expressões 3.9.

$$A_{Real} = b_h \times h_h = (\alpha \times b') \times (\alpha \times h') = \alpha^2 \times b' \times h' \quad (3.7.)$$

$$A_{Real} = \alpha^2 \times b' \times h' \Rightarrow \alpha^2 = \frac{A_{Real}}{b' \times h'} = \frac{A_{Real}}{A_{envolvente}} \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{A_{Real}(A)}{A_{envolvente}(A')}} \quad (3.8.)$$

$$\begin{cases} b_h = \alpha \times b' \\ h_h = \alpha \times h' \end{cases} \quad (3.9.)$$

3.3.2. DEFINIÇÕES DE ÍNDICES DE REGULARIDADE

Conhecidas as dimensões dos rectângulos envolventes e equivalentes, coloca-se a questão de escolher o parâmetro adequado para caracterizar a forma das pedras quanto à sua regularidade, assente no princípio de base que uma forma é tanto mais regular quanto mais se aproximar de um rectângulo.

3.3.2.1. Índice de regularidade baseado na razão entre perímetros real e equivalente (I_{R_p})

Neste sentido, pensou-se em determinar um índice de regularidade através da razão entre perímetros real e equivalente (obtido igualando a área e a inércia polar, ou homotético), uma vez que a resistência de uma parede a acções de solicitação no plano depende de factores como as características dos materiais que a constituem, principalmente da argamassa, e o atrito desenvolvido entre os seus elementos, sendo este o grande responsável pela capacidade resistente de uma parede de alvenaria de pedra.

Visto que o atrito se gera nas faces das pedras, ou seja, ao longo do seu perímetro, este estará dependente da configuração do aparelho da parede, tendo sido com base nestas considerações que surgiu o índice mencionado dado por:

$$I_{R_p} = \frac{P_{Real}}{P_{equivalente}} \quad (3.10.)$$

que toma o valor de 1 quando a forma é um rectângulo.

Assim, tendo este facto em consideração, quanto mais se afastar o índice da unidade, mais irregular será a forma da pedra.

Aplicando este índice a um pano de parede, obteve-se os índices de regularidade de cada uma das pedras que a constituem. Também se determinou o índice de regularidade médio da parede e o seu desvio padrão ponderado pela área. Esta ponderação é realizada tendo em consideração a variação das dimensões das pedras, uma vez que uma pedra mais pequena terá um peso menor em relação ao conjunto total da parede. Deste modo, tornou-se possível a análise da “distância” média que os índices apresentam em relação ao valor médio, tendo-se assim uma indicação da regularidade geral da parede. Calculou-se também a percentagem desta variação.

3.3.2.2. Índice de regularidade baseado na razão entre áreas real/ rectângulo envolvente (I_{R_A})

Um outro índice de regularidade que se admitiu foi a razão entre áreas real/rectângulo envolvente. Este valor é sempre referente a um afastamento por defeito de área em relação ao rectângulo envolvente.

$$I_{R_A} = \frac{A_{Real}}{A_{envolvente}} \quad (3.11.)$$

Para este índice aplica-se o mesmo principio de cálculo que para o anterior, mas considerando o desvio padrão simples (não ponderado).

Todos estes cálculos foram realizados através de folhas de cálculo em Excel que, como já mencionado anteriormente, podem ser encontradas em anexo.

3.3.2.3. Índice de regularidade baseado nos desvios da forma da pedra face ao rectângulo equivalente

Considerando a hipótese de cálculo do rectângulo equivalente com a área e o perímetro iguais ao do polígono representante da forma da pedra (e para as situações em que este não exista, usando o rectângulo homotético do envolvente, como já referido) foi criada uma aplicação no programa MatLab R2009b (The MathWorks 2009) que calcula os desvios da forma face ao rectângulo equivalente, no âmbito uma tese de Doutoramento sobre “Caracterização e Tipificação de Elementos Construtivos em Alvenaria de Pedra”, actualmente em fase de desenvolvimento na FEUP.

O princípio de cálculo utilizado consiste em determinar o rectângulo equivalente e colocar o seu centro de gravidade centrado com o da pedra real. Depois é medido o desvio quadrático médio e o desvio simples médio, em relação a cada um dos lados do rectângulo, usando as suas diagonais como referência divisória, uma vez que estes são considerados até à intersecção da forma real da pedra com as diagonais do rectângulo. No cálculo destes desvios admitiram-se como negativos os que ocorrem nas zonas cujo contorno da pedra se localiza dentro do rectângulo equivalente e positivos nas zonas em que o contorno se situa pelo seu lado exterior.

Na figura 3.26 está representado um polígono correspondente à forma real de uma pedra, com o respectivo rectângulo equivalente. Os seus lados apresentam-se numerados e indicadas (com cores diferentes) as quatro partes em que se pretende medir o desvio; por exemplo, na zona amarela, o desvio é determinado em relação ao lado 1 do rectângulo.

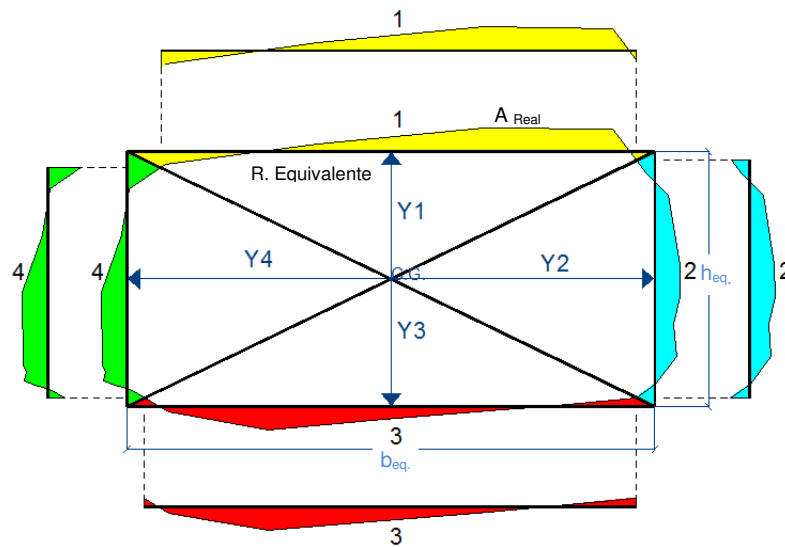


Figura 3.26 – Esquema de cálculo dos desvios.

Através deste procedimento, foram calculados os índices de regularidade por lado ($\overline{\delta}_i$ ou $\hat{\delta}_i$) dados por 3.12, como sendo a razão entre o desvio (simple médio (\overline{d}_i), ou quadrático médio (\hat{d}_i)) e a distância do centro de gravidade ao respectivo lado (y_i), em que i é variável de 1 a 4 que identifica os quatro lados.

$$\overline{\delta}_i = \frac{\overline{d}_i}{y_i} \times 100 \quad \wedge \quad \hat{\delta}_i = \frac{\hat{d}_i}{y_i} \times 100 \quad (3.12.)$$

Após terem sido calculados os índices anteriores para os dois desvios, determina-se um índice de regularidade por pedra ($\bar{\delta}_{Pj}$ ou $\hat{\delta}_{Pj}$), em que (P) é o perímetro do rectângulo equivalente e o (l_i) é o comprimento do lado.

$$\bar{\delta}_{Pj} = \frac{\sum (l_i \times \bar{\delta}_i)}{P} \quad \wedge \quad \hat{\delta}_{Pj} = \frac{\sum (l_i \times \hat{\delta}_i)}{P} \quad (3.13.)$$

Esta aplicação em MatLab R2009b (The MathWorks 2009) permite inserir graficamente, como resultado, os valores dos respectivos índices sobre as pedras, dando como opção apresentá-los em valor percentual ou decimal.

Uma vez conhecidos os índices correspondentes a cada pedra, poder-se-á encontrar um índice que caracterize a regularidade da parede devido à regularidade das pedras ($\bar{\delta}_{Parede}$ ou $\hat{\delta}_{Parede}$). Dependendo das dimensões delas poderão apresentar um peso maior ou menor relativamente à regularidade da parede, sendo que para atender a este facto é realizada a ponderação pela área de cada pedra (A_i); assim estes índices médios globais da parede, onde j é o índice que se estende à totalidade das pedras da parede, corresponderão a:

$$\bar{\delta}_{Parede} = \frac{\sum (A_j \times \bar{\delta}_{Pj})}{\sum A_j} \quad \wedge \quad \hat{\delta}_{Parede} = \frac{\sum (A_j \times \hat{\delta}_{Pj})}{\sum A_j} \quad (3.14.)$$

3.3.3. ÍNDICES DE REGULARIDADE I_{RP} E I_{RA} PARA OS MODELOS GEOMÉTRICOS DAS PAREDES

Os valores obtidos de I_{RP} e I_{RA} são indicados sobre cada pedra dos modelos geométricos das paredes, sendo apresentado em tabela o valor do índice de regularidade médio, máximo e mínimo da parede e o seu desvio padrão (σ), ponderado pela área no caso de I_{RP} e simples no caso I_{RA} . Para além disto, também se determinou o coeficiente de variação s (razão entre desvio padrão e índice médio, em %).

Nos casos em que, devido à reduzida dimensão das pedras, não se tornariam visíveis os valores impressos sobre as mesmas, optou-se por identificar as pedras e apresentar os valores dos correspondentes índices num gráfico tipo histograma cujos valores se encontram em tabela.

As pedras dos modelos geométricos apresentam cores diferentes em função da sua dimensão, sendo medida pela diagonal do respectivo rectângulo equivalente de acordo com as condições:

- > 80 cm pedras grandes representadas com a cor vermelha;
- Entre 80 e 50 cm pedras médias representadas com a cor amarela;
- Entre 50 e 10 cm pedras pequenas representadas com a cor azul claro;
- < 10 cm pedras miúdas representadas com a cor azul escuro.

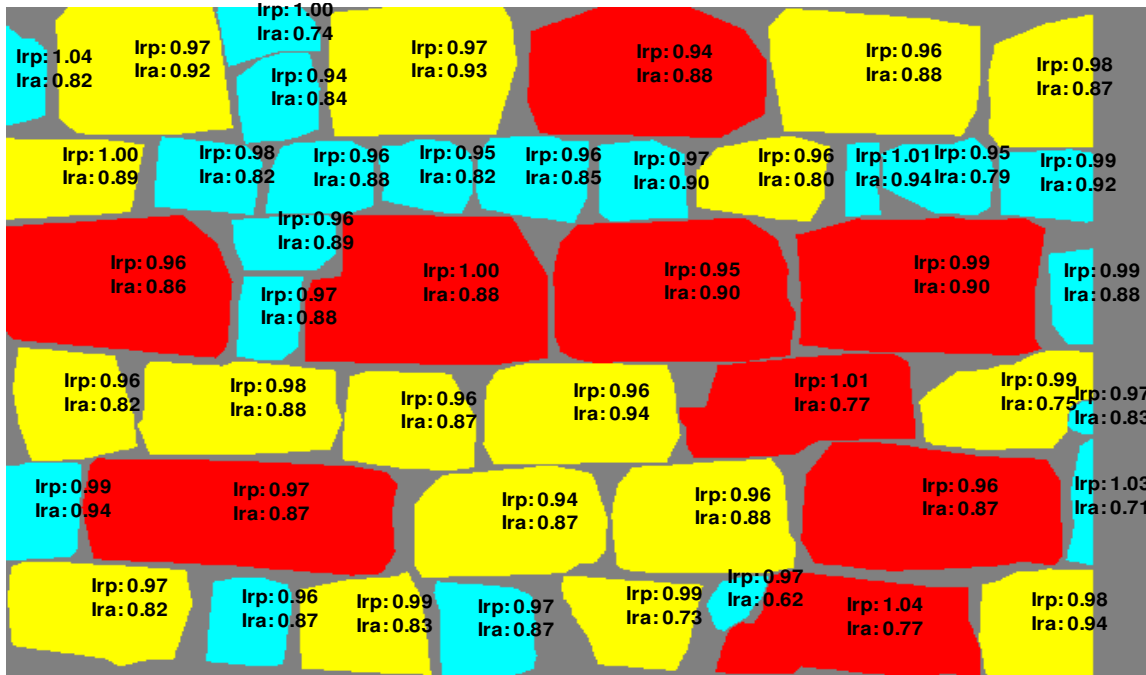


Figura 3.27 – I_{RP} e I_{RA} para CG1.

Tabela 3.1 – Valores Globais para CG1.

\bar{I}_{RP}	I _{RP} Máx.	I _{RP} Mín.	σ_{IRP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I _{RA} Máx.	I _{RA} Mín.	σ_{IRA}	S (%)
0.97	1.04	0.94	0.02	2.34	0.86	0.94	0.62	0.07	7.75

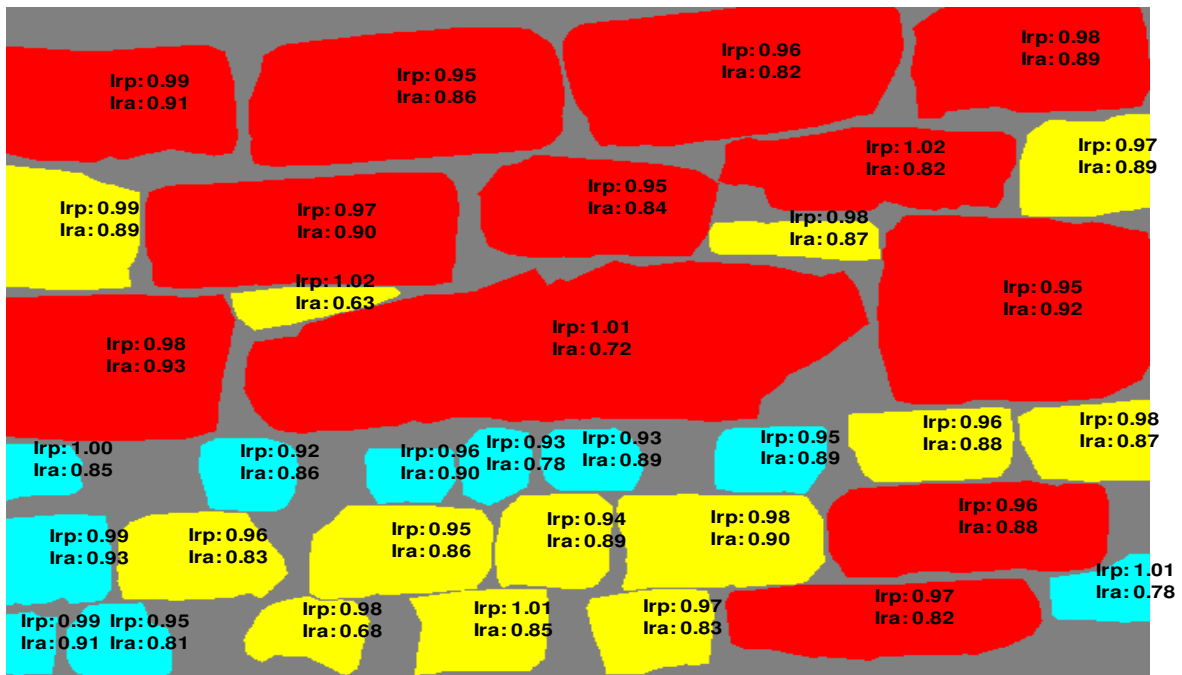


Figura 3.28 – I_{RP} e I_{RA} para CG2.

Tabela 3.2 – Valores Globais para CG2.

\bar{I}_{RP}	I _{RP} Máx.	I _{RP} Mín.	σ_{IRP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I _{RA} Máx.	I _{RA} Mín.	σ_{IRA}	S (%)
0.97	1.02	0.92	0.02	2.46	0.85	0.93	0.63	0.07	7.98

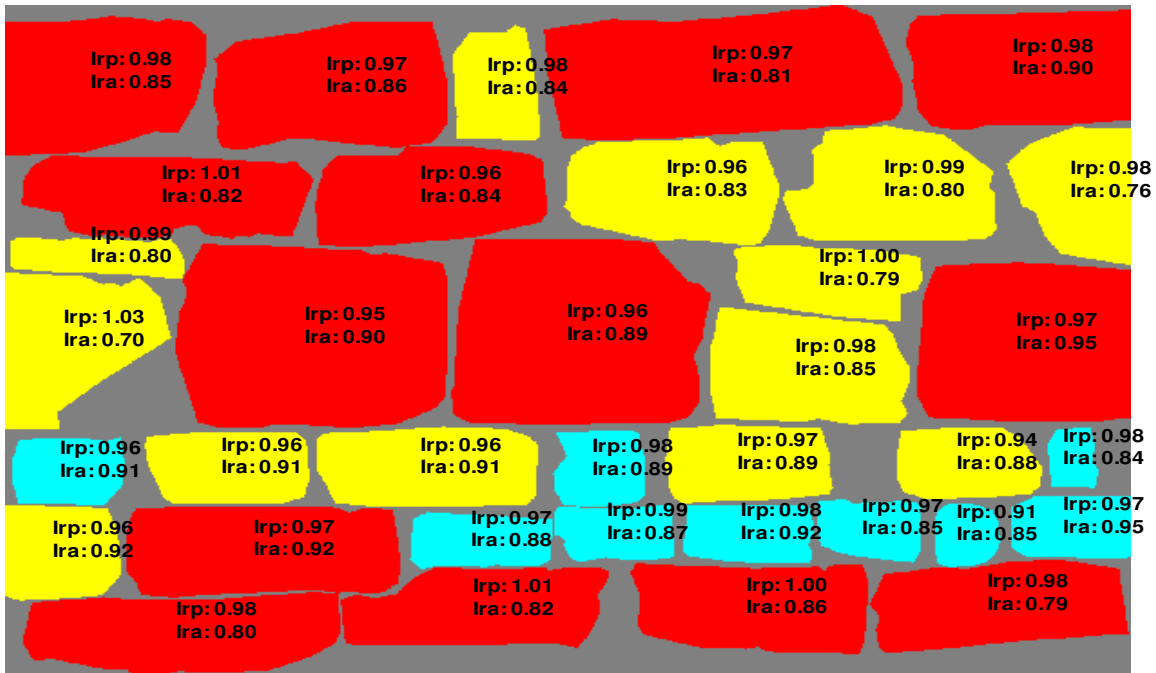


Figura 3.29 – I_{RP} e I_{RA} para CG3.

Tabela 3.3 – Valores Globais para CG3.

\bar{I}_{RP}	I _{RP} Máx.	I _{RP} Mín.	σ_{IRP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I _{RA} Máx.	I _{RA} Mín.	σ_{IRA}	S (%)
0.98	1.03	0.91	0.02	2.33	0.86	0.95	0.70	0.05	6.3

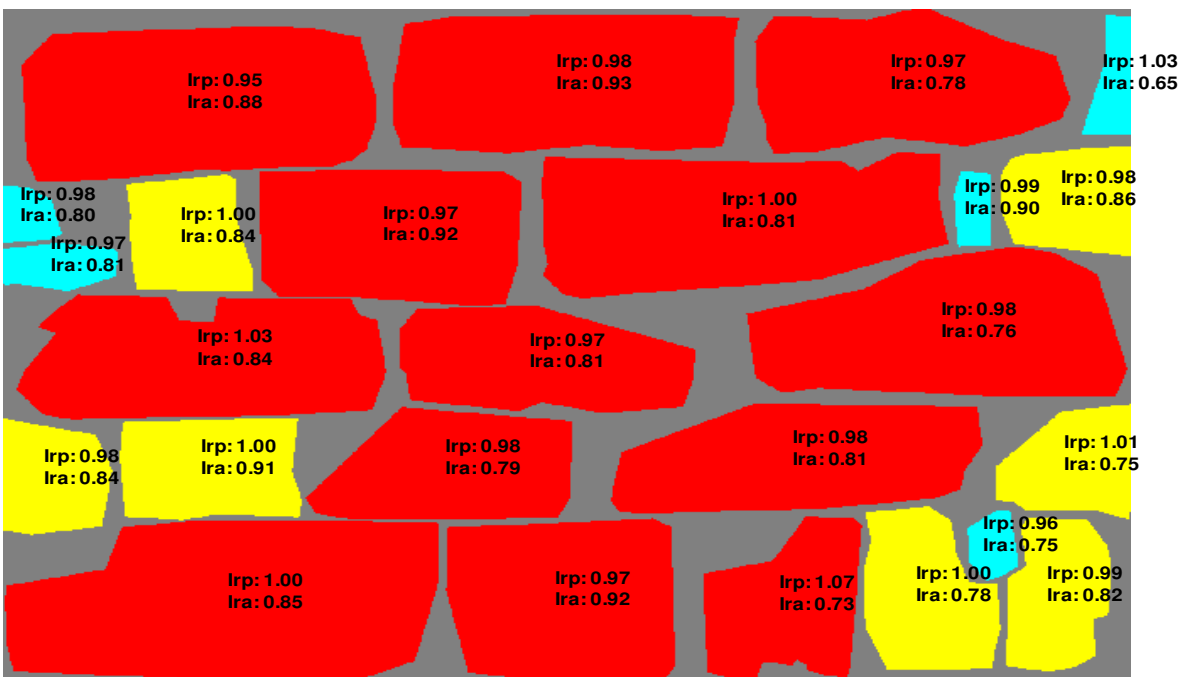


Figura 3.30 – I_{RP} e I_{RA} para CG4.

Tabela 3.4 – Valores Globais para CG4.

\bar{I}_{RP}	I _{RP} Máx.	I _{RP} Mín.	σ_{IRP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I _{RA} Máx.	I _{RA} Mín.	σ_{IRA}	S (%)
0.99	1.07	0.95	0.02	2.4	0.84	0.93	0.65	0.07	7.89



Figura 3.31 – I_{RP} e I_{RA} para CG5.

Tabela 3.5 – Valores Globais para CG5.

\bar{I}_{RP}	I_{RP} Máx.	I_{RP} Mín.	σ_{RP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I_{RA} Máx.	I_{RA} Mín.	σ_{RA}	S (%)
0.97	1.05	0.90	0.02	1.78	0.87	0.95	0.59	0.07	7.54

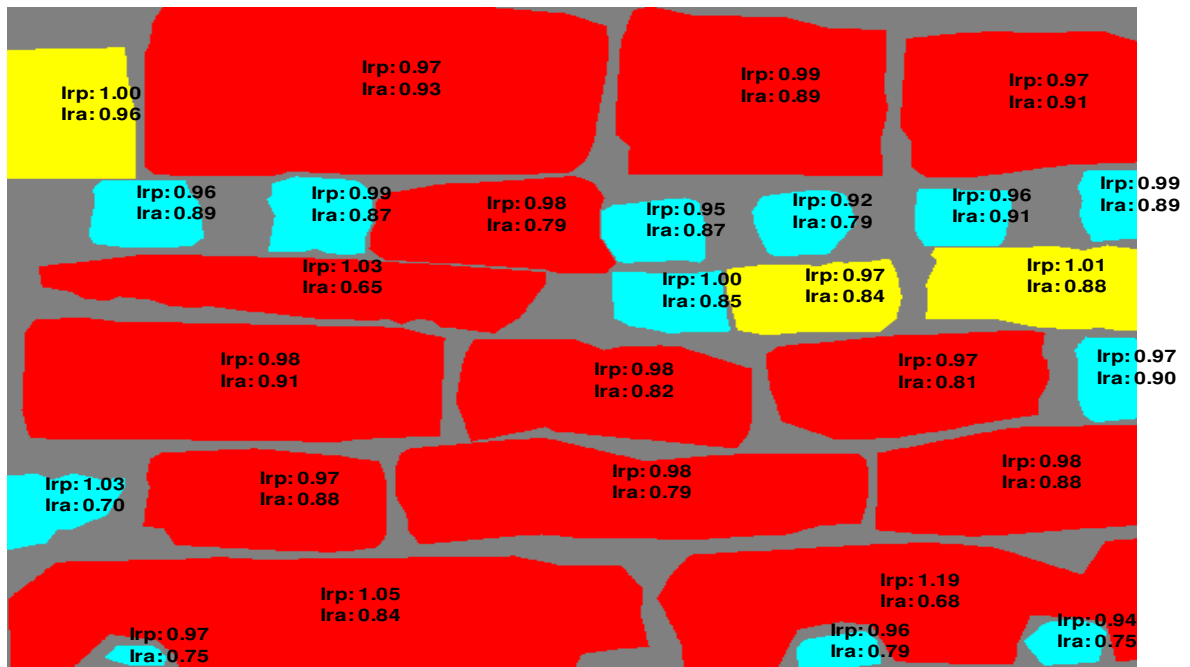


Figura 3.32 – I_{RP} e I_{RA} para CG6.

Tabela 3.6 – Valores Globais para CG6.

\bar{I}_{RP}	I_{RP} Máx.	I_{RP} Mín.	σ_{RP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I_{RA} Máx.	I_{RA} Mín.	σ_{RA}	S (%)
1.00	1.19	0.92	0.06	5.89	0.85	0.96	0.65	0.08	9.32

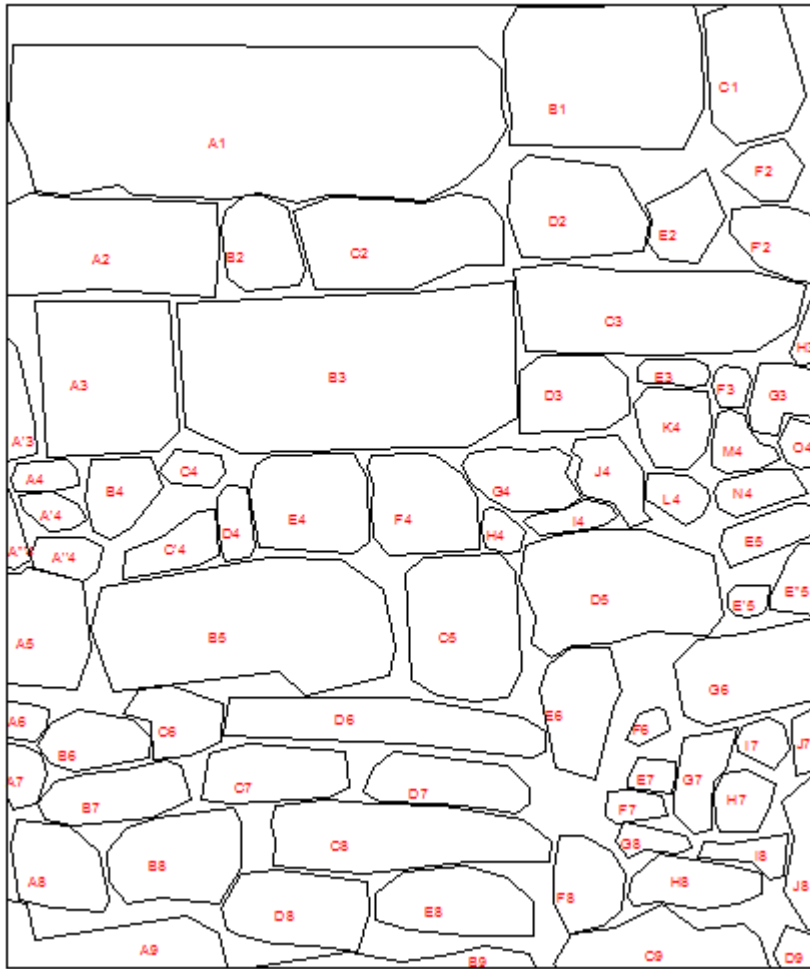


Figura 3.33 – Identificação das pedras de FI1.

Tabela 3.7 - Valores Globais para FI1.

\bar{I}_{RP}	I_{RP} Máx.	I_{RP} Mín.	σ_{IRP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I_{RA} Máx.	I_{RA} Mín.	σ_{IRA}	S (%)
0.98	1.12	0.93	0.03	2.76	0.80	0.94	0.51	0.10	12.25

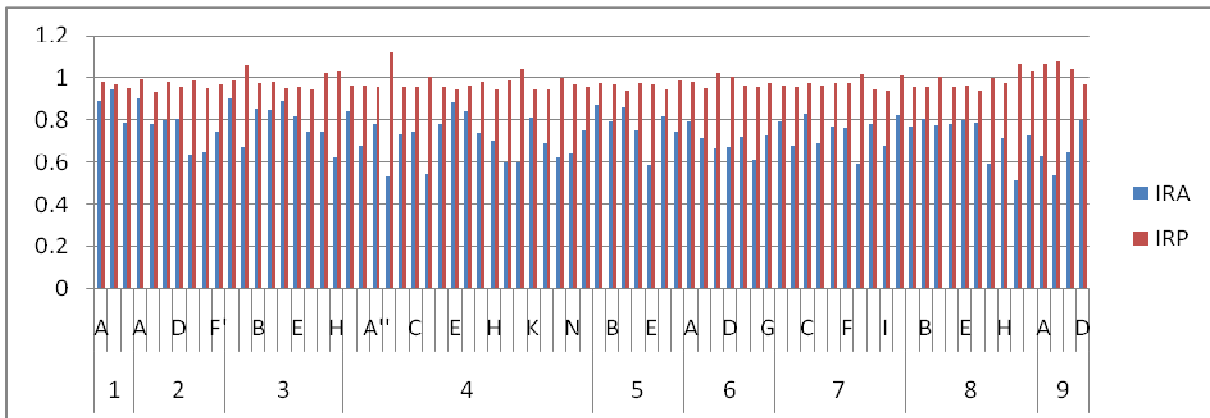


Figura 3.34 – Apresentação gráfica de I_{RA} e I_{RP} para FI1.

Tabela 3.8 – I_{RA} e I_{RP} para a parede F11.

Pedra	I_{RA}									I_{RP}								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	0.89	0.90	0.90	0.84	0.87	0.79	0.79	0.77	0.63	0.98	0.99	0.99	0.97	0.98	0.98	0.97	0.96	1.07
A'			0.67	0.68								1.06	0.96					
A''				0.78									0.96					
A'''				0.53									1.12					
B	0.94	0.78	0.86	0.73	0.79	0.71	0.68	0.80	0.54	0.97	0.93	0.98	0.95	0.97	0.95	0.96	0.95	1.08
C	0.79	0.80	0.85	0.74	0.86	0.67	0.82	0.78	0.65	0.95	0.98	0.98	0.95	0.94	1.02	0.97	1.00	1.04
C'				0.55									1.01					
D		0.80	0.89	0.78	0.75	0.67	0.69	0.78	0.80		0.95	0.95	0.96	0.98	1.00	0.97	0.96	0.97
E		0.64	0.82	0.88	0.58	0.72	0.77	0.80			0.99	0.96	0.94	0.97	0.97	0.98	0.96	
E'					0.82									0.94				
E''					0.75									0.99				
F		0.65	0.74	0.84		0.61	0.76	0.79			0.95	0.94	0.96		0.96	0.98	0.93	
F'		0.75									0.97							
G			0.75	0.74		0.72	0.59	0.59				1.02	0.98		0.97	1.02	1.00	
H			0.62	0.70			0.78	0.71				1.03	0.94			0.94	0.98	
I				0.60			0.68	0.51					0.99			0.94	1.07	
J				0.60			0.82	0.72					1.04			1.01	1.03	
K				0.81									0.94					
L				0.69									0.94					
M				0.62									1.00					
N				0.65									0.97					
O				0.75									0.96					

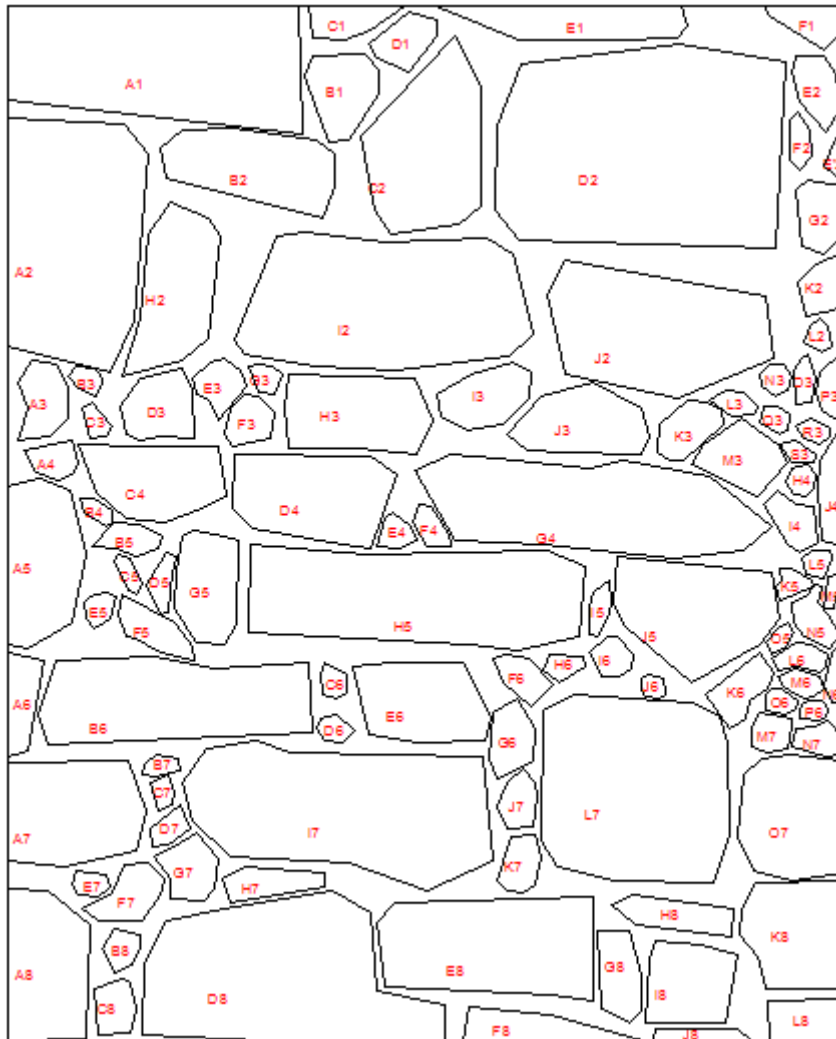


Figura3.35 – Identificação das pedras de F12.

Tabela 3.9 - Valores Globais para F12.

\bar{I}_{RP}	I_{RP} Máx.	I_{RP} Mín.	σ_{IRP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I_{RA} Máx.	I_{RA} Mín.	σ_{IRA}	S (%)
0.98	1.11	0.96	0.03	3.23	0.79	0.97	0.52	0.10	13.21

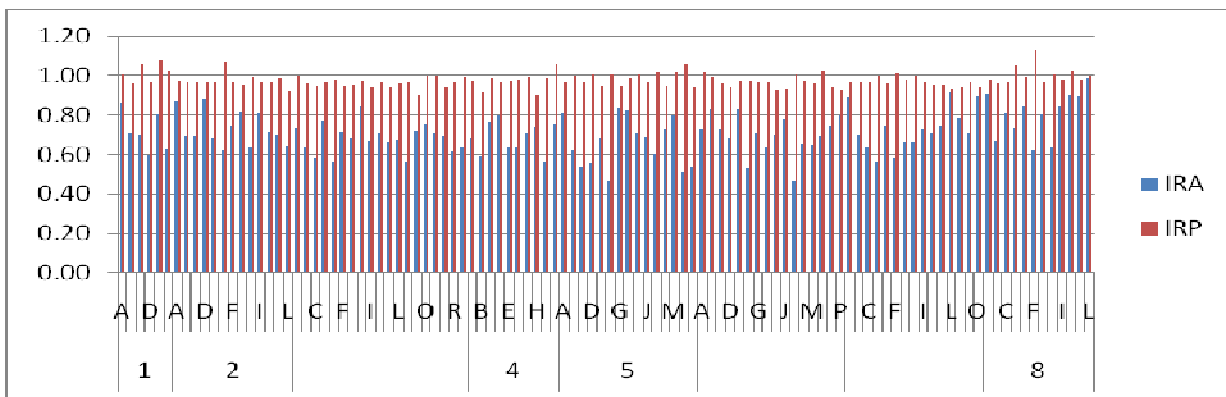


Figura 3.36 – Apresentação gráfica de I_{RA} e I_{RP} para F12.

Tabela 3.10 – I_{RA} e I_{RP} para a parede FI2.

Pedra	I_{RA}								I_{RP}							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
A	0.86	0.87	0.73	0.68	0.81	0.73	0.88	0.91	1.00	0.97	1.00	0.98	0.97	1.01	0.97	0.98
B	0.71	0.69	0.63	0.59	0.62	0.84	0.70	0.67	0.96	0.96	0.96	0.92	1.00	0.99	0.97	0.96
C	0.70	0.69	0.59	0.76	0.54	0.73	0.64	0.81	1.06	0.97	0.95	0.98	0.96	0.96	0.97	0.96
D	0.60	0.88	0.77	0.80	0.56	0.68	0.56	0.73	0.96	0.97	0.97	0.97	1.01	0.94	1.00	1.06
E	0.80	0.68	0.57	0.63	0.68	0.84	0.75	0.85	1.08	0.97	0.98	0.97	0.95	0.97	0.96	0.99
E'		0.62								1.07						
F	0.63	0.75	0.72	0.63	0.47	0.53	0.58	0.62	1.03	0.97	0.94	0.98	1.00	0.98	1.01	1.13
G		0.81	0.68	0.71	0.84	0.71	0.66	0.81		0.95	0.95	0.99	0.95	0.97	0.98	0.97
H		0.63	0.84	0.74	0.82	0.64	0.66	0.63		0.99	0.98	0.90	0.99	0.96	1.00	1.00
I		0.81	0.67	0.57	0.71	0.70	0.73	0.85		0.96	0.94	0.99	1.01	0.93	0.97	0.98
J		0.71	0.71	0.75	0.69	0.78	0.71	0.90		0.97	0.97	1.06	0.97	0.93	0.95	1.02
K		0.71	0.66		0.60	0.47	0.74	0.89		0.99	0.94		1.02	1.01	0.95	0.98
L		0.64	0.68		0.73	0.66	0.92	0.99		0.92	0.96		0.95	0.98	0.94	1.00
M			0.56		0.80	0.65	0.78				0.97		1.02	0.96	0.94	
N			0.72		0.51	0.69	0.71				0.90		1.06	1.02	0.97	
O			0.75		0.54	0.75	0.89				1.00		0.94	0.94	0.94	
P			0.71			0.80					1.00			0.93		
Q			0.69								0.94					
R			0.61								0.96					
S			0.64								1.00					



Figura 3.37 – I_{RP} e I_{RA} para FI3.

Tabela 3.11 - Valores Globais para FI3.

\bar{I}_{RP}	I_{RP} Máx.	I_{RP} Mín.	σ_{IRP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I_{RA} Máx.	I_{RA} Mín.	σ_{IRA}	S (%)
0.98	1.01	0.95	0.01	1.42	0.88	0.96	0.65	0.07	7.60

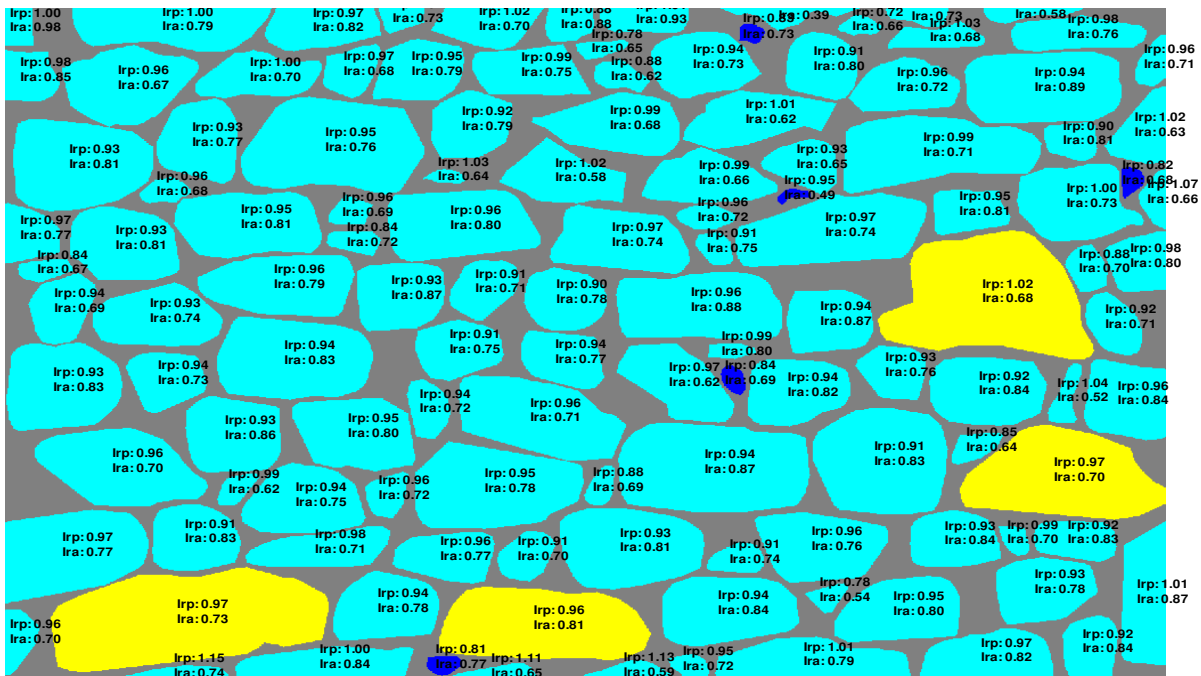


Figura 3.38 – I_{RP} e I_{RA} para VG1.

Tabela 3.12 - Valores Globais para VG1.

\bar{I}_{RP}	I_{RP} Máx.	I_{RP} Mín.	σ_{IRP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I_{RA} Máx.	I_{RA} Mín.	σ_{IRA}	S (%)
0.96	1.27	0.72	0.04	4.20	0.76	0.98	0.39	0.09	11.63



Figura 3.39 – I_{RP} e I_{RA} para SE1.

Tabela 3.13 - Valores Globais para SE1.

\bar{I}_{RP}	I_{RP} Máx.	I_{RP} Mín.	σ_{IRP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I_{RA} Máx.	I_{RA} Mín.	σ_{IRA}	S (%)
1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.99	1.00	0.98	0.00	0.41

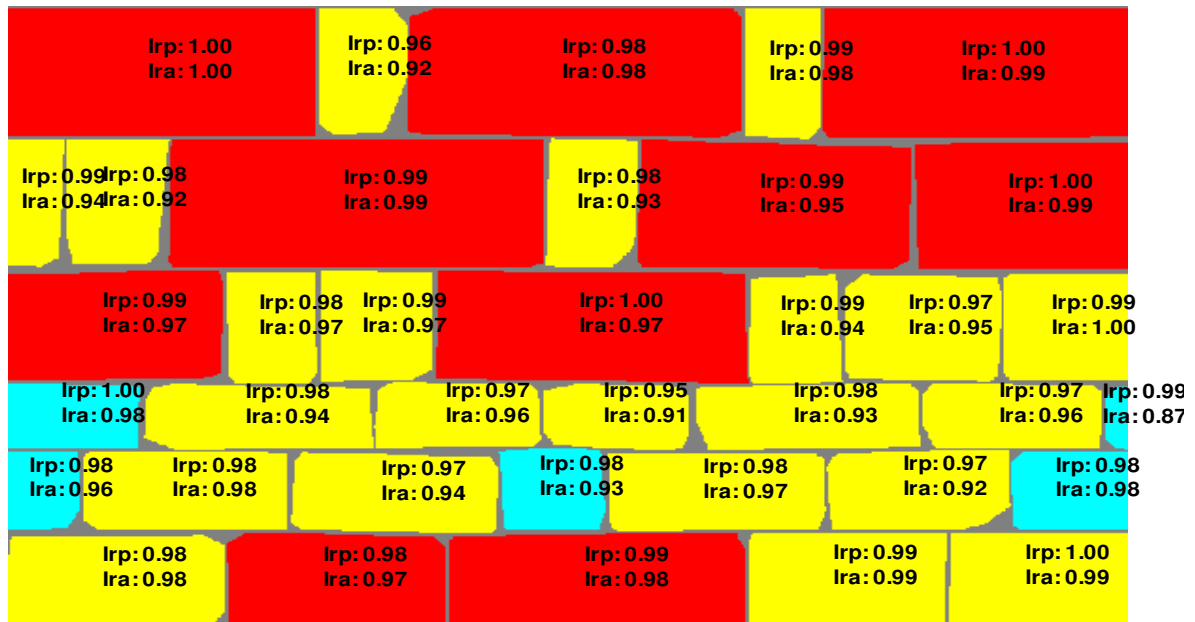


Figura 3.40 - I_{RP} e I_{RA} para SE2.

Tabela 3.14 - Valores Globais para SE2.

\bar{I}_{RP}	I_{RP} Máx.	I_{RP} Mín.	σ_{IRP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I_{RA} Máx.	I_{RA} Mín.	σ_{IRA}	S (%)
0.99	1.00	0.95	0.01	1.06	0.97	1.00	0.87	0.03	2.98

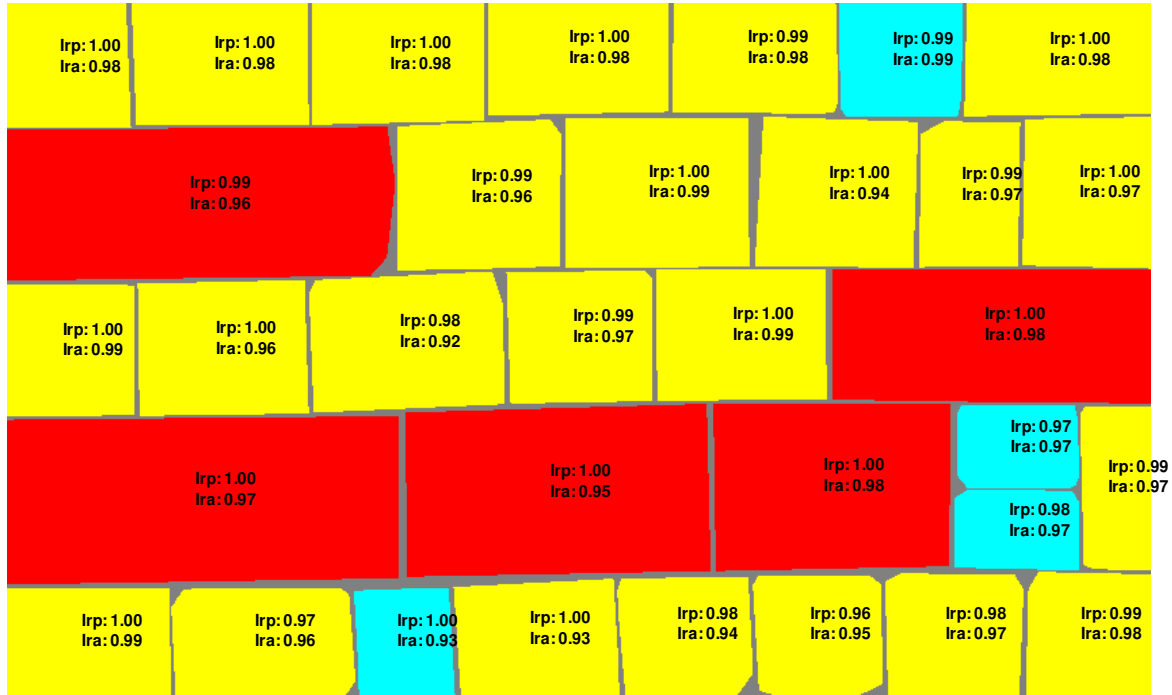


Figura 3.41 - I_{RP} e I_{RA} para MF1.

Tabela 3.15 - Valores Globais para MF1.

\bar{I}_{RP}	I _{RP} Máx.	I _{RP} Min.	σ_{IRP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I _{RA} Máx.	I _{RA} Min.	σ_{IRA}	S (%)
0.99	1.00	0.96	0.01	0.95	0.97	0.99	0.92	0.02	2.00

3.3.4. PAINÉIS REPRESENTATIVOS DAS PAREDES DE ALVENARIA DE PEDRA

Tendo em vista uma possível avaliação numérica das características mecânicas globais, para posterior relacionamento entre o índice de regularidade e a resistência, foram definidos painéis das paredes em estudo, escolhidos de forma a representar as suas características geométricas. As pedras apresentam-se definidas pela linha média das juntas, pois pensou-se na utilização de um programa cujas paredes necessitam estar definidas dessa forma; no entanto não chegou a ser utilizado. Nestes painéis foi realizado o mesmo processo descrito anteriormente, inclusive os cálculos dos índices de regularidade geométrica para esta nova definição da pedra. A figura 3.27 ilustra um dos painéis extraídos, os restantes encontram-se em anexo, como fonte de informação disponível para futuros estudos numéricos.

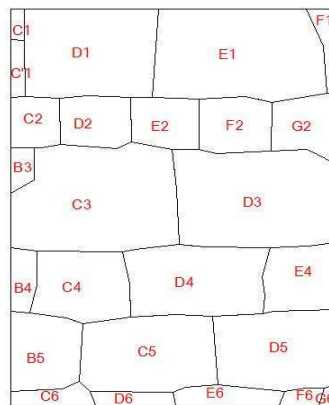


Figura 3.42 – Painel da parede CG1.

Tabela 3.16 – I_{RA} e I_{RP} do painel da parede CG1.

Pedra	I_{RA}						I_{RP}					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
B			0.82	0.92	0.86				1.02	1.00	0.99	
C	0.82	0.87	0.84	0.87	0.88	0.64	0.99	0.99	1.00	0.98	0.97	1.02
C'	0.87						1.00					
D	0.92	0.91	0.94	0.88	0.90	0.84	1.00	0.96	0.98	1.00	0.99	1.02
E	0.88	0.83		0.88		0.78	0.98	0.98		1.02		1.00
F	0.54	0.89				0.81	1.04	0.97				1.01
G		0.73				0.79		1.01				1.01

Tabela 3.17 – Valores globais do painel da parede CG1.

\bar{I}_{RP}	I_{RP} Máx.	I_{RP} Mín.	σ_{IRP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I_{RA} Máx.	I_{RA} Mín.	σ_{IRA}	S (%)
0.99	1.04	0.96	0.01	1.49	0.87	0.94	0.54	0.09	10.26

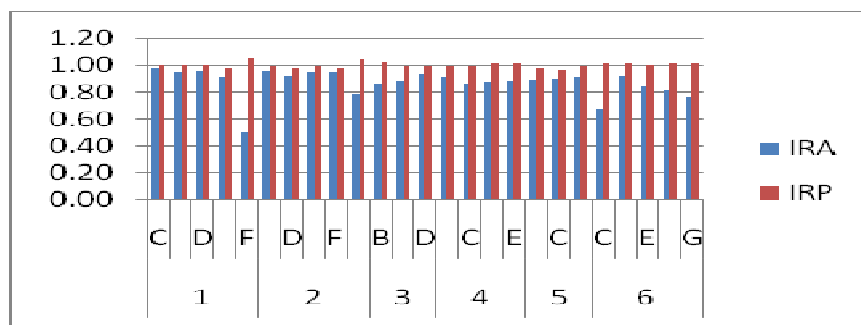


Figura 3.43 – Apresentação gráfica de I_{RA} e I_{RP} do painel da parede CG1.

3.3.5. ÍNDICES DO DESVIO DA FORMA FACE AO RECTÂNGULO EQUIVALENTE

Os modelos geométricos de cada uma das paredes são apresentados nas próximas páginas em paralelo com os resultados obtidos para o desvio quadrático médio e para o desvio simples médio, sendo indicado sobre a respectiva pedra a sua numeração e o valor do índice em percentagem. Para além disto, também é representado o rectângulo equivalente ou nos casos em que este não se verifica é exibido o rectângulo homotético para cada uma das pedras.

As dimensões das pedras dos modelos geométricos são diferenciadas de acordo com os mesmos critérios estabelecidos para os modelos geométricos das paredes em que são exibidos os índices de regularidade I_{RP} e I_{RA} .

No final deste subcapítulo encontra-se uma tabela, onde se apresentam os valores dos índices obtidos pelo desvio quadrático médio e pelo desvio simples médio para cada uma das paredes.

3.3.5.1. Índices determinados pelo desvio quadrático e pelo desvio simples (%)

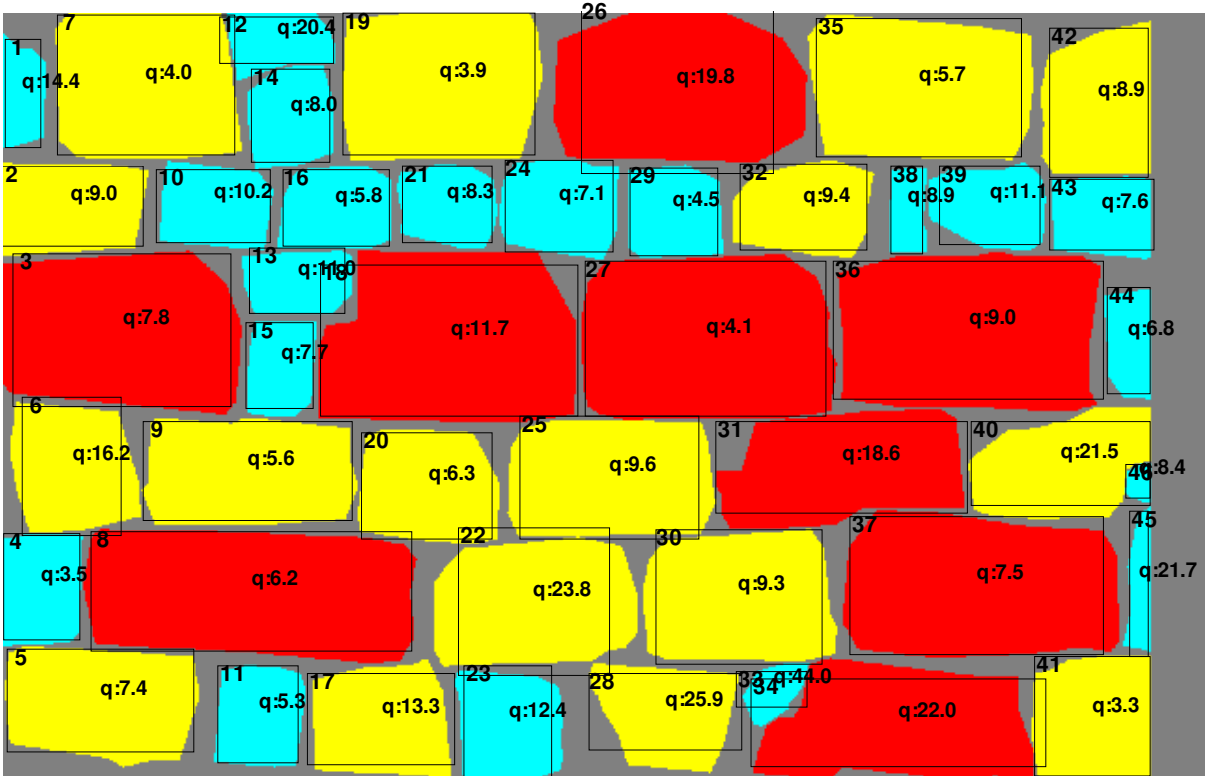


Figura 3.44 – Índices das pedras pelo desvio **quadrático** para CG1.

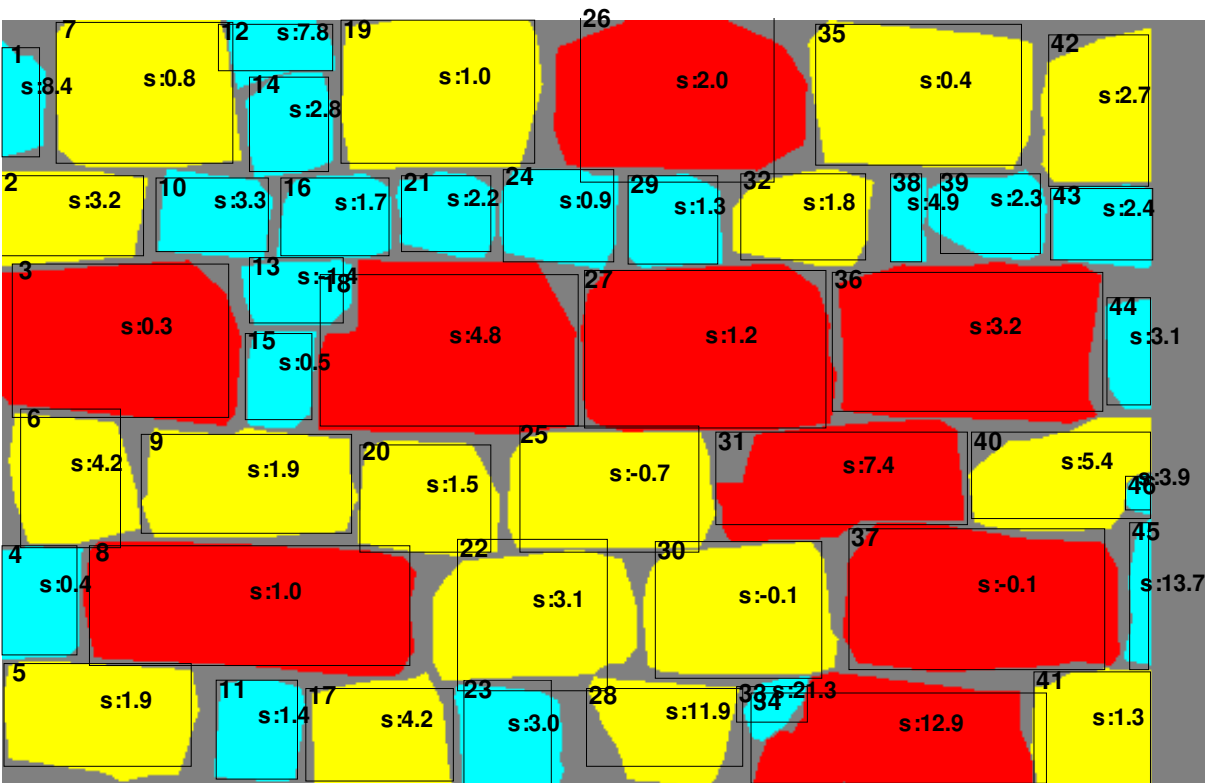


Figura 3.45 - Índices das pedras pelo desvio **simples** para CG1.



Figura 3.46 – Índices das pedras pelo desvio **quadrático** para CG2.



Figura 3.47 - Índices das pedras pelo desvio **simples** para CG2.



Figura 3.48 – Índices das pedras pelo desvio **quadrático** para CG3.

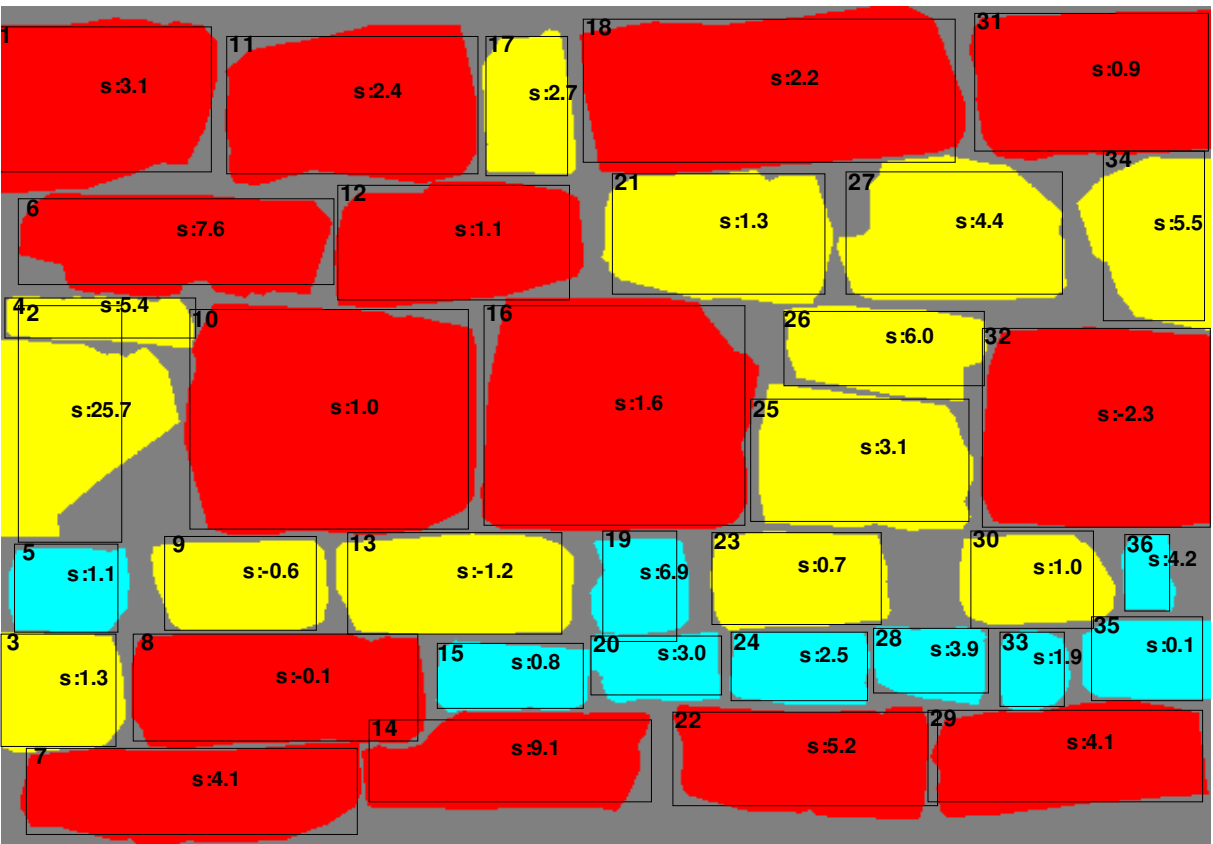


Figura 3.49 - Índices das pedras pelo desvio **simples** para CG3.

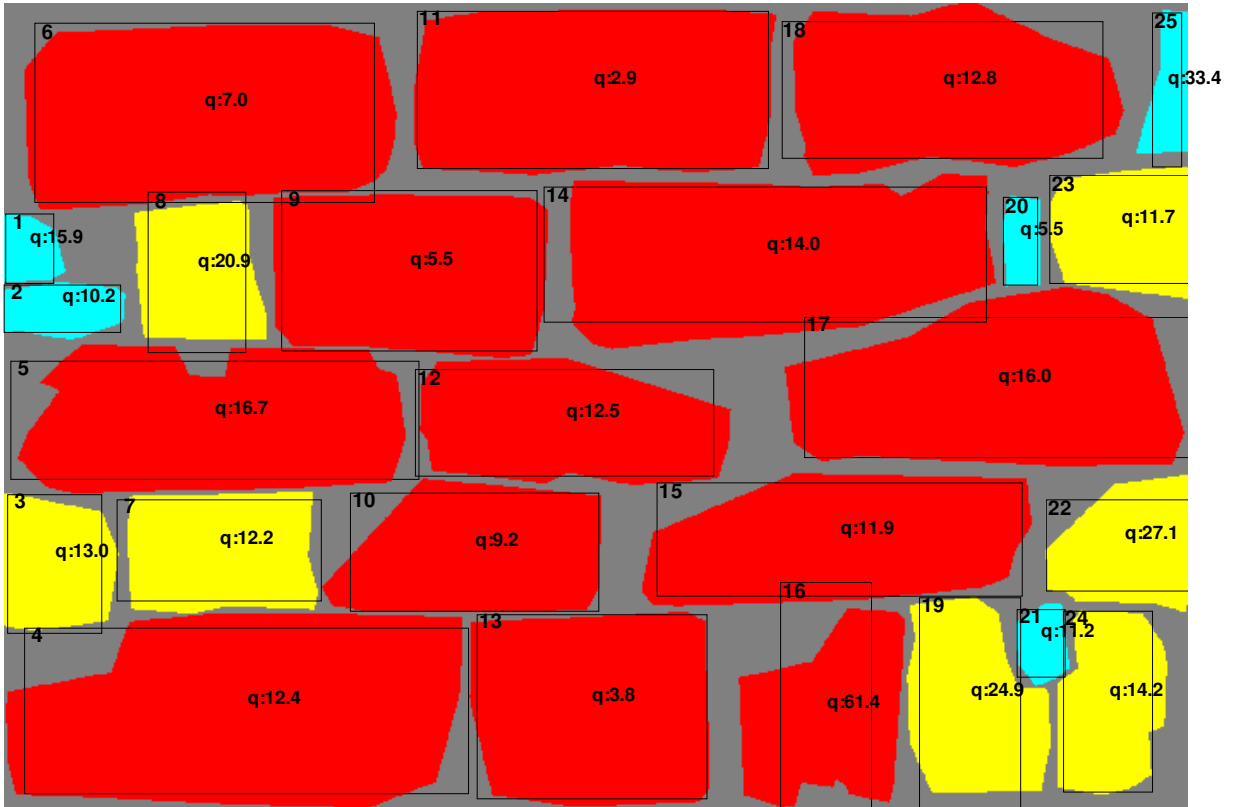


Figura 3.50 – Índices das pedras pelo desvio **quadrático** para CG4.

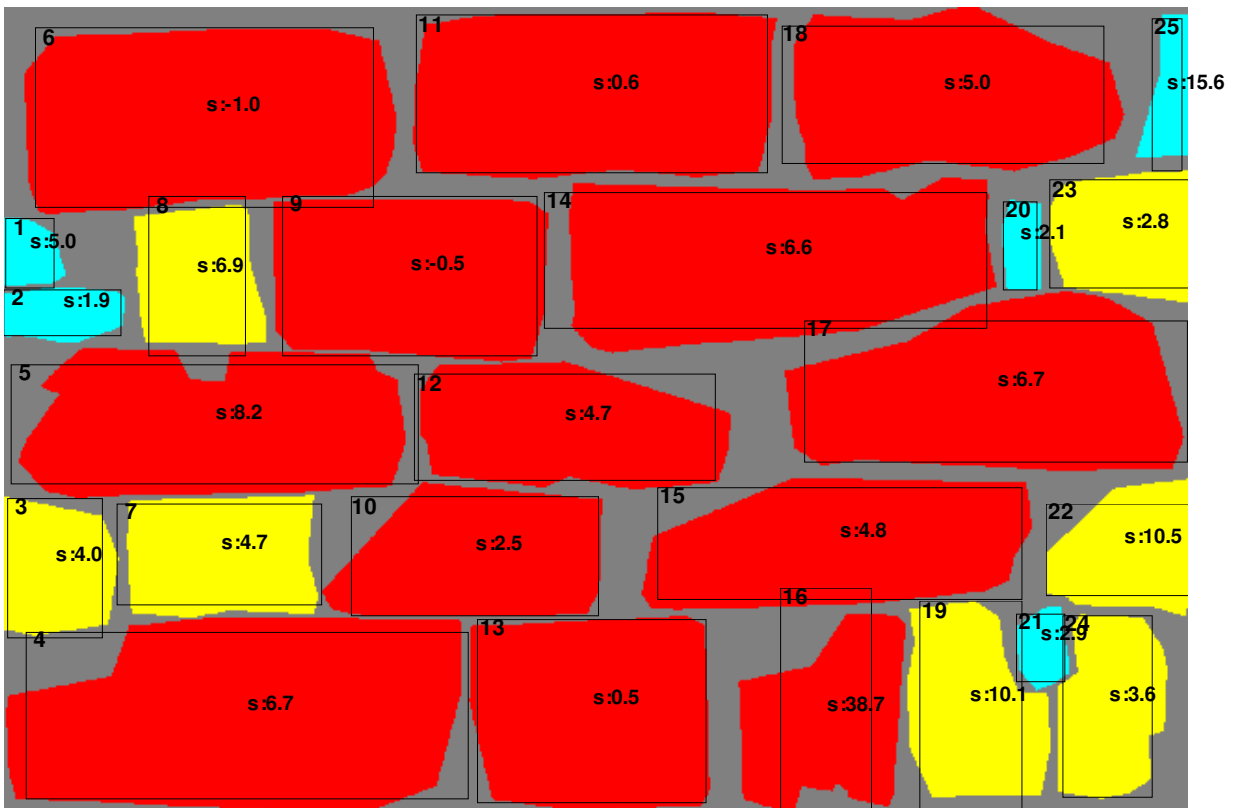


Figura 3.51 - Índices das pedras pelo desvio **simples** para CG4.

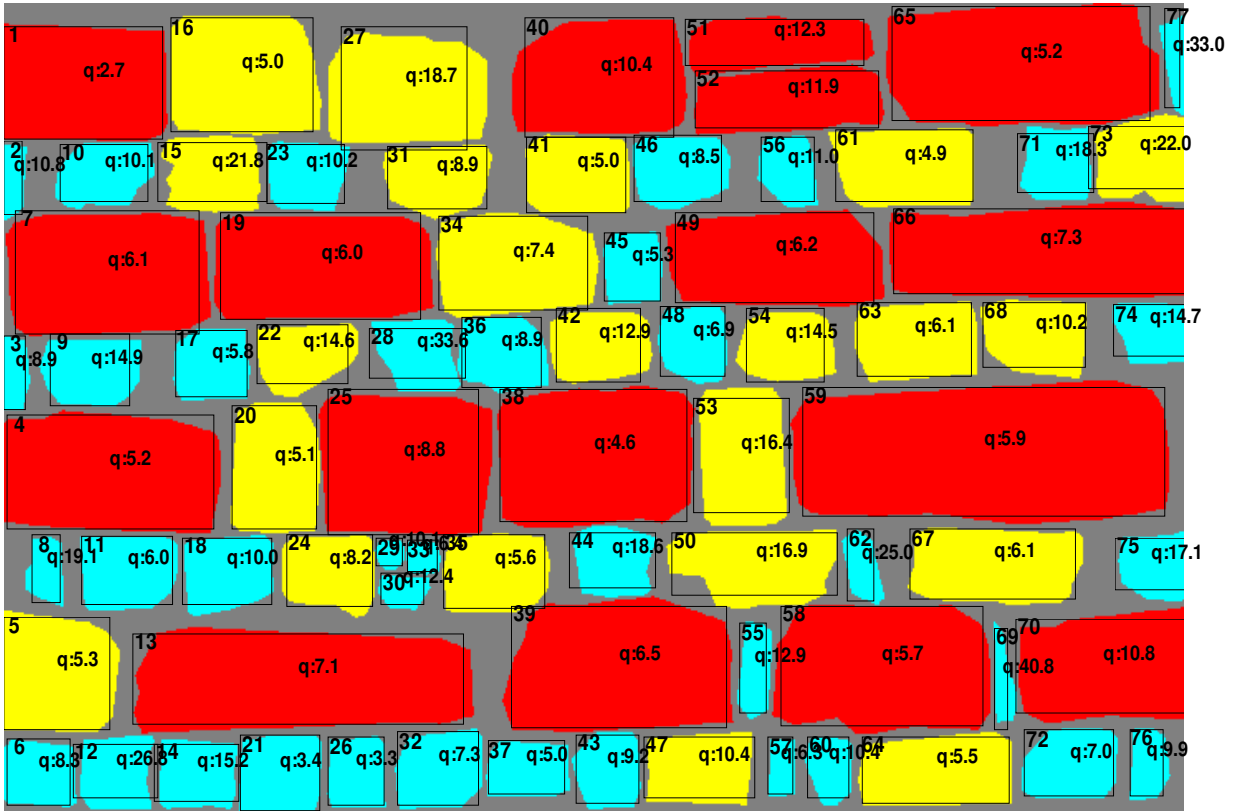


Figura 3.52 – Índices das pedras pelo desvio **quadrático** para CG5.

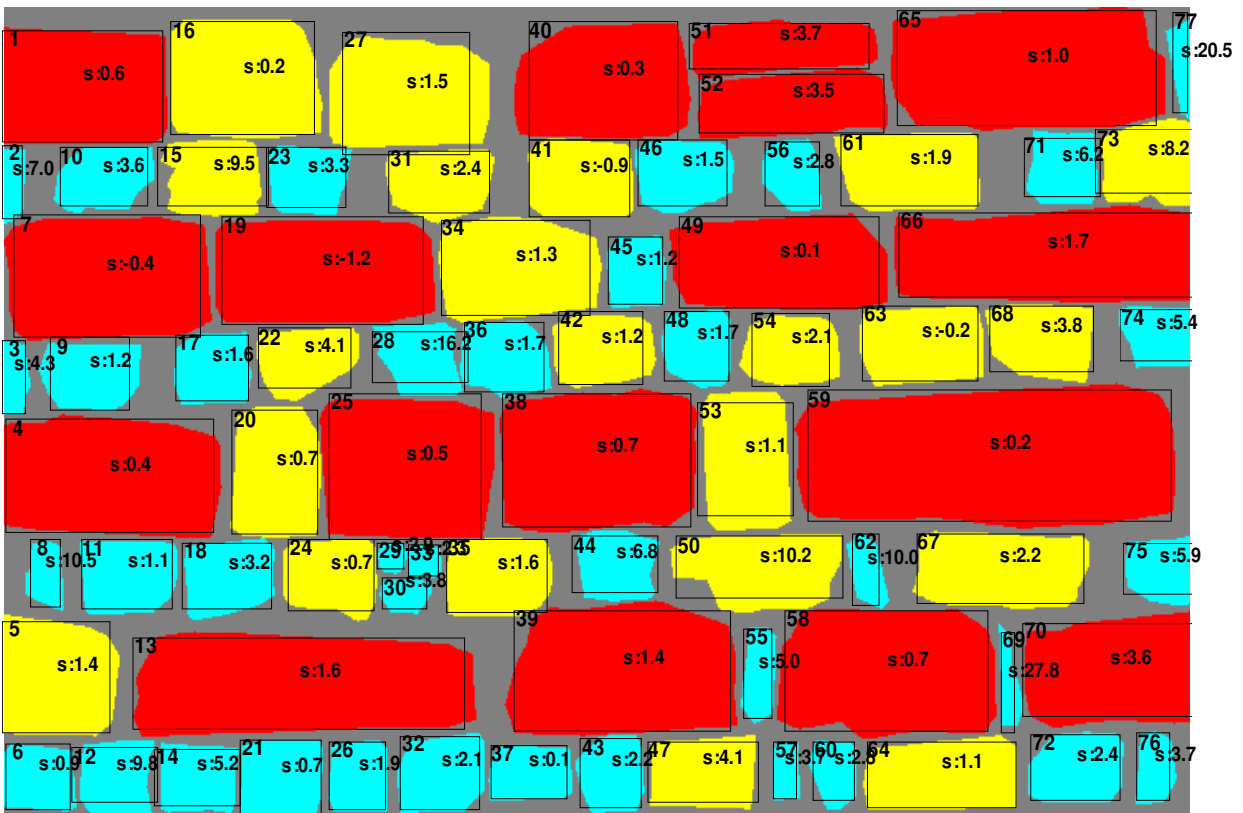


Figura 3.53 – Índices das pedras pelo desvio **simples** para CG5.

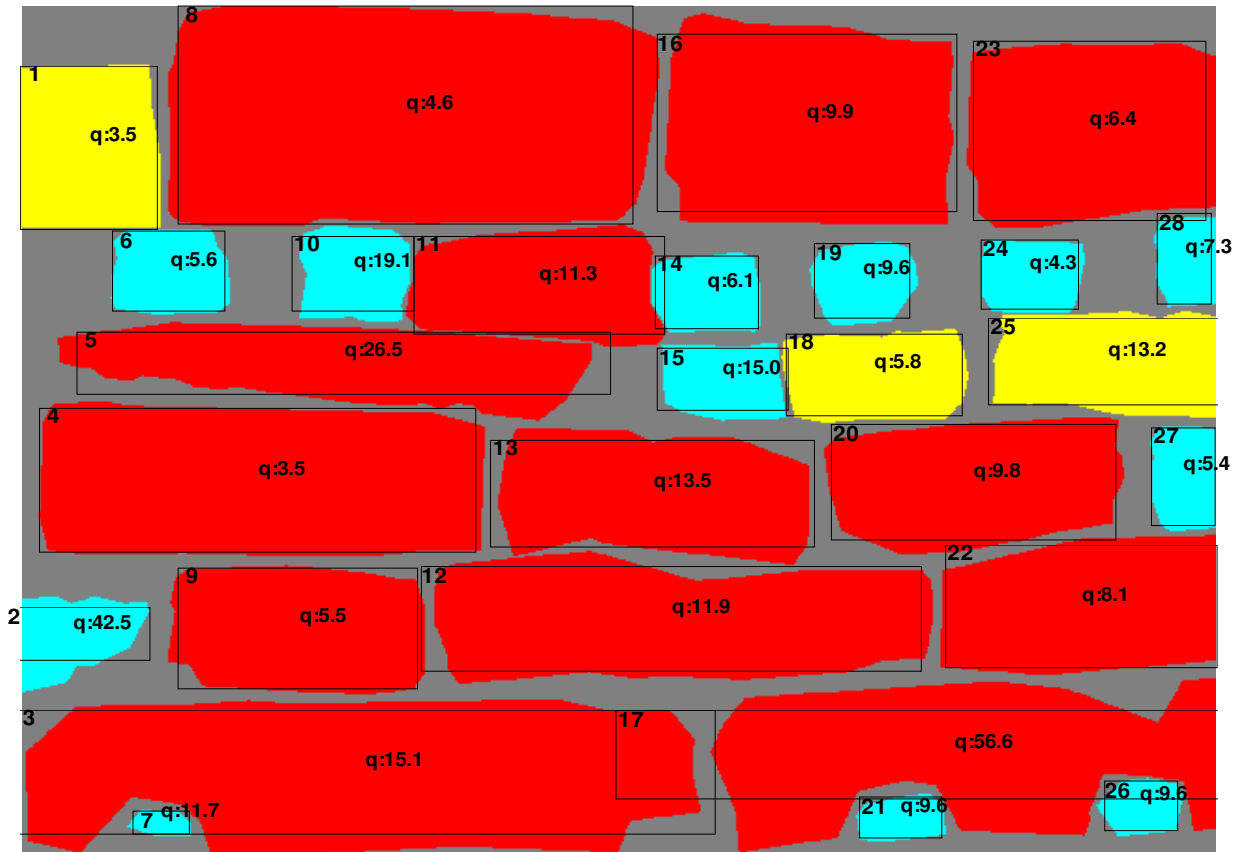


Figura 3.54 – Índices das pedras pelo desvio **quadrático** para CG6.

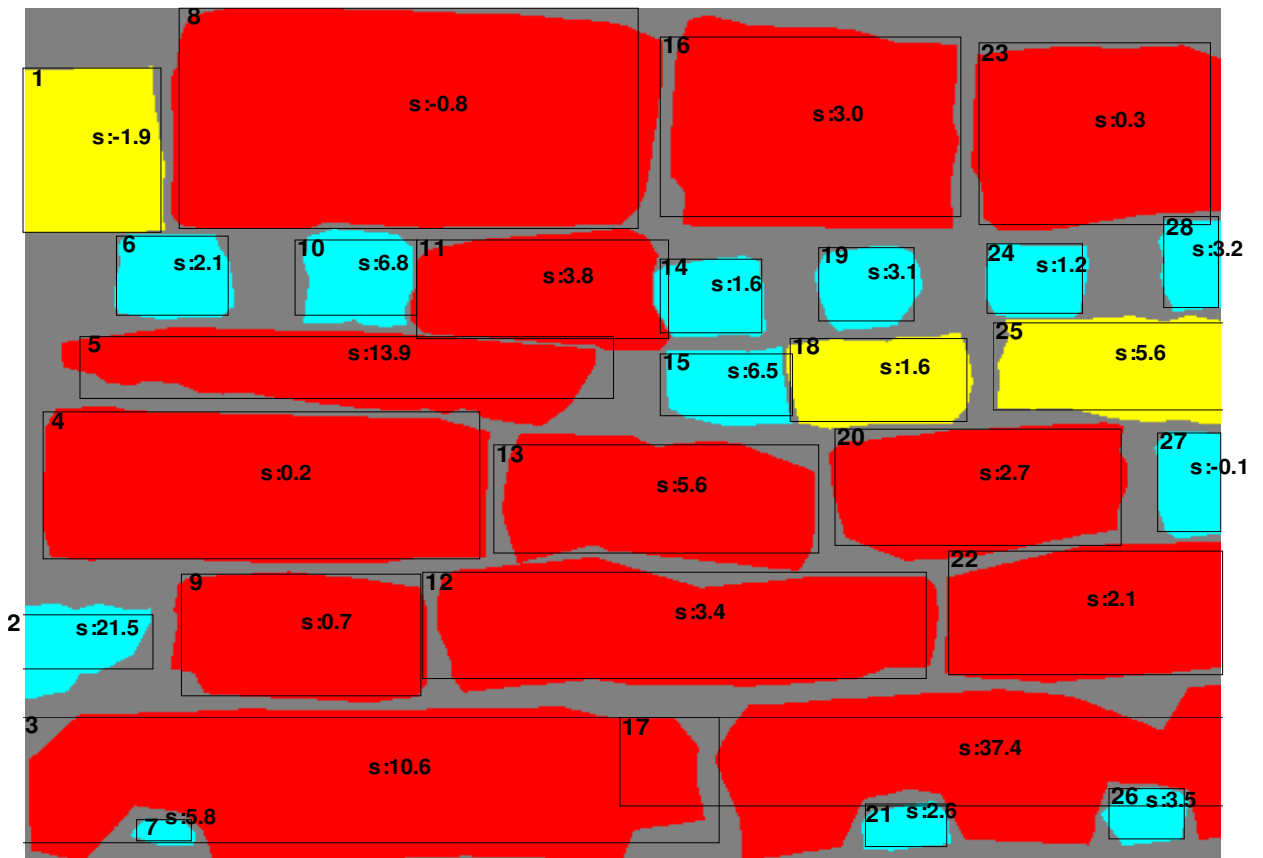


Figura 3.55 - Índices das pedras pelo desvio **simples** para CG6.

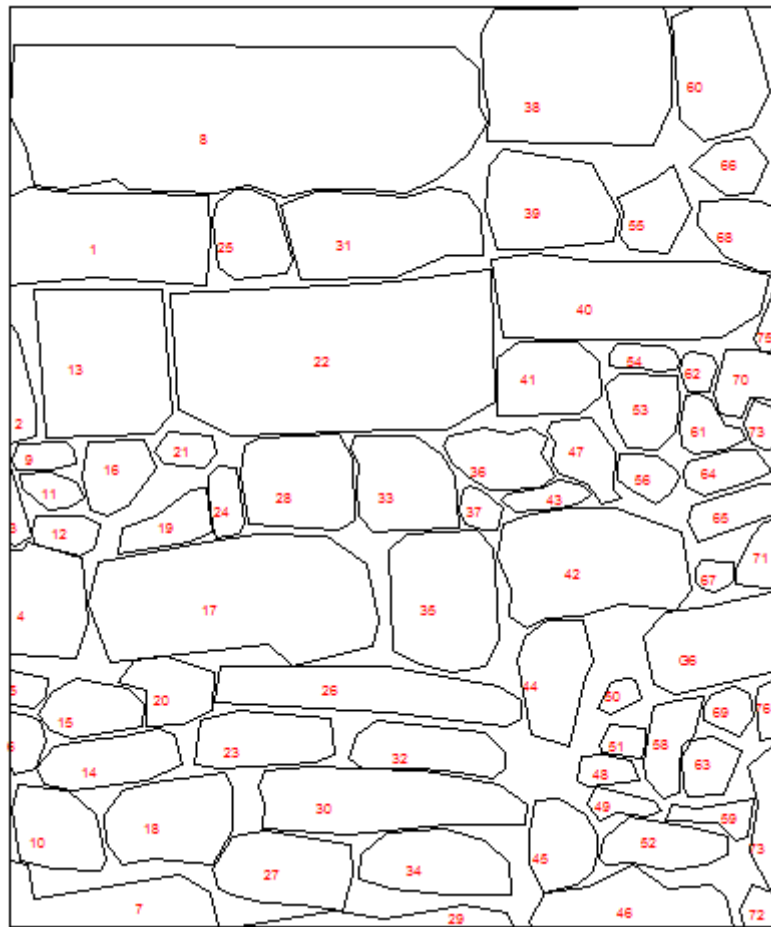


Figura 3.56 – Identificação das pedras de FI1 no cálculo do índice pelo desvio quadrático e pelo desvio simples.

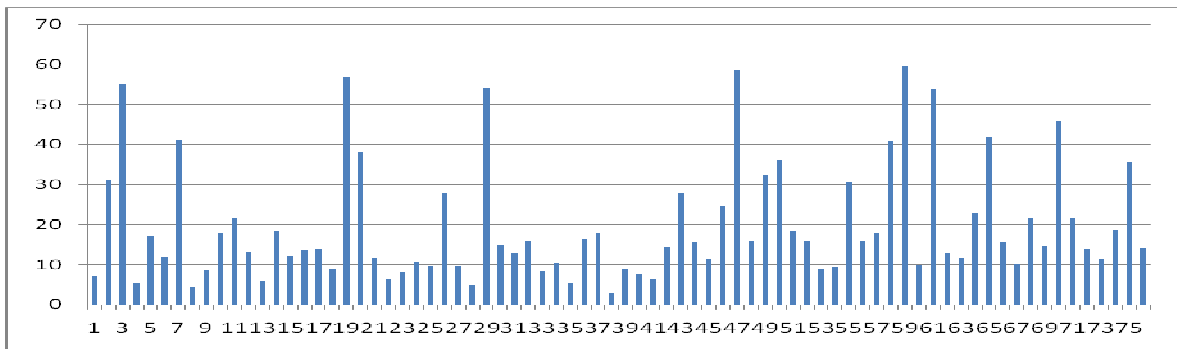


Figura 3.57 – Apresentação gráfica dos índices das pedras pelo desvio **quadrático** para FI1.

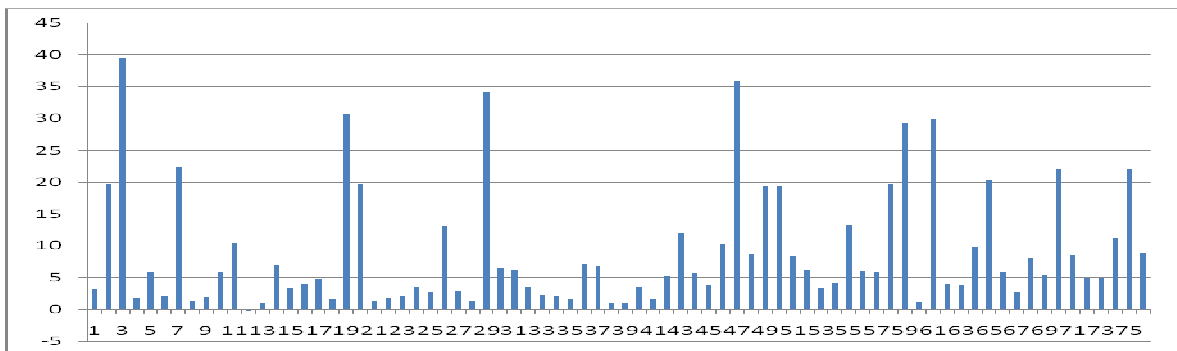


Figura 3.58 – Apresentação gráfica dos índices das pedras pelo desvio **simples** para FI1.

Tabela 3.18 - Índices das pedras pelo desvio **quadrático** e pelo desvio **simples** para a F11.

Índices pelo desvio Quadrático										Índices pelo desvio Simples									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7.0	31.2	54.9	5.4	17.0	11.8	41.1	4.5	8.7	18.0	3.2	19.8	39.5	1.8	5.8	2.2	22.3	1.3	1.9	5.8
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21.5	13.2	5.9	18.3	12.2	13.6	13.8	9.0	56.7	38.3	10.4	-0.2	1.1	7.0	3.4	4.0	4.8	1.7	30.7	19.8
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
11.6	6.5	8.1	10.7	9.5	28.0	9.6	4.8	54.3	14.9	1.3	1.8	2.1	3.5	2.8	13.1	2.9	1.4	34.1	6.5
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
13.0	15.8	8.3	10.5	5.4	16.3	17.9	2.9	8.9	7.7	6.2	3.6	2.3	2.1	1.7	7.2	6.8	1.0	1.1	3.6
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
6.5	14.3	27.8	15.5	11.3	24.6	58.8	16.0	32.3	35.9	1.7	5.2	12.0	5.7	3.9	10.2	35.8	8.7	19.4	19.4
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
18.3	16.0	9.0	9.3	30.6	15.9	17.8	40.8	59.6	9.7	8.4	6.2	3.3	4.1	13.3	6.0	5.8	19.7	29.3	1.2
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
53.7	12.7	11.7	22.9	41.8	15.4	10.2	21.6	14.7	46.0	29.8	4.0	3.9	9.8	20.4	5.9	2.8	8.1	5.4	22.1
71	72	73	74	75	76					71	72	73	74	75	76				
21.5	13.8	11.3	18.7	35.5	14.0					8.5	4.9	4.9	11.2	22.1	8.8				

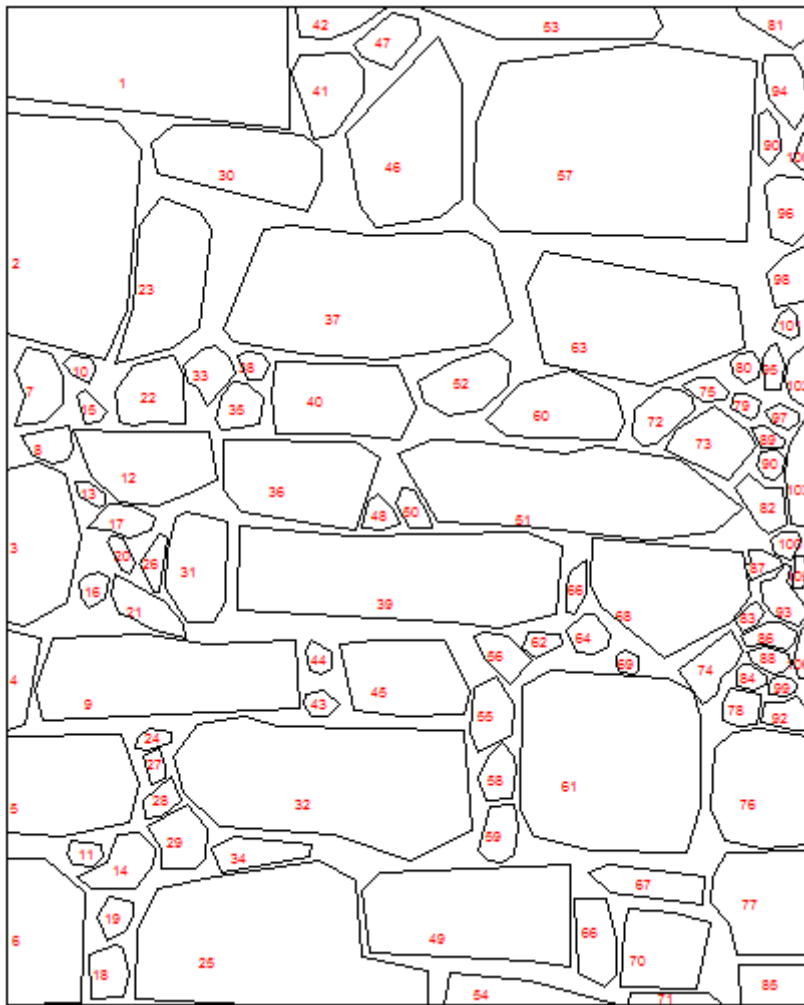


Figura 3.59 – Identificação das pedras de FI2 no cálculo do índice pelo desvio quadrático e pelo desvio simples.

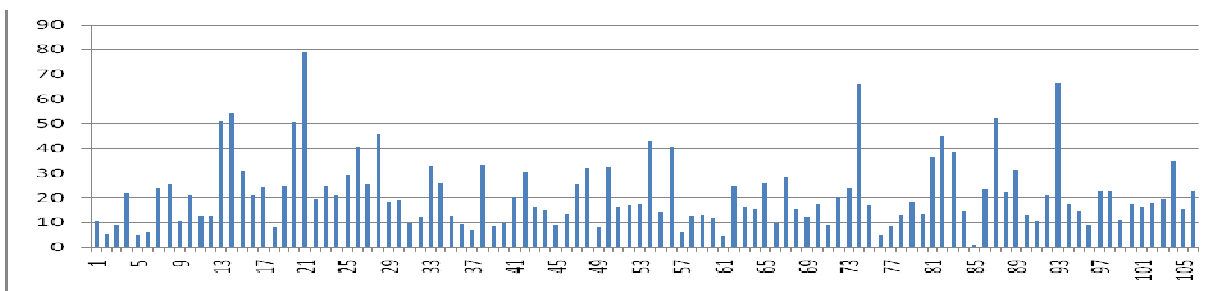


Figura 3.60 – Apresentação gráfica dos Índices da pedra pelo desvio **quadrático** para FI2.

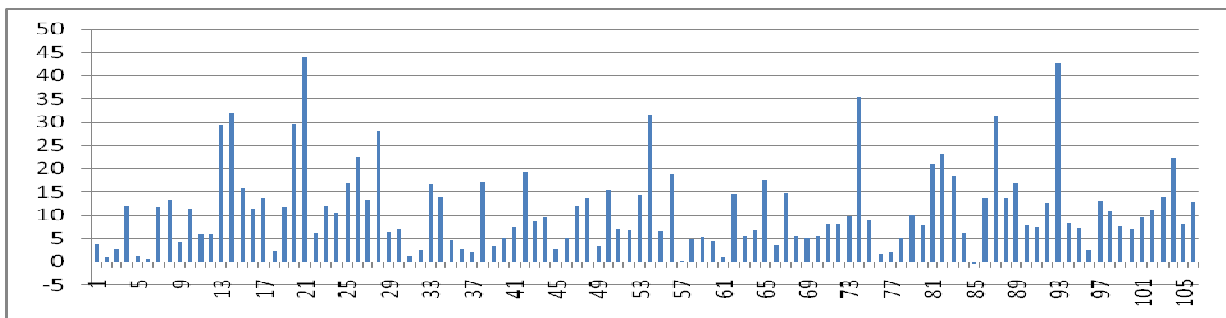


Figura 3.61 – Apresentação gráfica dos Índices das pedras pelo desvio **simples** para FI2.

Tabela 3.19 - Índices das pedras pelo desvio **quadrático** e pelo desvio **simples** para a F12.

Índices pelo desvio Quadrático										Índices pelo desvio Simples									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10.4	5.1	8.9	21.8	4.8	6.1	23.7	25.6	10.3	20.8	3.8	1	2.8	11.9	1.1	0.6	11.8	13.5	4.2	11.4
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
12.5	12.7	51.1	54.4	30.9	20.8	24.2	8	24.5	50.5	5.9	5.9	29.4	32	15.9	11.3	13.9	2.5	11.7	29.7
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
79	19.2	24.8	21.2	29.1	40.7	25.6	45.6	18.2	19.1	43.9	6.1	11.9	10.4	16.9	22.5	13.3	28.1	6.3	7.3
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
9.5	12.2	33	26	12.7	9.3	6.9	33.5	8.6	9.7	1.1	2.7	16.7	14	4.8	2.8	2.1	17	3.4	5.2
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
20.5	30.5	16.4	15.1	8.7	13.4	25.7	32.2	8	32.6	7.6	19.3	8.7	9.7	2.9	5.1	11.9	13.8	3.4	15.3
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
16.3	16.9	17.5	42.7	14.2	40.5	5.8	12.4	13	11.8	7.2	6.6	14.3	31.6	6.4	19	0.2	4.9	5.4	4.4
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
4.6	24.7	16.3	15.5	25.9	9.8	28.2	15.5	12.2	17.5	1	14.5	5.6	7.1	17.6	3.6	14.8	5.5	5.2	5.5
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
8.9	20.3	23.7	66.1	17.2	4.9	8.6	13.1	18.2	13.6	8.2	8.2	9.8	35.3	9	1.8	2.3	5.1	10.1	8
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
36.3	45	38.3	14.6	0.9	23.5	52.1	22.1	31.5	12.9	20.9	23.2	18.6	6	-0.6	13.8	31.4	13.8	16.9	8
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
10.7	21.1	66.6	17.8	14.8	9	22.7	22.6	11.2	17.5	7.5	12.6	42.7	8.4	7.4	2.7	13	10.8	7.7	7.2
101	102	103	104	105	106					101	102	103	104	105	106				
16.2	18.1	19.3	34.7	15.3	22.4					9.6	10.9	14	22.3	8.1	12.9				

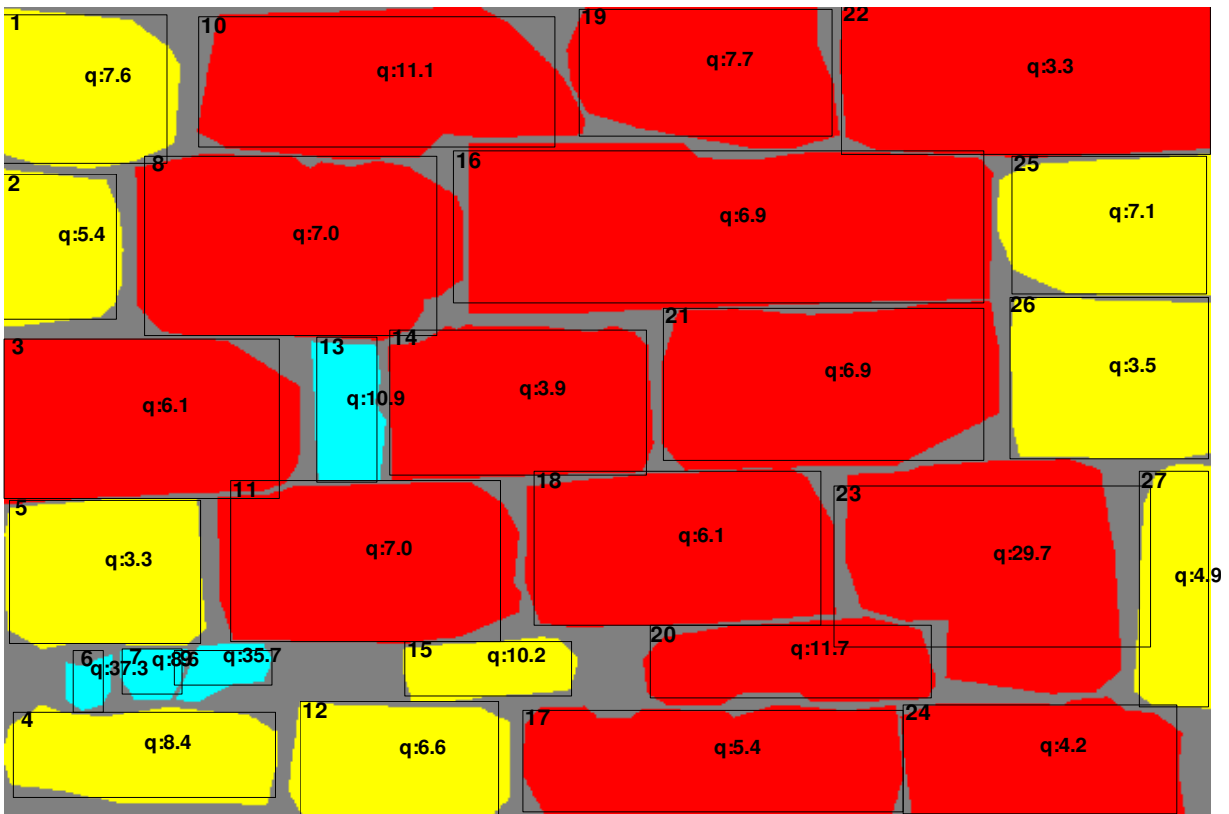


Figura 3.62 – Índices das pedras pelo desvio **quadrático** para F13.

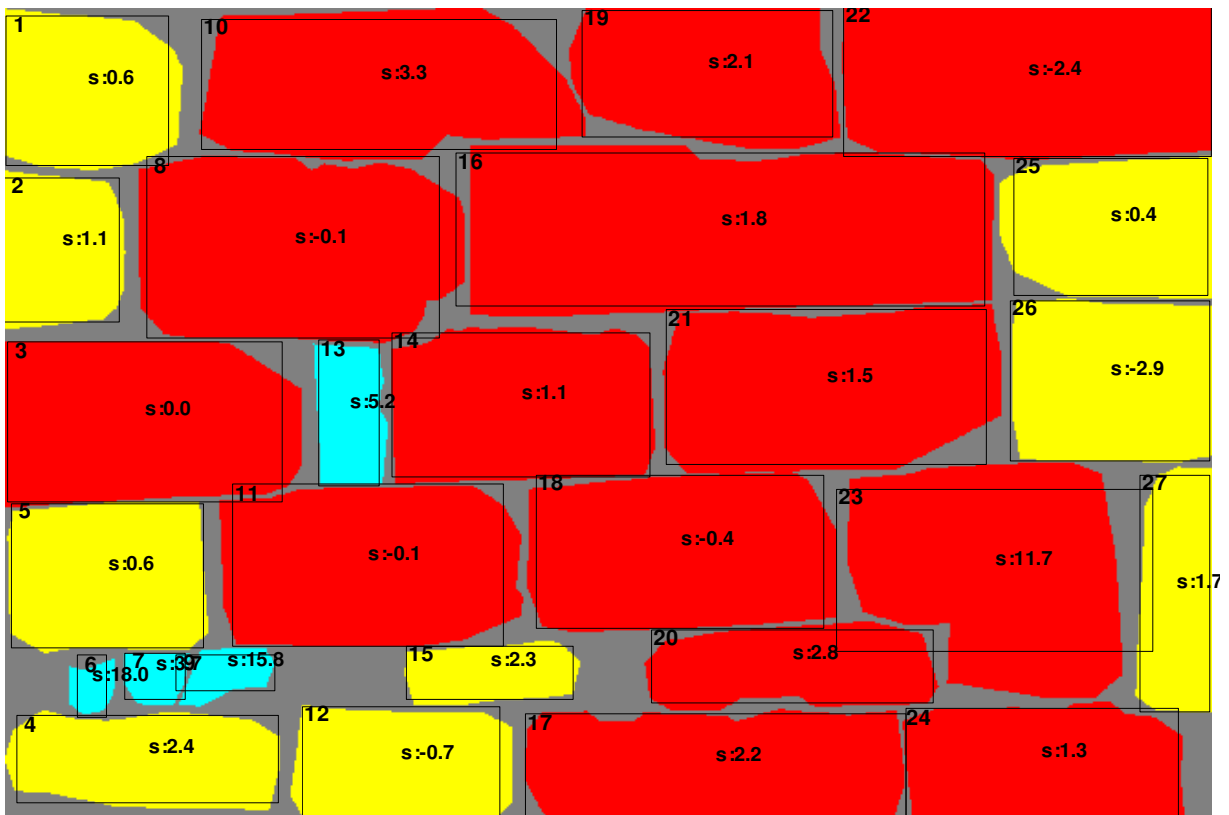


Figura 3.63 - Índices das pedras pelo desvio **simples** para a F13.

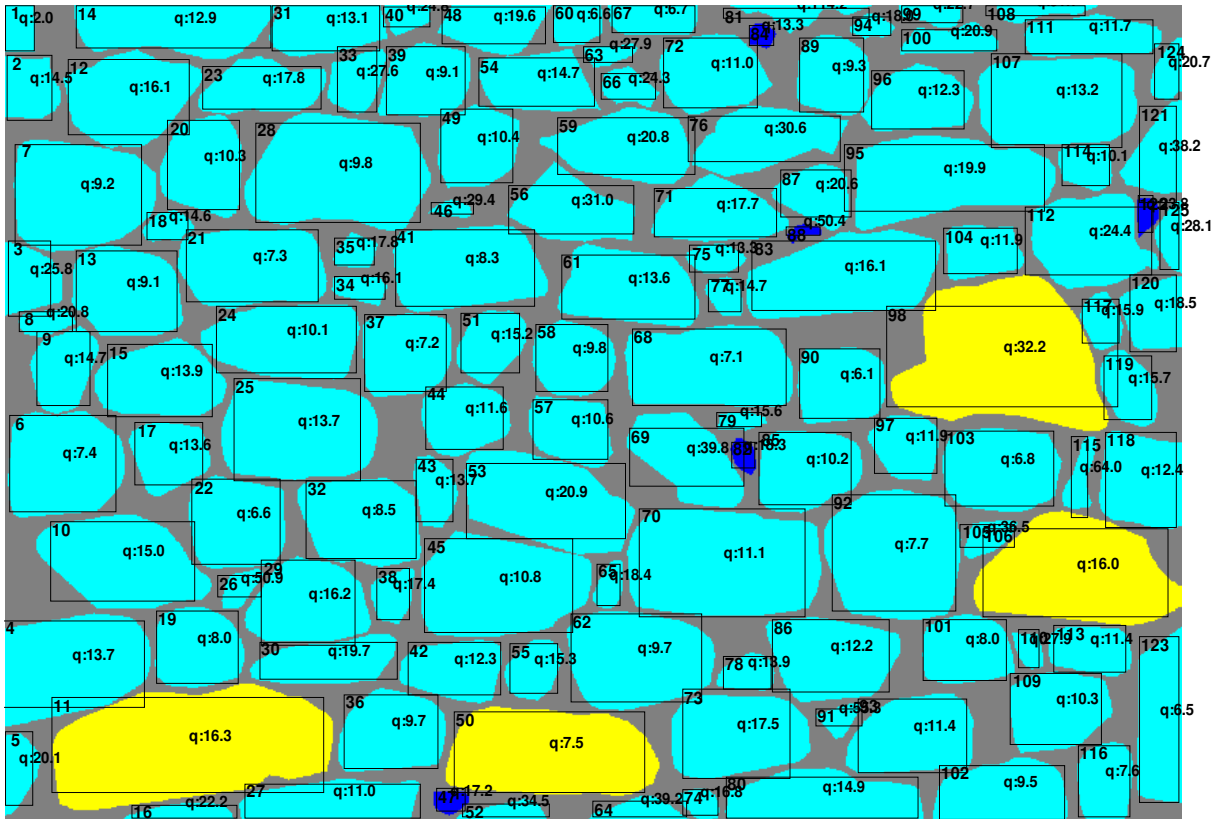


Figura 3.64 – Índices das pedras pelo desvio **quadrático** para VG1.

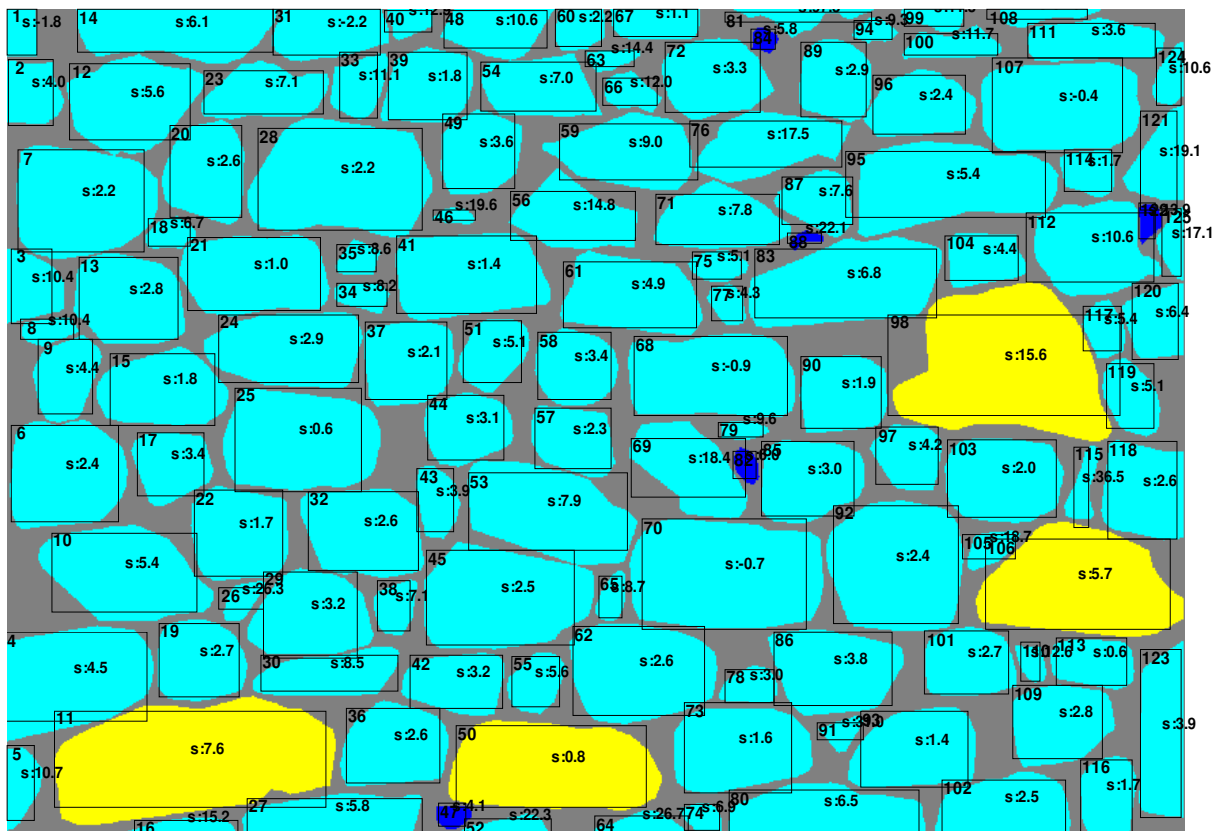


Figura 3.65 - Índices das pedras pelo desvio **simples** para VG1.

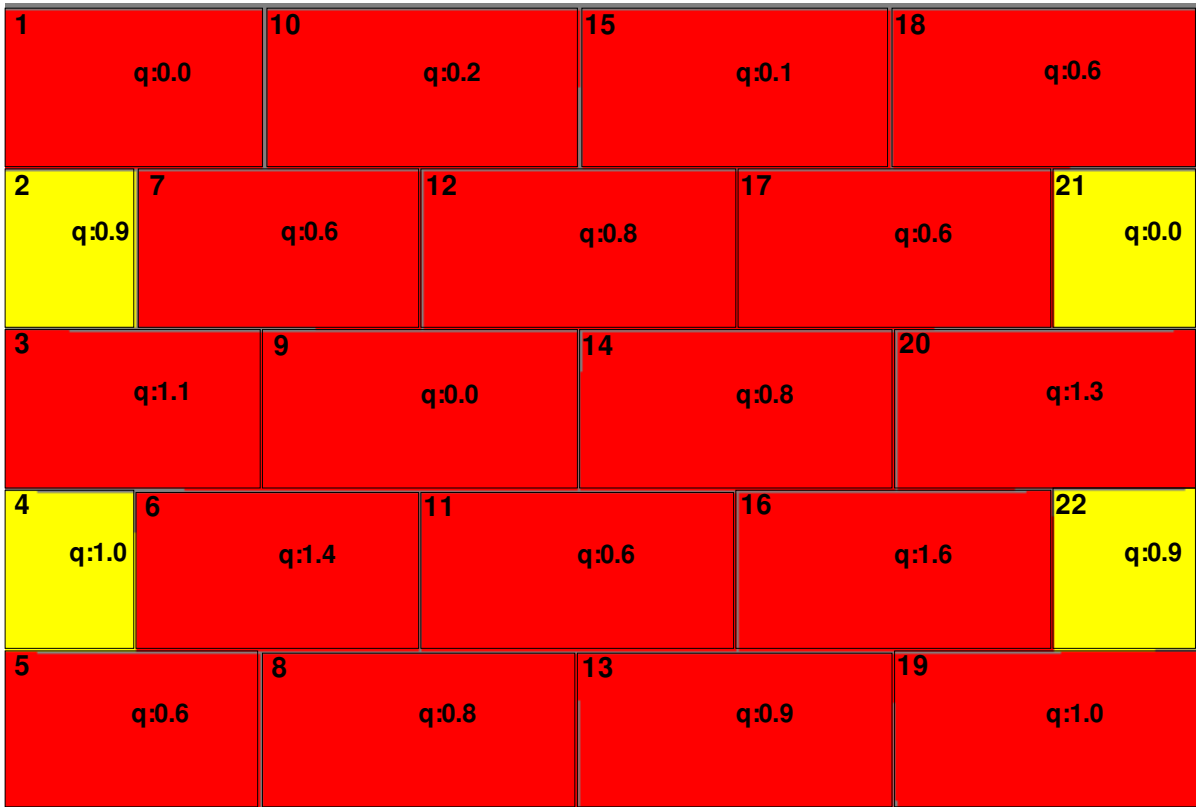


Figura 3.66 – Índices das pedras pelo desvio **quadrático** para SE1.

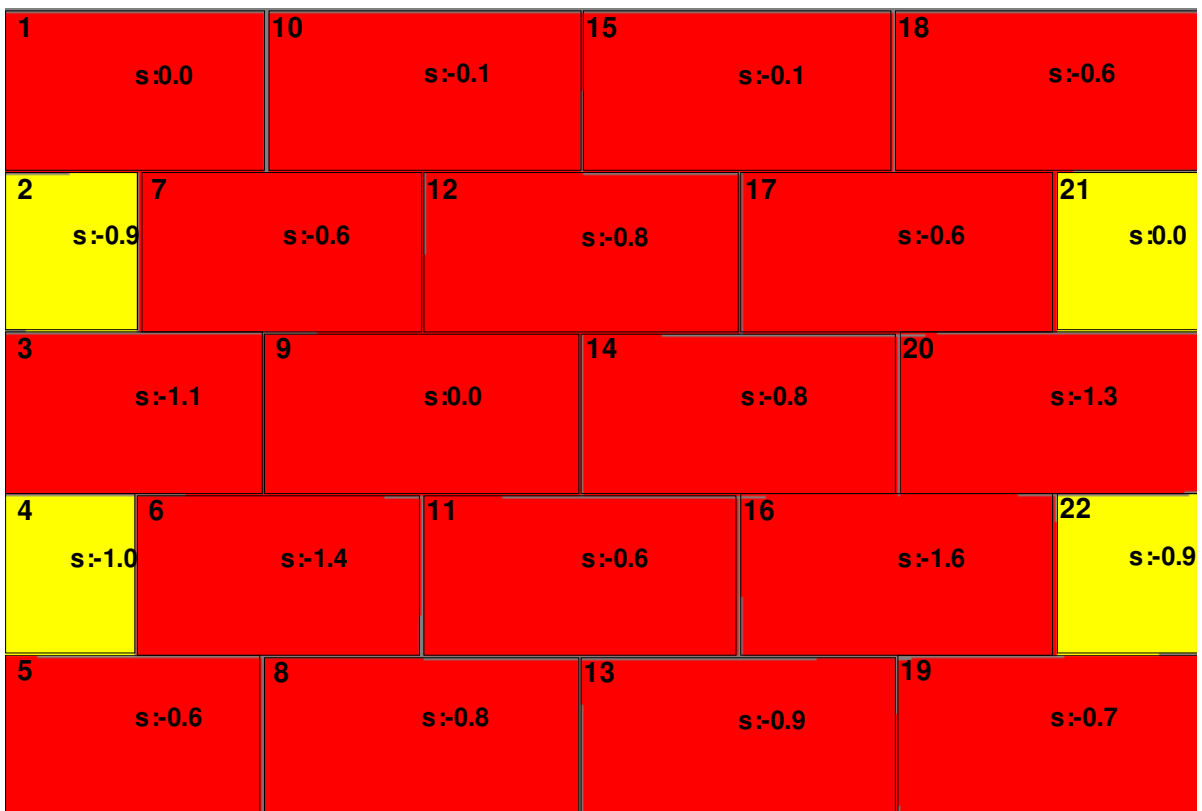


Figura 3.67 - Índices das pedras pelo desvio **simples** para SE1.

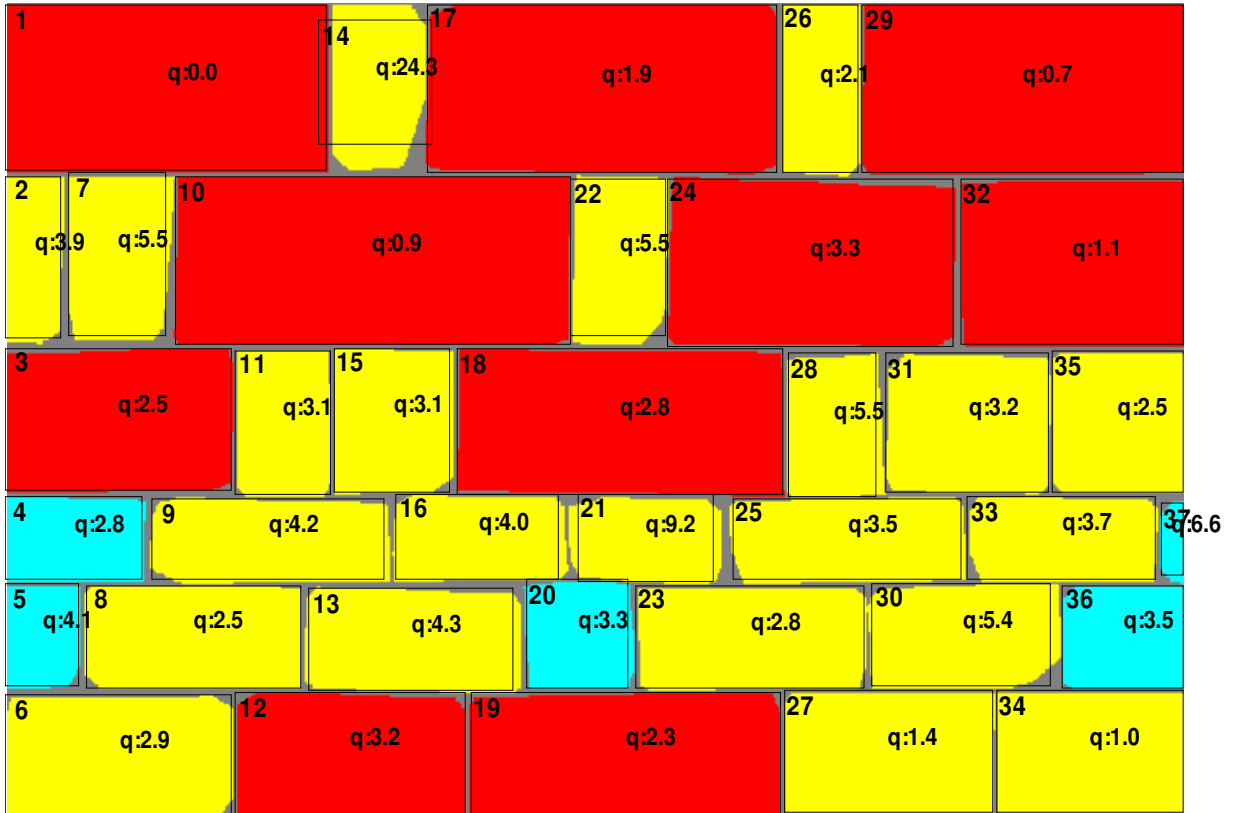


Figura 3.68 – Índices das pedras pelo desvio **quadrático** para SE2.

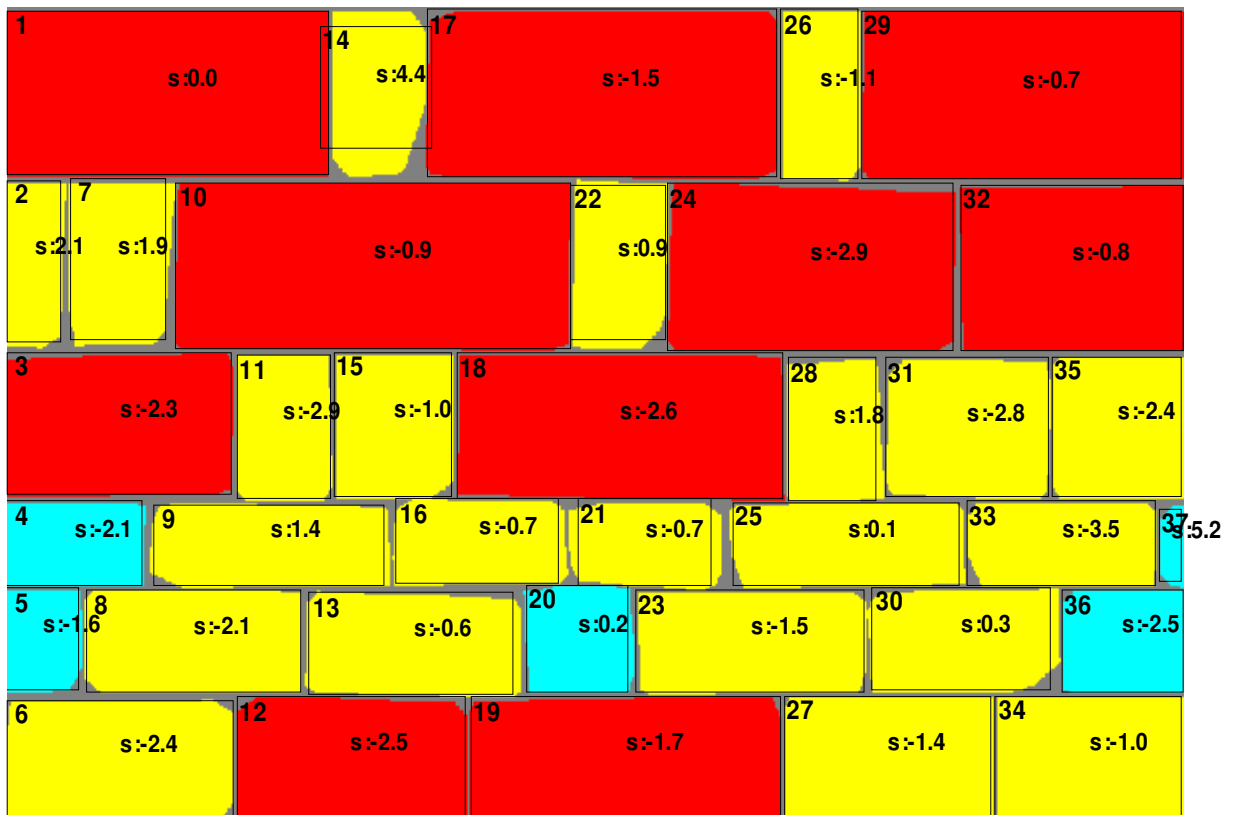


Figura 3.69 - Índices das pedras pelo desvio **simples** para SE2.

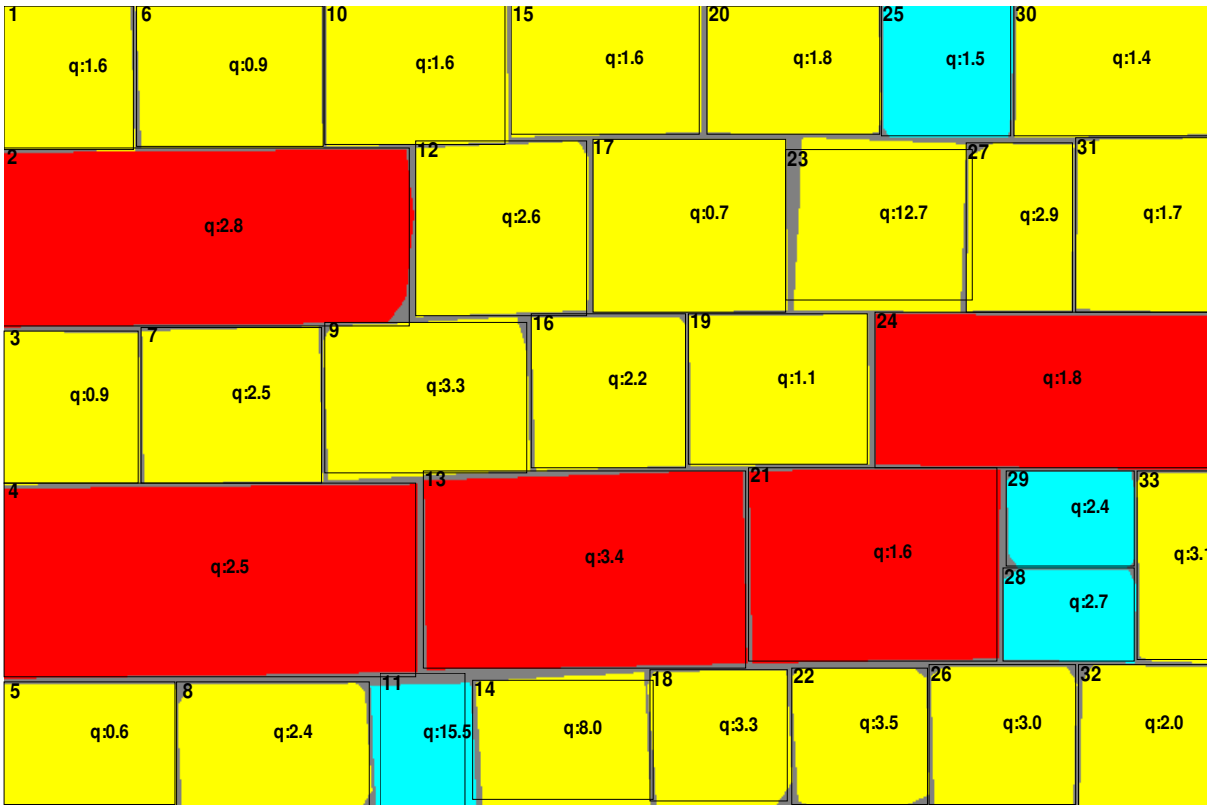


Figura 3.70 – Índices das pedras pelo desvio **quadrático** para MF1.

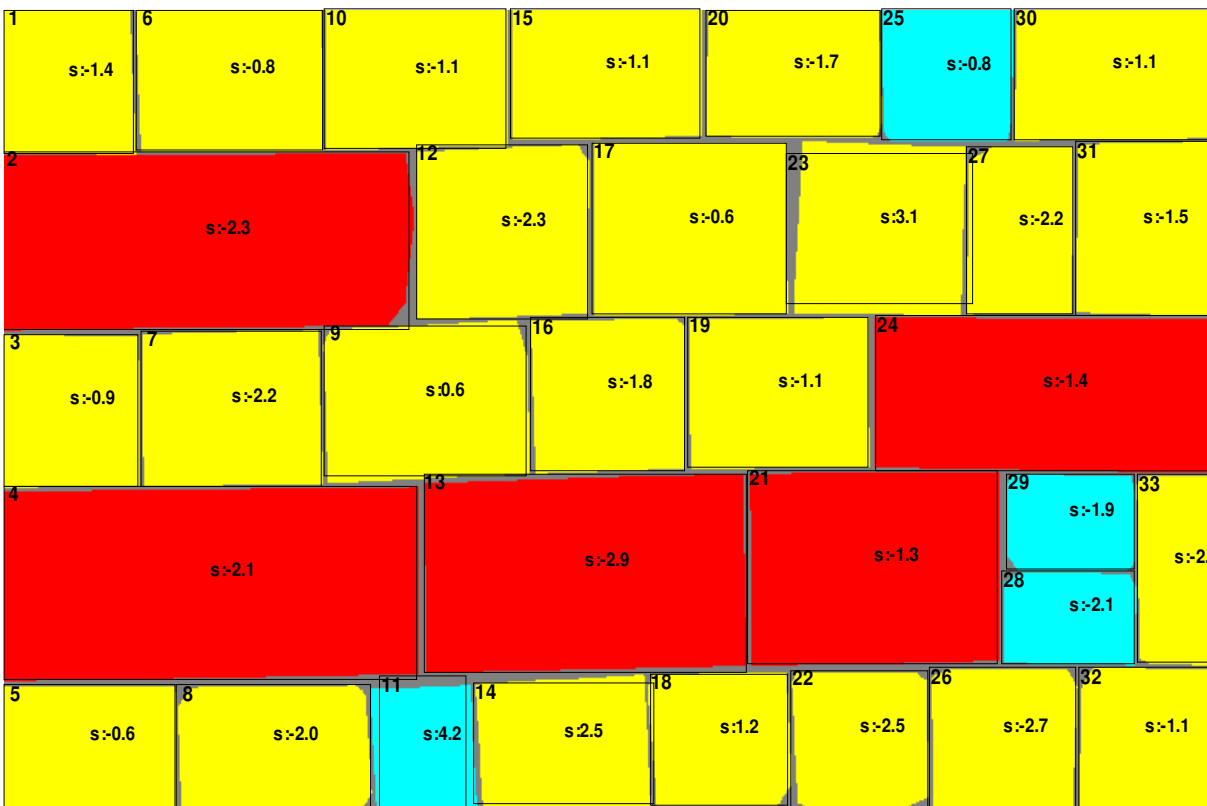


Figura 3.71 - Índices das pedras pelo desvio **simples** para MF1.

Tabela 3.20 – Índices determinados para cada parede através do desvio quadrático e do desvio simples, em %.

Parede	Imagem	Aparelho	$\hat{\delta}_{PjMáx.}$	$\hat{\delta}_{PjMín.}$	$\hat{\delta}_{Parede}$	$\bar{\delta}_{PjMáx.}$	$\bar{\delta}_{PjMín.}$	$\bar{\delta}_{Parede}$
CG1			44.0	3.3	10.4	21.3	-0.1	2.7
CG2			31.8	2.8	10.5	17.6	0.0	3.1
CG3			47.8	3.3	9.6	25.7	0.1	2.8
CG4			61.4	2.9	13.3	38.7	-0.5	4.7
CG5			40.8	2.7	8.7	27.8	0.1	1.5
CG6			56.6	3.5	14.0	37.4	-0.1	5.9
FI1			59.6	2.9	13.4	39.5	-0.2	4.8
FI2			79.0	0.9	13.8	43.9	0.2	5.2
FI3			37.3	3.3	8.0	18.0	0.0	1.5
VG1			114.2	2.0	14.7	97.3	-0.4	5.2
SE1			1.6	0.0	0.7	-1,6	0.0	0.7
SE2			24.3	0.0	2.9	5.2	0.0	-1.1
MF1			15.5	0.6	2.8	4.2	-0.6	-1.3

3.3.6. ALGUNS COMENTÁRIOS

Analisando os índices obtidos pelos diversos métodos propostos (I_{RP} , I_{RA} , $\bar{\delta}$ (%), $\hat{\delta}$ (%)), verifica-se que, no caso do índice determinado através da razão entre o perímetro real e o equivalente, todos os valores se aproximam do valor unitário independentemente de ser irregular ou regular. Este facto contraria a hipótese inicial formulada, em que só as pedras regulares se aproximariam desse valor. Apenas como exemplo enumeram-se algumas pedras:

- i) na parede CG1, uma pedra próxima do canto inferior direito exhibe um valor de 1.04;
- ii) na parede CG2, a pedra de grande dimensão que se encontra na zona central exhibe um valor de I_{RP} de 1.01, sendo irregular;
- iii) na parede CG4, a pedra do canto inferior esquerdo exhibe um valor de 1.00, sendo irregular;
- iv) as pedras da parede SE1 exibem valores de 1.00 e são regulares.

Analisando também o I_{RP} médio de cada parede, verifica-se que para além de todos valores se encontrarem todos próximos da unidade, existem situações como por exemplo, a parede CG6 que é uma parede irregular cujo valor \bar{I}_{RP} é igual a 1.00, o que significa que segundo a hipótese pensada inicialmente esta parede seria muito regular, facto que não se verifica.

Relativamente ao índice determinado através da razão entre a área real e a envolvente, os valores apresentados são todos inferiores à unidade, pois o cálculo é executado em relação ao rectângulo envolvente. Para tal seguiu-se o mesmo princípio, em que nas pedras regulares o valor deste índice seria próximo da unidade. Analisando os resultados obtidos nas várias paredes verifica-se uma variação deste valor em função da sua regularidade:

- v) a parede SE1 exhibe um valor de 0.99, sendo regular;
- vi) as paredes VG1 e a FI2 (que são irregulares) os valores são 0.76 e 0.79, respectivamente;
- vii) uma situação intermédia de regularidade, como a CG5, o valor de \bar{I}_{RA} é 0.87.

Os valores de I_{RA} exibidos para cada uma das pedras constata-se serem mais eficazes, por exemplo, nas pedras das paredes mencionadas em i), ii), iii), iv) os valores são 0.77, 0.72, 0.85 e (0.98 a 1.00), respectivamente.

Quanto aos índices determinados pelos desvios simples médio e quadrático médio, as pedras são regulares se estes valores forem próximos de zero, uma vez que estes consistem na medição do desvio face a um rectângulo perfeito. No índice obtido pelo desvio simples médio encontram-se valores negativos, devido ao facto de o desvio medido por lado se encontrar para dentro do rectângulo em questão. Assim, como o valor do índice da pedra é a média dos desvios, se este se apresentar negativo significa que a pedra encontra-se desviada por defeito em relação a um rectângulo perfeito. Para além disto, também ocorrem situações de compensação de desvios dos lados, sendo o resultado final da pedra um valor que não reflecte a sua irregularidade. Por exemplo: na parede CG1, a pedra 35 exhibe um valor de 0.4% de desvio simples, nestas condições, a pedra seria praticamente regular; contudo, o que se verifica é que a irregularidade desta pedra não corresponde a este valor. Identicamente, na parede CG2, a pedra 19 exhibe o valor 0.0 % de desvio simples, o que significa que a pedra seria um rectângulo perfeito e no entanto, esta apresenta-se visivelmente irregular. Perante isto, constata-se que o índice determinado pelo desvio simples médio não se afigura adequado. Quanto ao índice determinado pelo desvio quadrático médio obtêm-se valores próximos de zero em pedras regulares (conforme se tinha previsto), como se verifica na parede SE1, e valores de desvio elevados em pedras irregulares, nomeadamente, a pedra 98 da parede VG1, que exhibe um valor de 32.3%.

Assim, verifica-se que o cálculo do índice pelo I_{RA} e pelo desvio quadrático médio são as duas formas que conduzem a melhores resultados. No entanto, pelos I_{RA} não são cumpridas as características da pedra, tais como perímetro e área, o que acaba por não respeitar a área total da parede, pois será maior nas situações de irregularidade.

Deste modo e direccionando a atenção sobre os valores obtidos de $\hat{\delta}_{parede}(\%)$, pode-se propor uma classificação da regularidade da parede observando os valores dos desvios obtidos e a regularidade da parede.

A forma das pedras é importante, nomeadamente o facto de se aproximar a um rectângulo, pois este requisito confere um bom imbricamento entre os elementos resistentes e assegura a transmissão das forças de atrito que são responsáveis pela capacidade resistente de uma parede às solicitações horizontais no plano.

Perante o exposto, com base nas amostras e nas condições impostas para a construção e posicionamento do rectângulo equivalente, uma possível definição de classes de irregularidade poderia ser a seguinte:

- A – Regular, concede um bom imbricamento entre as pedras, com limites de desvio entre 0% e os 5% inclusive;
- B – Parcialmente regular, com limites de desvio entre os 5% e os 13.3% inclusive;
- C – Irregular, o imbricamento entre as pedras é mau, com valores de desvio superiores a 13.3%.

Naturalmente que sendo este estudo algo pioneiro nesta temática a classificação acima sugerida é passível de alterações mais ou menos importantes, portanto não se pode afirmar peremptoriamente que a definição adoptada para o rectângulo equivalente seja a melhor. Outras definições alternativas podem ser adoptadas que conduzirão a resultados dependentes dos desvios obtidos, pelo que esta estratégia não se possa considerar estabilizada. Não obstante, o processo de cálculo dos desvios pode facilmente ser adoptado a outras definições/ posicionamento do rectângulo equivalente.

3.4. SÍNTESE DA CARACTERIZAÇÃO GEOMÉTRICA

O estudo deste trabalho incide sobre paredes de folha simples com diferentes padrões de regularidade, às quais foi realizado o levantamento geométrico do seu plano, por fotogrametria com recurso ao programa PhotoModeler.

Uma vez obtidos os modelos geométricos das paredes, foram encontradas três definições para o rectângulo equivalente, sendo estas:

- i) com base na área real da forma da pedra e inércia polar real,
- ii) com base na área real da forma da pedra e perímetro real,
- iii) e nas situações que não era possível obter as dimensões do rectângulo equivalente de acordo com i) e ii), este foi determinado pelo rectângulo homotético do envolvente considerando-se a área igual à área real da forma da pedra.

O passo seguinte consiste na definição de índices de regularidade, tendo sido estes:

- iv) baseado na razão entre perímetros real e equivalente (I_{Rp}),
- v) baseado na razão entre áreas real/ rectângulo envolvente (I_{RA}),

- vi) baseado no desvio quadrático médio e simples médio da forma da pedra face ao rectângulo equivalente.

Os índices de regularidade indicados em iv) e v) foram determinados com recurso a folhas de cálculo em Excel tendo por hipótese que a pedra seria regular quanto mais se aproximassem estes valores da unidade, para os indicados em vi) foi usada uma aplicação em Matlab R2009b (The MathWorks (2009)) em que a pedra seria regular na medida que os desvios se aproximassem de zero. Neste último processo o rectângulo equivalente usado para comparação encontrava-se com o centro de gravidade centrado com o da forma da pedra.

Na fase de análise de resultados verificou-se que no índice obtido pela razão entre perímetros (I_{R_p}) os valores aproximam-se todas da unidade independentemente da pedra ser regular ou irregular. No índice relativo à razão entre áreas (I_{R_A}) não são respeitadas as características da pedra como a área e o perímetro, no entanto os valores obtidos fornecem uma indicação relevante do desvio da forma da pedra em relação ao rectângulo envolvente. Quanto ao índice determinado pela medição do desvio simples médio da forma face ao rectângulo equivalente ocorrem situações de compensação de valores dos desvio dos lados do rectângulo quando calculado o índice da pedra. Relativamente ao índice resultante do desvio quadrático médio da forma face ao rectângulo equivalente, constatou-se ser o mais apropriado, no entanto não se pode afirmar que a definição do rectângulo equivalente usada no cálculo destes desvios seja a melhor, devendo procurar-se definições alternativas e a influência do seu posicionamento.

Por último avançou-se com uma possível classificação das paredes em termos de regularidade baseada no índice obtido pelo desvio quadrático médio face ao rectângulo equivalente.

4

AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA ALVENARIA NOS CASOS DE ESTUDO

4.1. INTRODUÇÃO

No capítulo 2 foram descritas algumas metodologias de avaliação e classificação da qualidade de paredes de alvenaria de pedra. Dessas metodologias, duas são possíveis de ser aplicadas aos casos de estudo incluídos neste trabalho, pois apoiam-se essencialmente na constituição tipológica e geométrica dos mesmos. São elas a que se baseia na avaliação do Índice de qualidade de alvenaria de pedra (aqui referido apenas por IQM) e a que assenta na Linha do Traçado Mínimo (LMT).

Nos subcapítulos seguintes descreve-se a sua aplicação aos casos de estudo.

4.2. ÍNDICE DE QUALIDADE EM ALVENARIA DE PEDRA

De acordo com o exposto em 2.4.1, são sete os parâmetros a analisar para aplicar o método IQM. Desses sete, para os presentes casos de estudo, apenas quatro são aplicáveis por se tratar de paredes de folha simples, nomeadamente:

- i) F.EL. – Forma do elemento resistente,
- ii) S.G. – Desfasamento entre juntas verticais,
- iii) OR – Presença de fiadas horizontais,
- iv) RE.EL. – Qualidade do elemento resistente.

Nas secções seguintes procede-se à análise desses parâmetros para as diversas paredes estudadas.

4.2.1. PRESENÇA DE ELEMENTOS RESISTENTES DE FORMA QUADRANGULAR (F.EL.)

As paredes que apresentam, em pelo menos $\frac{3}{4}$ da sua superfície e espessura, elementos resistentes de forma quadrangular, significa que **Respeitam** este parâmetro. Quando os elementos são irregulares ou arredondados ou seixos, sendo $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ da superfície da parede composta por este material então **Respeita Parcialmente** o parâmetro em questão; por outro lado, se a extensão da superfície da parede constituída por este material for superior a $\frac{1}{2}$, este parâmetro **Não é Respeitado**.

Para a verificação deste parâmetro, basta que apenas duas faces horizontais sejam planas em cada pedra.

De acordo com estas condições e com as figuras 3.19, 3.20, 3.21, 3.22 e 3.23, as paredes analisadas são então agrupadas do seguinte modo:

- **Respeitam:** SE1, SE2, MF1.
- **Respeitam Parcialmente:** CG1, CG2, CG3, CG5, FI3
- **Não Respeitam:** CG4, CG6, VG1, FI1, FI2.

De acordo com o exposto na secção 2.4.1, a pontuação para este parâmetro é a resumida na tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Pontuação relativa ao parâmetro elementos resistentes de forma quadrada, diferenciada segundo acções solicitantes, (Binda *et al* (2009)).

Elementos Resistentes de forma quadrangular (F.E.L.)	Acções Verticais			Acções fora do plano			Acções no plano		
	NR	PR	R	NR	PR	R	NR	PR	R
	0.0	1.5	3.0	0.0	1.0	2.0	0.0	1.0	2.0

4.2.2. PRESENÇA DE DESFASAMENTO ENTRE AS JUNTAS VERTICAIS (S.G.)

As paredes ilustradas na figura 4.1 apresentam as juntas verticais alinhadas com a zona central da pedra inferior, facto que se verifica aproximadamente por toda a extensão. Na parede 1 (edifício 1) da zona da Sé (SE1), o desfaseamento das juntas verticais é evidente; no entanto, na parede 1 da casa da zona da Muralha Fernandina (MF1), embora existam algumas situações em que a posição da junta vertical respeita parcialmente o parâmetro em questão, este é cumprido na maior parte da parede.

Nestas condições diz-se que **Respeitam** o desfaseamento entre juntas verticais.

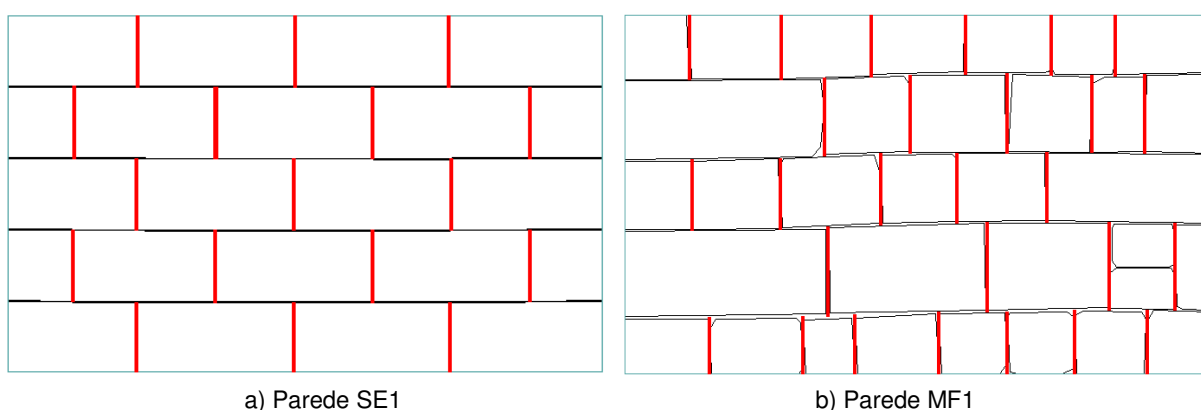


Figura 4.1 - Representação do desfaseamento entre juntas verticais nas Paredes: a) SE1; b) MF1.

As paredes ilustradas na figura 4.2 apresentam as juntas verticais alinhadas entre a zona central da pedra inferior e o seu bordo, facto que é observado aproximadamente por toda a extensão, embora se verifiquem alguns alinhamentos que não respeitam esta condição. Deste modo pode-se considerar que **Respeitam Parcialmente**.

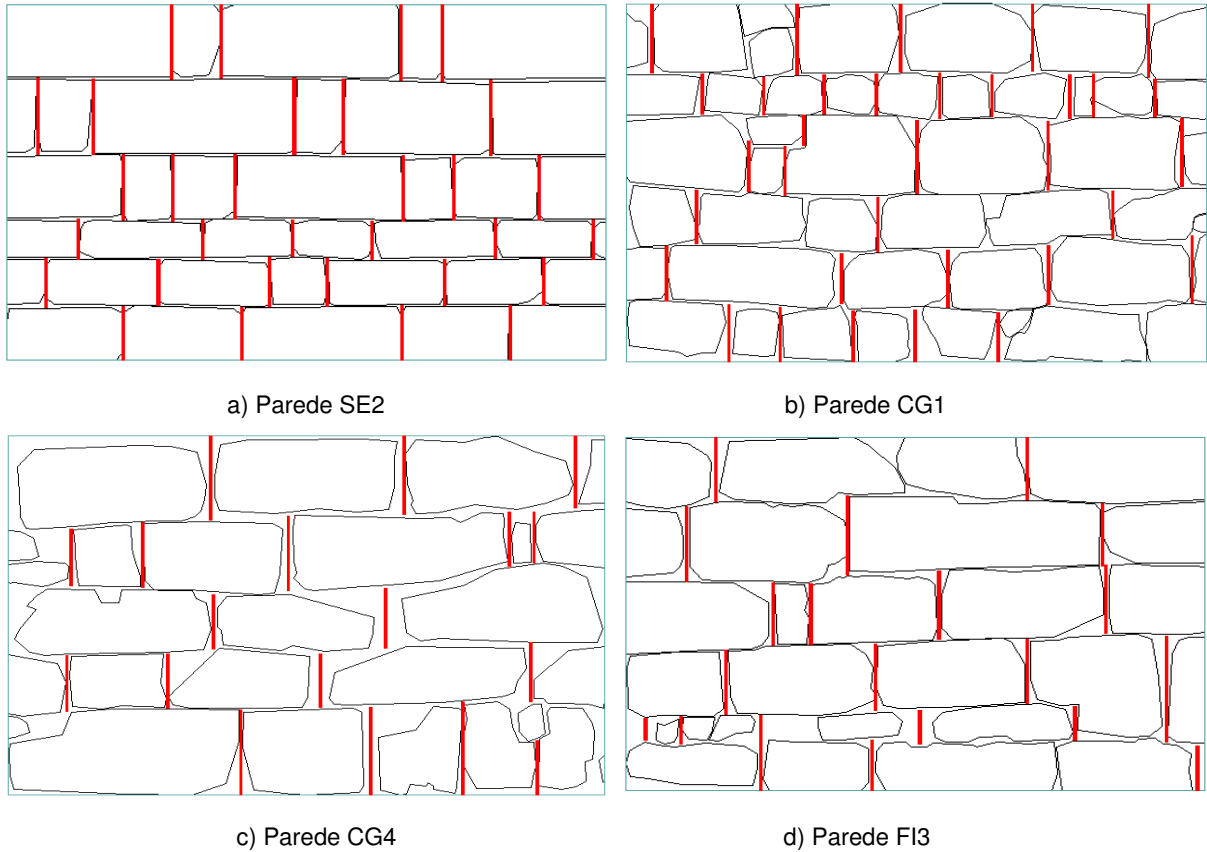


Figura 4.2 - Representação do desfasamento entre juntas verticais nas Paredes: a) SE2; b) CG1; c) CG4; d) FI3.

As paredes ilustradas na figura 4.3 apresentam juntas verticais contínuas entre dois ou mais elementos, facto que se verifica em muitas partes das paredes. Deste modo **Não Respeitam** o desfasamento vertical.

Em concordância com o referido na secção 2.4.1, a pontuação para este parâmetro é sintetizada na tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Pontuação relativa ao parâmetro presença de desfasamento vertical entre juntas verticais, diferenciada segundo acções solicitantes, (Binda *et al* (2009)).

Presença de desfasamento entre juntas verticais (S.G.)	Acções Verticais			Acções fora do plano			Acções no plano		
	NR	PR	R	NR	PR	R	NR	PR	R
	0.0	0.5	1.0	0.0	0.5	1.0	0.0	1.0	2.0

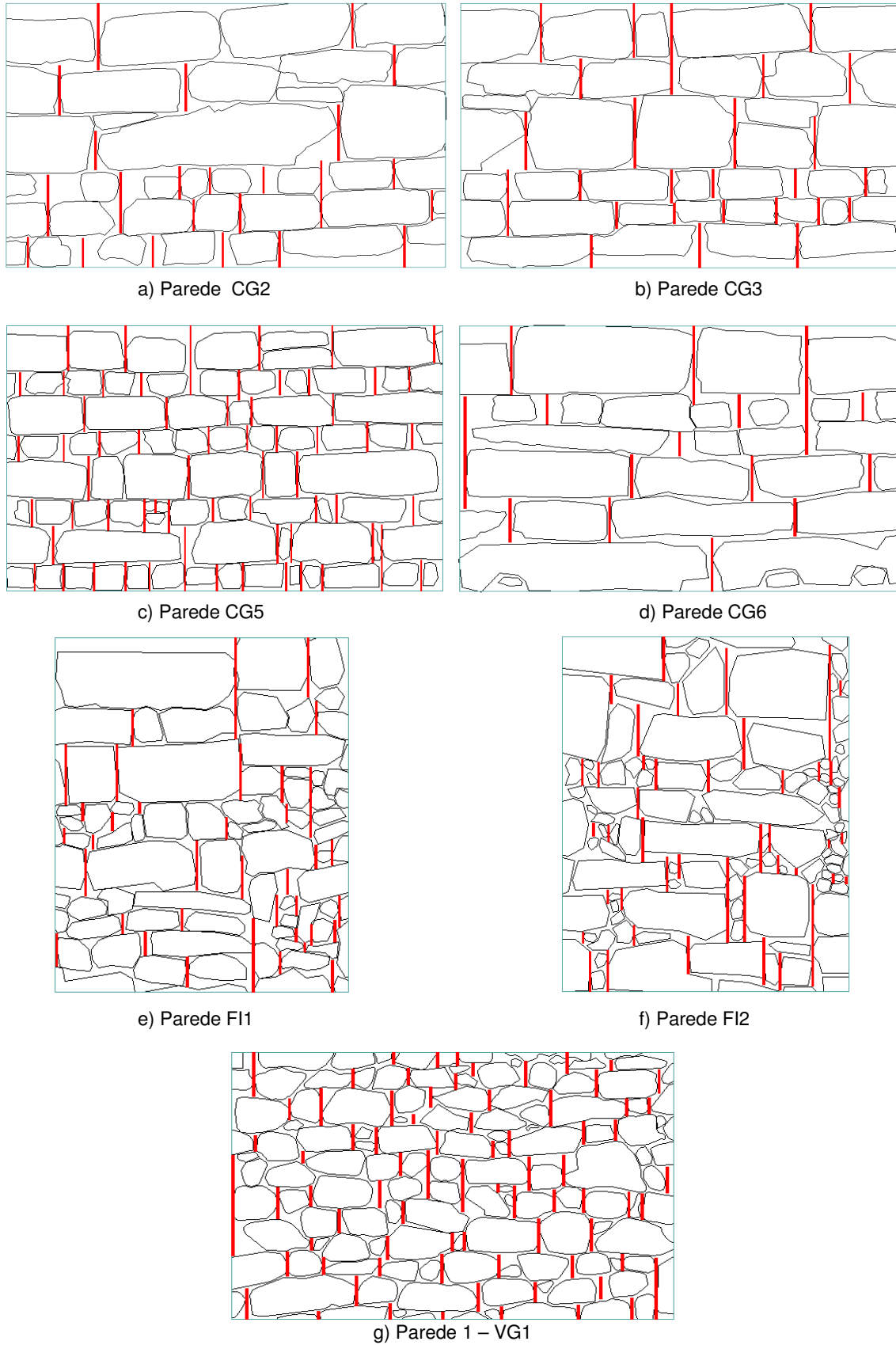
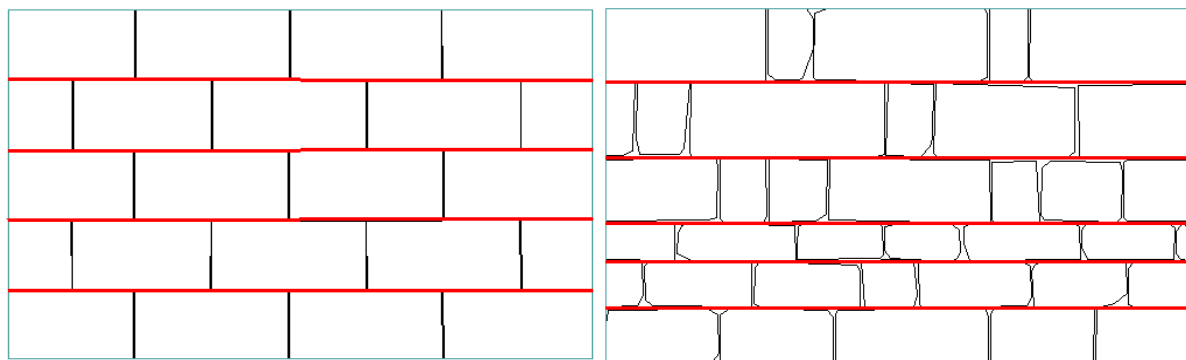


Figura 4.3 – Representação do desfasamento entre juntas verticais nas Paredes:
a) CG2; b) CG3; c) CG5; d) CG6; e) FI1; f) FI2; g) VG1.

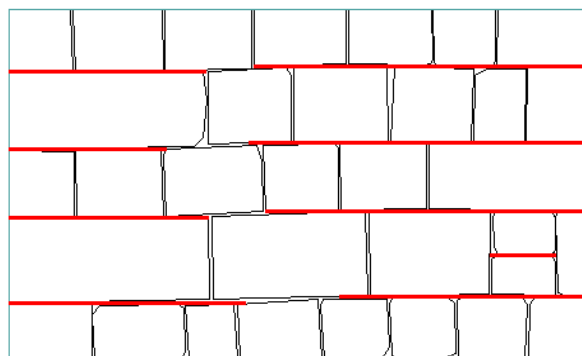
4.2.3. PRESENÇA DE FIADAS HORIZONTAIS (OR.)

As paredes ilustradas na figura 4.4 apresentam os traços horizontais ao longo de grande parte do seu comprimento, os quais não se apresentam interrompidos de forma desfasada, em relação à altura. De acordo com o observado, verifica-se que, dos casos de estudo do presente trabalho, apenas as paredes regulares **Respeitam** o parâmetro correspondente à presença de fiadas horizontais. Contudo, isso não significa que seja cumprido só nestes casos, pois poderá eventualmente surgir uma situação em que as pedras sejam irregulares mas com fiadas horizontais.



a) Parede SE1

b) Parede SE2



c) Parede MF1

Figura 4.4 - Representação das fiadas horizontais nas Paredes:
a) SE1; b) SE2; c) MF1.

Nas paredes ilustradas na figura 4.5, o aparelho por vezes é definido com recurso a fiadas sub-horizontais. Em relação à distribuição dos traços horizontais, não abrangem a totalidade do comprimento da parede mas apenas uma fracção que, por regra, será menos de $\frac{3}{4}$. O parâmetro em questão deverá ser cumprido em grande parte da parede, podendo apresentar apenas alguns desfasamentos em altura, situação que se verifica nestas paredes. De acordo com o observado, **Respeitam Parcialmente** o parâmetro correspondente à presença de fiadas horizontais.

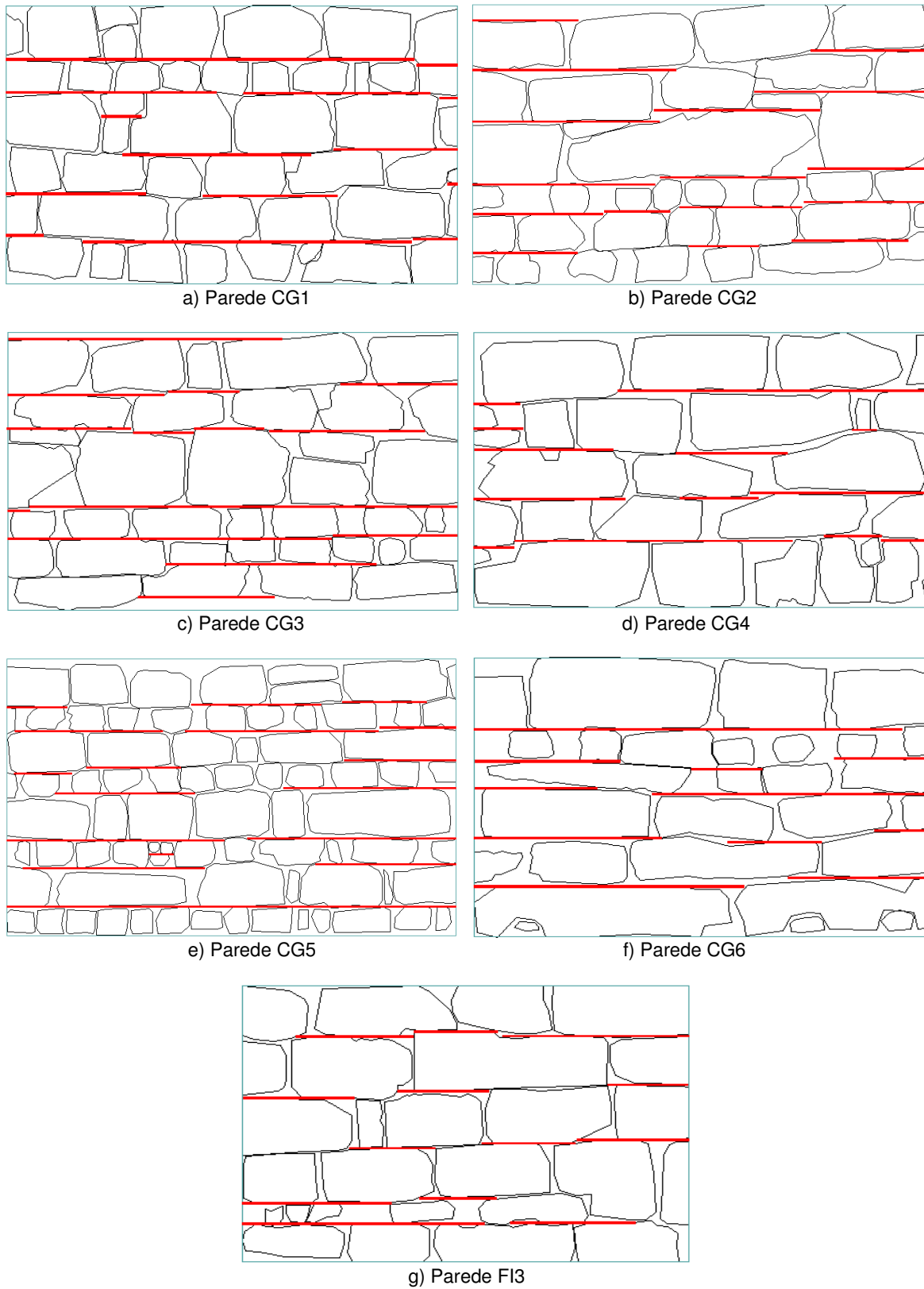


Figura 4.5 - Representação das fiadas horizontais nas Paredes:
a) CG1; b) CG2; c) CG3; d) CG4; e) CG5; f) CG6; g) FI3.

As paredes ilustradas na figura 4.6 apresentam os traços horizontais constantemente interrompidos, logo **Não Respeitam** o parâmetro correspondente à presença de fiadas horizontais

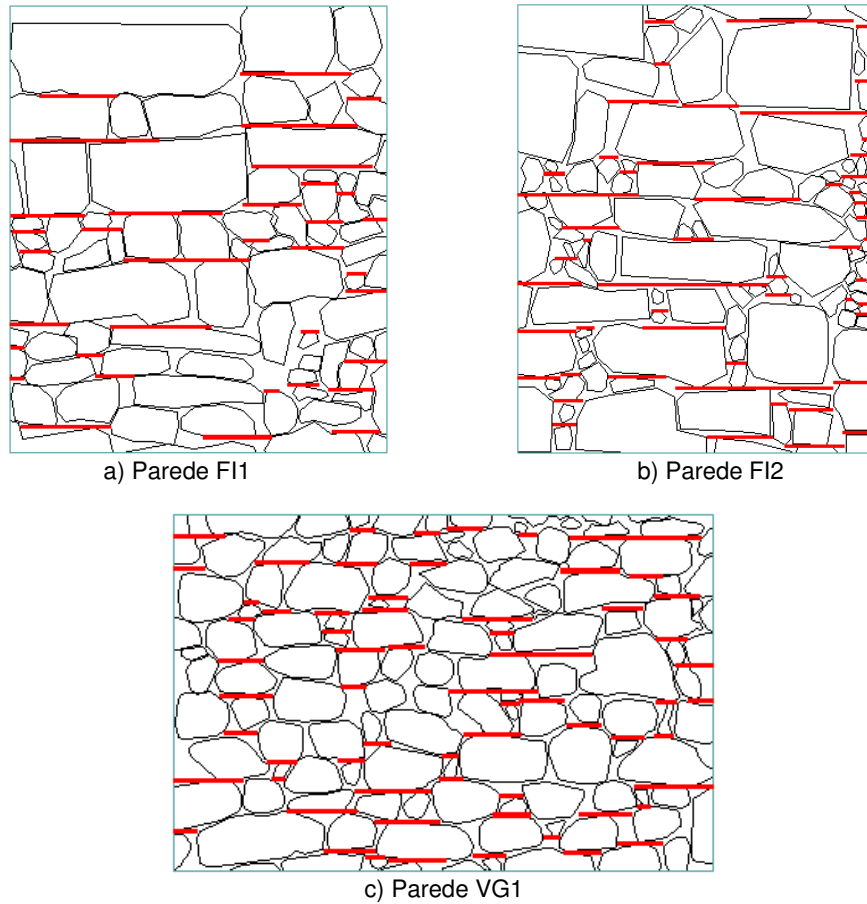


Figura 4.6 – Representação das fiadas horizontais nas Paredes: a) FI1; b) FI2; c) VG1.

O parâmetro correspondente à presença de fiadas horizontais, de acordo com o método do índice de qualidade em alvenaria de pedra, para as acções de solicitação verticais fora do plano ou no plano, apresenta os valores da tabela 4.3, em que **NR** (Não Respeitam), **PR** (Respeitam Parcialmente) e **R** (Respeitam) o parâmetro em questão.

Tabela 4.3 – Pontuação relativa ao parâmetro de presença de fiadas horizontais, diferenciada segundo acções solicitantes, (Binda *et al* (2009)).

Presença de Fiadas Horizontais (OR.)	Acções Verticais			Acções fora do plano			Acções no plano		
	NR	PR	R	NR	PR	R	NR	PR	R
	0.0	1.0	2.0	0.0	1.0	2.0	0.0	0.5	1.0

4.2.4. QUALIDADE DOS ELEMENTOS RESISTENTES (RE.EL.)

Relativamente a este parâmetro, uma parede Respeita quando os seus elementos resistentes não estão degradados ou em ruína. Por outro lado, Não Respeitam quando os elementos se apresentam severamente degradados, arruinados devido à humidade ou erosão. O Respeito Parcial corresponde a uma situação intermédia. De acordo com o exposto, pode-se considerar que os casos de estudo apresentam elementos resistentes de boa qualidade, respeitando assim este parâmetro.

Na tabela 4.4 encontra-se de forma resumida a pontuação para a situação em que este parâmetro é respeitado.

Tabela 4.4 - Pontuação relativa ao parâmetro boa qualidade dos elementos resistentes, diferenciada segundo acções solicitantes, (Binda *et al* (2009)).

Qualidade dos Elementos resistentes (RE.EL.)	Acções Verticais	Acções fora do plano	Acções no plano
	R	R	R
	1.0	1.0	1.0

4.2.5. OUTROS PARÂMETROS

Como já referido anteriormente, só quatro dos sete parâmetros necessários para a avaliação do IQM é que são possíveis aplicar. De facto, para os restantes três parâmetros, que correspondem à Qualidade da argamassa (MA.), Presença de travadouros (P.D.) e Dimensão dos elementos resistentes (D.EL.) não é possível uma avaliação detalhada e sustentada. O estudo elaborado neste trabalho baseia-se em paredes de folha simples, nestas condições não se realiza a análise do parâmetro presença de travadouros (P.D.), mas como o objectivo deste parâmetro é conferir comportamento monolítico às paredes este requisito nos casos de estudo é cumprido. No caso da dimensão dos elementos resistentes (D.EL.) as condições de respeito referidas na tabela 2.10 e 2.11 estão de acordo com as construções italianas, sendo que nos casos em estudo as pedras apresentam dimensões superiores, deste modo este parâmetro terá que ser adaptado às construções portuguesas para ser analisado.

Como o objectivo é aplicar o método de análise para determinação do índice de qualidade da alvenaria de pedra para comparação dos casos de estudo deste trabalho, admitiu-se que as paredes Respeitam Parcialmente os parâmetros qualidade da argamassa (MA.) e dimensão do elemento resistente (D.EL.)

A tabela 4.5 resume a pontuação para os três parâmetros (MA., P.D., D.EL.) de acordo com o critério estabelecido.

Tabela 4.5 - Pontuação relativa aos três parâmetros MA., P.D., e D.EL., diferenciada segundo acções solicitantes, (Binda *et al* (2009)).

Parâmetro	Acções Verticais			Acções fora do plano			Acções no plano		
	MA.	P.D.	D.EL.	MA.	P.D.	D.EL.	MA.	P.D.	D.EL.
R		1.0			3.0			2.0	
PR	0.5		0.5	0.5		0.5	1.0		0.5

4.2.6. DETERMINAÇÃO DO I.Q.M. E RESPECTIVA CLASSE PARA CADA UM DOS CASOS DE ESTUDO.

A determinação do índice de qualidade é realizado após a análise de grau de verificação dos parâmetros para cada uma das paredes em estudo, aplicando a pontuação definida na tabela 2.13, que se encontra diferenciada de acordo com a acção solicitante, e a equação 2.1. A classe é depois obtida através das condições indicadas na tabela 2.14.

Resultam assim os valores dos índices e as classe indicados nas tabelas 4.6 a 4.10 para as diversas paredes analisadas.

Tabela 4.6 – Índice e Classe de qualidade de alvenaria de pedra para as paredes da casa do Quarteirão do Corpo da Guarda.

Paredes	I.Q.M.			Classe		
	Acções Verticais	Acções fora do plano	Acções no plano	Acções Verticais	Acções fora do plano	Acções no plano
CG1	5.0	6.5	6.0	A	B	A
CG2	4.5	6.0	5.0	B	B	A
CG3	4.5	6.0	5.0	B	B	A
CG4	3.5	5.5	5.0	B	B	A
CG5	4.5	6.0	5.0	B	B	A
CG6	3.0	5.0	4.0	B	B	B

Tabela 4.7 – Índice e Classe de qualidade em alvenaria de pedra para as paredes da casa do Quarteirão da Feitoria Inglesa.

Paredes	I.Q.M.			Classe		
	Acções Verticais	Acções fora do plano	Acções no plano	Acções Verticais	Acções fora do plano	Acções no plano
FI1	2.0	4.0	3.5	C	C	B
FI2	2.0	4.0	3.5	C	C	B
FI3	5.0	6.5	6.0	A	B	A

Tabela 4.8 – Índice e Classe de qualidade em alvenaria de pedra para a parede da casa de Vila Nova de Gaia.

Parede	I.Q.M.			Classe		
	Acções Verticais	Acções fora do plano	Acções no plano	Acções Verticais	Acções fora do plano	Acções no plano
VG1	2.0	4.0	3.5	C	C	B

Tabela 4.9 – Índice e Classe de qualidade em alvenaria de pedra para as paredes da zona da Sé.

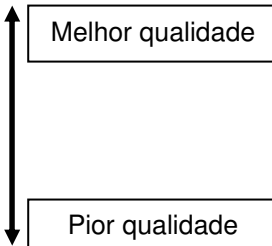
Paredes	I.Q.M.			Classe		
	Acções Verticais	Acções fora do plano	Acções no plano	Acções Verticais	Acções fora do plano	Acções no plano
SE1	8.0	9.0	8.5	A	A	A
SE2	7.5	8.5	7.5	A	A	A

Tabela 4.10 – Índice e Classe de qualidade em alvenaria de pedra para a parede da casa da zona da Muralha Fernandina.

Parede	I.Q.M.			Classe		
	Acções Verticais	Acções fora do plano	Acções no plano	Acções Verticais	Acções fora do plano	Acções no plano
MF1	8.0	9.0	8.5	A	A	A

Analisando as classes obtidas verifica-se que a Parede CG1, bem como a Parede FI3, apresentam um bom comportamento quando submetidas a acções solicitantes verticais e no plano e um comportamento mediano perante acções fora do plano. As Paredes CG2, CG3, CG4 e CG5 apresentam bom comportamento para acções de solicitação no plano. Relativamente à Parede CG6, quando submetida às diversas acções de solicitação comporta-se de forma mediana. As paredes dos pisos inferiores da casa do quarteirão da Feitoria Inglesa são visivelmente distintas da parede do piso superior. Na avaliação realizada observa-se que as paredes FI1 e FI2 apresentam um comportamento insuficiente em relação a acções verticais e fora do plano, tal como a parede VG1. As paredes SE1, SE2 e MF1 possuem um bom comportamento às acções solicitantes.

Deste modo, ordenando as paredes em estudo de forma decrescente de qualidade, obtém-se:

1. SE1, MF1 e SE2
 2. CG1 e FI3
 3. CG2, CG3, CG4 e CG5
 4. CG6
 5. FI1, FI2 e VG1
- 

4.3. LINHA DE MÍNIMO TRAÇADO

Para uma dada parede, a Linha de Mínimo Traçado corresponde à linha de menor percurso possível para as forças de atrito, quando a parede estiver a ser tracionada na direcção horizontal, conforme descrito no capítulo 2 do presente trabalho. Para a obtenção desta linha é necessário numa primeira fase a definição de uma amostra da parede em alvenaria de pedra, ou seja, extracção de um painel com dimensões de 1x1 m². No programa AutoCAD e sobre a referida amostra, são marcadas as linhas de menor resistência reconhecíveis desde o topo até à parte inferior da amostra que não se tocam ou se cruzam e é efectuada a sua medição. As figuras 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 e 4.11 correspondem a um esquema

representativo da Linha de Mínimo Traçado para amostras de parede com 1x1 m² referentes aos diversos casos de estudo.

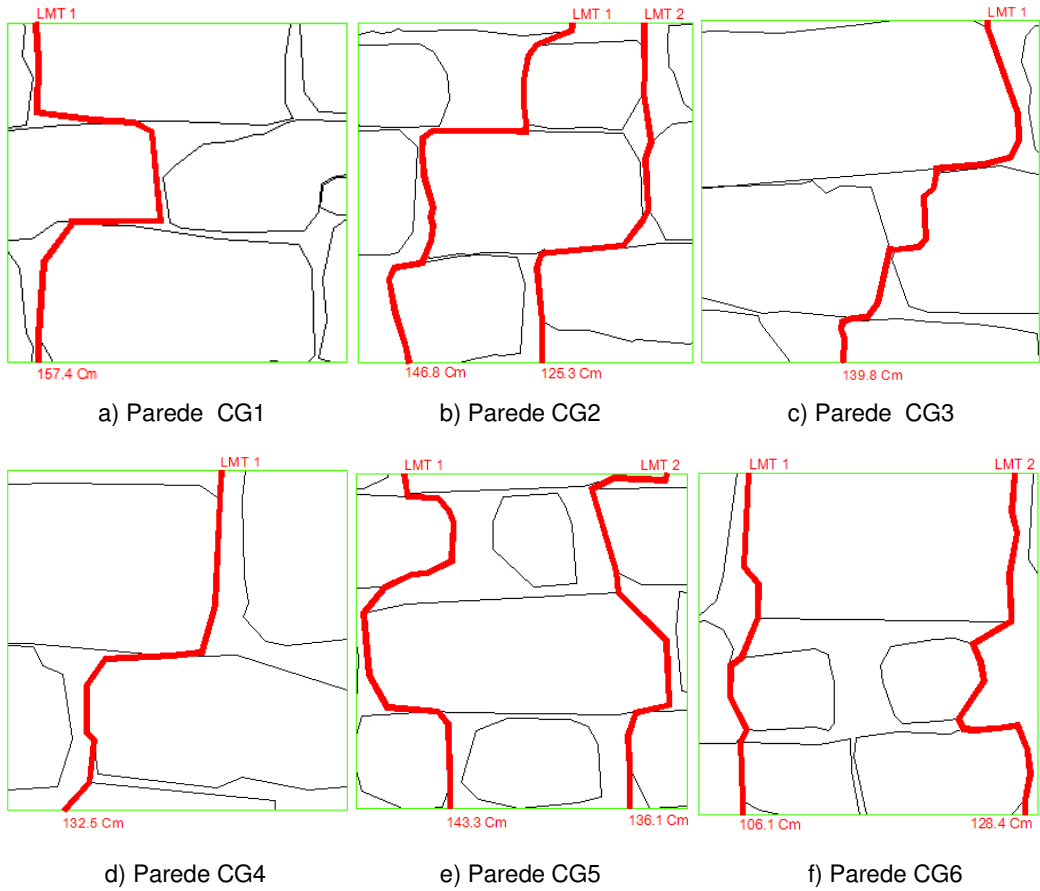


Figura 4.7 – Esquemas representativos da Linha de Mínimo Traçado para as paredes: a) CG1; b) CG2; c) CG3; d) CG4; e) CG5; f) CG6.

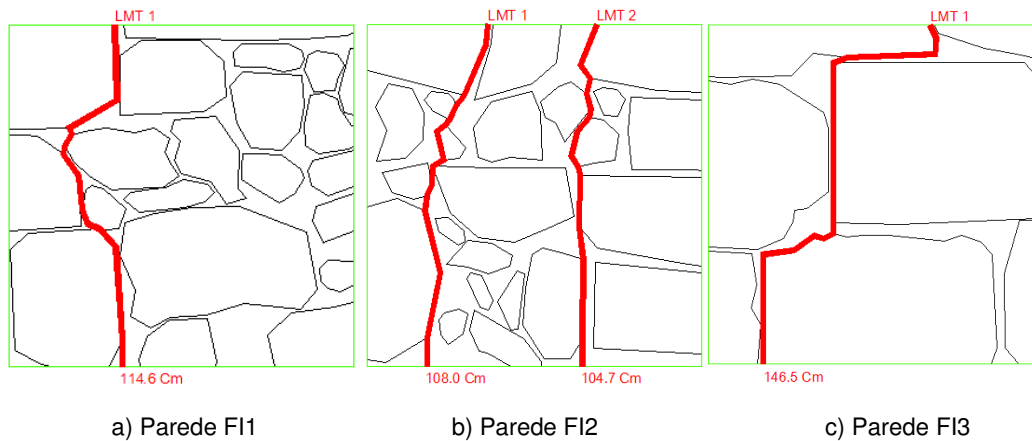


Figura 4.8 - Esquemas representativos da Linha de Mínimo Traçado para as paredes: a) FI1; b) FI2; c) FI3.

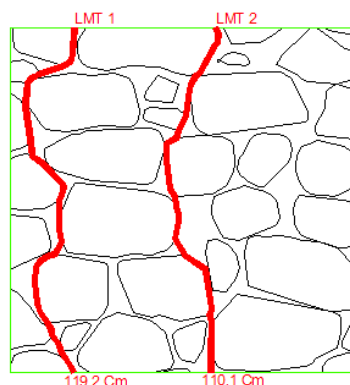


Figura 4.9 - Esquemas representativos da Linha de Mínimo Traçado para VG1.

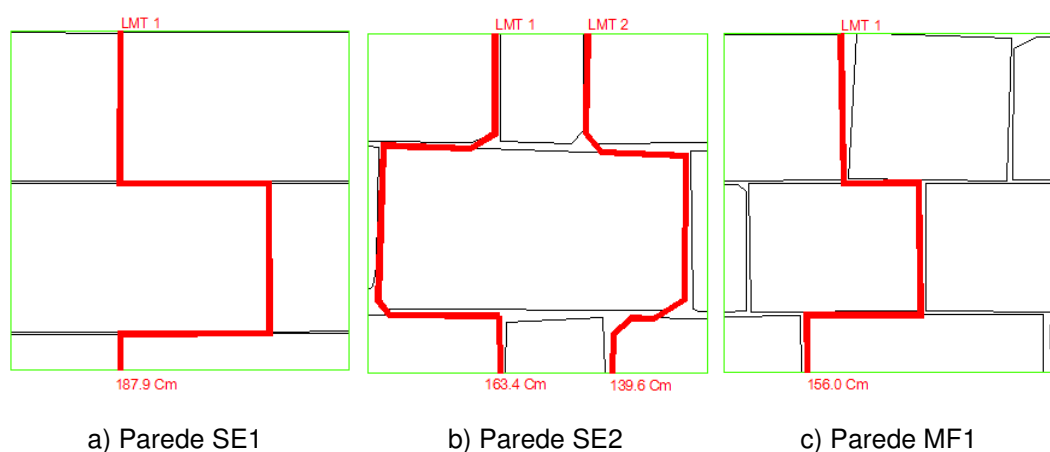


Figura 4.10 - Esquemas representativos da Linha de Mínimo Traçado para as paredes SE1, SE2 e MF1.

Tendo em consideração os valores especificados na tabela 2.15 do capítulo 2, a análise feita nas amostras de parede, revela que os casos em estudo apresentam níveis de vulnerabilidade face a ações sísmicas indicados nas tabelas 4.11, 4.12, 4.13, 4.14 e 4.15 dependentes da qualidade construtiva. Nas situações em que são reconhecíveis mais do que uma linha, o valor usado na determinação do nível de vulnerabilidade corresponde à linha que apresenta menor comprimento.

Tabela 4.11 – Nível de vulnerabilidade para as paredes da casa do Quarteirão do Corpo da Guarda.

Paredes	Nível
CG1	4
CG2	2
CG3	3
CG4	3
CG5	3
CG6	1

Tabela 4.12 - Nível de vulnerabilidade para as paredes da casa do Quarteirão da Feitoria Inglesa.

Paredes	Nível
FI1	1
FI2	1
FI3	4

Tabela 4.13 - Nível de vulnerabilidade para a parede da casa de Vila Nova de Gaia.

Casa de Vila Nova de Gaia	Nível
VG1	1

Tabela 4.14 - Nível de vulnerabilidade para as paredes da zona da Sé.

Zona da Sé	Nível
SE1	5
SE2	4

Tabela 4.15 - Nível de vulnerabilidade para a parede da casa da zona da Muralha Fernandina.

Zona da Muralha Fernandina	Nível
MF1	4

De acordo com os valores obtidos, as paredes com o nível 4 e 5 são as que apresentam boa qualidade construtiva e eficácia quando submetidas a forças de tracção, em oposição às de nível 1. As paredes de níveis 2 e 3 apresentam uma qualidade construtiva mediana e uma eficácia variável, entre escassa a média. Procurou-se definir painéis que fossem representativos das características construtivas das paredes, mas mesmo assim deve-se ter em atenção que uma amostra de dimensões $1 \times 1 \text{ m}^2$ pode não ser suficiente para definição dos níveis de vulnerabilidade. Por exemplo, em paredes cujas pedras constituintes apresentam grandes dimensões só se conseguem definir uma linha de mínimo traçado que, porventura, poderá não ser representativa do nível de vulnerabilidade da parede em estudo.

4.4. COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO E PARÂMETROS DE REGULARIDADE

Neste subcapítulo são apresentadas três tabelas comparativas entre os métodos de classificação analisados, nomeadamente o índice de qualidade (I.Q.M.) e a linha de mínimo traçado (L.M.T.), e os índices de regularidade que conduziam aos melhores resultados (I_{RA} e $\hat{\delta}_{parede}$ (%)).

Tabela 4.16 – Comparação de métodos de classificação e parâmetros de regularidade_parte 1


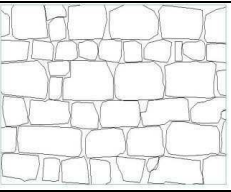

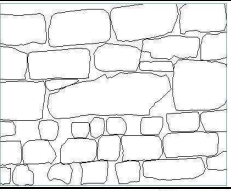

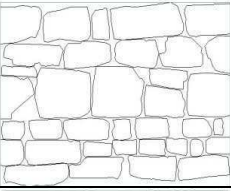

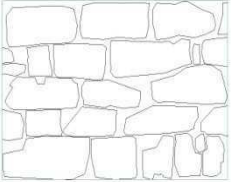
Parede	Imagem	Aparelho	IQM/Classe			LMT		I_R	
			Acções verticais	Acções fora do plano	Acções no plano	Nível de imbricamento	Vulnerabilidade	I_{RA}	$\hat{\delta}$ (%) Parede
CG1			5.0/A	6.5/B	6.0/A	157.4 Cm	4/Limitada	0.86	10.4
CG2			4.5/B	6.0/B	5.0/A	125.3 Cm	2/Acentuada	0.85	10.5
CG3			4.5/B	6.0/B	5.0/A	139.8 Cm	3/Média	0.86	9.6
CG4			3.5/B	5.5/B	5.0/A	132.5 Cm	3/Média	0.84	13.3

Tabela 4.17 - Comparação de métodos de classificação e parâmetros de regularidade_parte 2


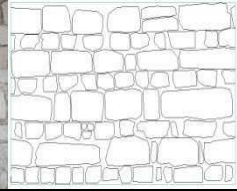

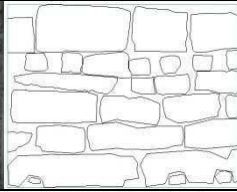



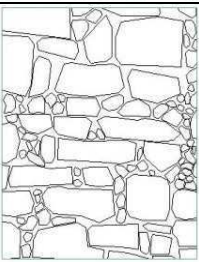

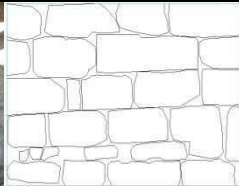

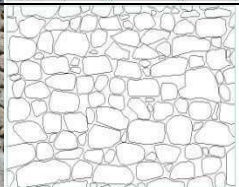

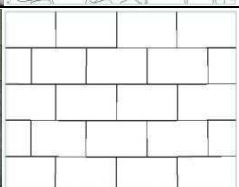

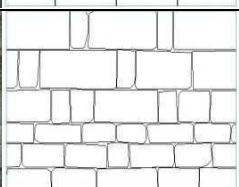

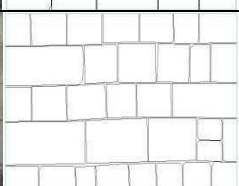
Parede	Imagem	Aparelho	IQM/Classe			LMT		I _R	
			Acções verticais	Acções fora do plano	Acções no plano	Nível de imbricamento	Vulnerabilidade	I _{RA}	$\hat{\delta}$ (%) Parede
CG5			4.5/B	6.0/B	5.0/A	139.7 Cm	3/Média	0.87	8.7
CG6			3.0/B	5.0/B	4.0/B	117.3 Cm	1/Acentuada	0.85	14.0
FI1			2.0/C	4.0/C	3.5/B	114.6 Cm	1/Acentuada	0.80	13.4
FI2			2.0/C	4.0/C	3.5/B	104.4 Cm	1/Acentuada	0.79	13.8

Tabela 4.18 - Comparação de métodos de classificação e parâmetros de regularidade_parte 3

Parede	Imagem	Aparelho	IQM/Classe			LMT		I _R	
			Acções verticais	Acções fora do plano	Acções no plano	Nível de imbricamento	Vulnerabilidade	I _{RA}	$\hat{\delta}$ (%) Parede
FI3			5.0/A	6.5/B	6.0/A	146.5 Cm	4/Limitada	0.88	8.0
VG1			2.0/C	4.0/C	3.5/B	114.7 Cm	1/Acentuada	0.76	14.7
SE1			8.0/A	9.0/A	8.5/A	187.9 Cm	5/Baixa	0.99	0.7
SE2			7.5/A	8.5/A	7.5/A	151.5 Cm	4/Limitada	0.97	2.9
MF1			8.0/A	9.0/A	8.5/A	156 Cm	4/Limitada	0.97	2.8

4.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas paredes SE1, SE2 e MF1 obtiveram-se os maiores valores do índice da qualidade da alvenaria quando comparado com as restantes paredes, bem como uma classe A, o que significa que apresentam bom comportamento relativamente a todas acções que solicitam a parede. Para além disto, verifica-se que são estas paredes que apresentam maiores níveis de imbricamento, logo pouca vulnerabilidade, sendo que este imbricamento relaciona-se com a regularidade dos elementos resistentes, uma vez que uma parede com juntas que respeitam o alinhamento vertical e o alinhamento horizontal conduzem a um maior comprimento da linha de mínimo traçado, no entanto a dimensão das pedras também influência. Para estas paredes obtiveram-se ainda índices que indicam pedras regulares, como no caso de I_{RA} , que apresentam valores próximos da unidade e no $\hat{\delta}_{Parede}$ (%) com valores de desvio baixos.

As paredes FI1, FI2 e VG1 apresentam os valores mais baixos para o índice de qualidade da alvenaria e uma classe C, indicando um comportamento insuficiente quando submetida a acções solicitantes verticais e fora do plano. Curiosamente, são precisamente estas paredes que apresentam um aspecto irregular, tanto dos seus elementos resistentes como da sua disposição, apresentando assentamento aleatório. Os índices de regularidade obtidos pelo I_{RA} são os mais baixos, o que indicam pedras irregulares, uma vez que este valor é um valor por defeito face ao rectângulo envolvente, e pelo $\hat{\delta}_{Parede}$ (%), os valores mais altos, que indica a presença de pedras bem desviadas da forma de um rectângulo. Além disto, os níveis de imbricamento são os mais baixos, apresentando uma acentuada vulnerabilidade. Este facto deve-se à irregularidade dos elementos resistentes e à aleatoriedade com que se apresentam ao longo do pano de parede.

A parede CG6 exhibe índices de regularidade que indicam pedras irregulares quando comparado com outras paredes visivelmente mais irregulares e também nível de imbricamento acentuado, no entanto apresenta índices de qualidade que conduzem a um comportamento médio quando submetida às diversas acções solicitantes.

A classe qualidade obtida para esta parede poderá estar influenciada pelo parâmetro presença de travadouros, pois este não se adequa aos casos de estudo presentes neste trabalho, no entanto foi considerada a condição respeita este parâmetro para a determinação do índice de qualidade, sendo que este método deveria ser reajustado para as situações de paredes de folha simples.

As paredes CG1, CG2, CG3, CG4, CG5 e FI3 exibem aspecto parcialmente regular, em termos de forma e de alinhamentos dos elementos resistentes, sendo para estas paredes obtidos valores de índices de regularidade intermédios em relação aos das paredes mencionadas anteriormente, quer pelo I_{RA} quer pelo $\hat{\delta}_{Parede}$ (%). Além disto, os índices de qualidade da alvenaria e respectiva classe B indicam a presença de uma parede com um comportamento médio quando solicitada, facto que se verifica para as paredes CG2, CG3, CG4 e CG5 para acções verticais e fora do plano; estas paredes exibem níveis de imbricamento e vulnerabilidade intermédios, exceptuando a parede CG2 que apresenta vulnerabilidade acentuada. Curiosamente as paredes CG1 e FI3 só apresentam um comportamento médio sob acções fora do plano, apresentando vulnerabilidade limitada. Isto poderá acontecer, uma vez que dentro do grupo de paredes que se admitiram como parcialmente regulares, algumas apresentam-se visivelmente mais regulares do que outras.

A presença de juntas verticais desfasadas e fiadas horizontais conferem um determinado nível de imbricamento à parede, estando este intimamente ligado com a resistência da parede (capacidade que também é influenciada pela forma dos elementos resistentes). No entanto, não funcionam em exclusividade. Parâmetros, como estado de conservação, qualidade da argamassa e relacionados com a

secção transversal, também são importantes na determinação da sua capacidade resistente, entrando inclusivamente na determinação do índice de qualidade e sua classificação.

5

CONCLUSÃO

5.1. COMENTÁRIOS FINAIS

Na presente dissertação procurou-se definir medidas quantitativas da regularidade de paredes em alvenaria de pedra. Para atingir este fim seleccionou-se na cidade do Porto e Vila Nova de Gaia um conjunto de paredes em alvenaria de pedra à vista com diferentes padrões de regularidade dos seus elementos constituintes no plano da parede, tendo sido realizado o seu levantamento geométrico por fotogrametria. Foram também consultados diversos documentos, onde se encontrou a existência de dois métodos para a avaliação da qualidade da alvenaria de pedra. Um dos métodos consiste na atribuição de um valor numérico, obtendo-se uma classe de qualidade designada por índice de qualidade da alvenaria de pedra. Porém, e só neste método é que um dos parâmetros para a determinação da qualidade é relativo à regularidade das pedras constituintes da parede em estudo, sendo esta análise feita por observação não existindo uma metodologia de cálculo objectivo de índices de regularidade. Um outro método define o nível de vulnerabilidade a acções de tracção horizontal, através da delimitação da linha de mínimo traçado, ou seja, de menor resistência.

Neste contexto, procurou-se extrair diversas medidas que caracterizassem a forma da pedra e estabelecer uma metodologia através da qual fosse possível a definição de índices de regularidade. Deste modo, determinaram-se índices com base na razão entre perímetros, entre áreas e na medida do desvio da forma da pedra face a um rectângulo equivalente.

Contudo, verificou-se que o índice determinado através da razão entre o perímetro real e o equivalente, tendo por hipótese a aproximação ao valor unitário quando a pedra se assemelha a um rectângulo, não se adequa, uma vez que todos os seus resultados se aproximam do valor unitário mesmo quando a pedra é irregular. Relativamente ao índice encontrado através da razão entre a área real e a envolvente, não será o melhor pois as características da pedra, área e perímetro, não são respeitadas neste cálculo, mas ainda assim fornece uma indicação útil do desvio da forma em relação ao rectângulo que a envolve. Quanto ao índice determinado pela medição do desvio da forma da pedra em relação a um rectângulo equivalente, verifica-se que quando medido pelo desvio simples, como o desvio da pedra corresponde ao desvio médio dos lados, ocorrem situações de compensação de valores. Deste modo, constata-se que a forma mais adequada é a medição do desvio da forma da pedra através do desvio quadrático médio, para cujo cálculo foi utilizada uma aplicação em MatLab que não foi desenvolvida no âmbito deste trabalho.

Analisando os valores dos índices das paredes em estudo, obtidos através do desvio quadrático médio e por observação das pedras que as constituem, verifica-se a existência de paredes regulares, parcialmente regulares e irregulares. Tendo por base os valores de regularidade obtidos, avançou-se com uma possibilidade de proposta de três classes de regularidade:

- A – Regular, com limites de desvio entre os 0% e os 5% inclusive;
- B – Parcialmente Regular, com limites de desvio entre os 5% e os 13.3% inclusive;
- C – Irregular, com valores de desvios superiores a 13.3%.

Para além da determinação dos índices de regularidade, procedeu-se à análise dos casos de estudo relativamente ao Índice de Qualidade da alvenaria de pedra e à Linha de Mínimo Traçado.

Comparando as classes de regularidade encontradas com as classes referentes ao índice de qualidade e ao nível de vulnerabilidade, verifica-se que de um modo geral os três métodos indicam o mesmo tipo de comportamento para as mesmas paredes.

5.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

O índice de regularidade determinado pela medição do desvio quadrático médio verifica-se ser o melhor método. Assim seria interessante aperfeiçoar a aplicação em MatLab, por exemplo, por forma a permitir fazer a avaliação da presença de fiadas horizontais e o desfasamento das juntas verticais, possibilitando também a análise de regularidade da parede em relação a estes parâmetros. Seria também interessante procurar a influência de definições alternativas do rectângulo equivalente e alternar o seu posicionamento de forma a minimizar os desvios da forma da pedra face ao rectângulo equivalente.

Um outro ponto, que também teria interesse, era ensaiar paredes com diferentes índices de regularidade, avaliando-se a sua capacidade resistente, pois embora neste trabalho se tenha elaborado uma comparação entre os índices de regularidade, o índice de qualidade e a linha de mínimo traçado, prevendo-se o comportamento da parede com determinada irregularidade, seria interessante a sua validação experimentalmente.

BIBLIOGRAFIA

Almeida, C. *Caracterização e Tipificação de Elementos Construtivos em Alvenaria de Pedra*. Tese de Doutoramento em Engenharia Civil, FEUP (em curso).

Autodesk. AutoCAD2010.

Binda, L.; Cardani, G. (2008). *Linee Guida per la Definizione della Qualità Murario di Murature di Pietra e/o di Mattoni*. Progetto esecutivo 2005 – 2008, Progetto di ricerca N.1, Valutazione e Riduzione della Vulnerabilità di Edifici in Muratura, Rendicontazione Scientifica 3° anno, RELUIS, Dicembre 2008.

Binda, L.; Borri, A.; Cardani, G.; Doglioni, F. (2009). *Scheda Qualità Murario: Relazione Finale e Linee Guida per la Compilazione della Scheda di Valutazione della Qualità Murario*. Progetto esecutivo 2005 – 2008, Progetto di ricerca N.1, Valutazione e Riduzione della Vulnerabilità di Edifici in Muratura, Rendicontazione Scientifica 3° anno, RELUIS, Marzo 2009.

Borri, A. (2006a). *Allegato 3b.1_UR06_1*. Progetto esecutivo 2005 – 2008, Progetto di ricerca N.1, Valutazione e Riduzione della Vulnerabilità di Edifici in Muratura, Rendicontazione Scientifica 1° anno, RELUIS, Novembre 2006.

Borri, A. (2006b). *Allegato 3b.1_IUR06_2*. Progetto esecutivo 2005 – 2008, Progetto di ricerca N.1, Valutazione e Riduzione della Vulnerabilità di Edifici in Muratura, Rendicontazione Scientifica 1° anno, RELUIS, Novembre 2006.

Costa, C. (2002). *Análise do Comportamento da Ponte da Lagoncinha sob a Acção do Tráfego Rodoviário*. Tese de Mestrado em Engenharia Civil, FEUP.

Eos Systems Inc., Photomodeler 4.0

GNDT (2000). *Manuale per la compilazione della scheda di 1° livello di rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica*. Servizio Sismico Nazionale, Roma.

http://gndt.ingv.it/Pubblicazioni/Binda_copertina_con_intestazione.htm, acedido em Março, 2010.

http://www.arcchip.cz/w11/w11_binda.pdf, acedido em Março, 2010.

<http://www.bing.com/maps/>, acessido em Junho, 2010.

http://www.ciberjunta.com/se_torre_medieval_porto.html, acessido em Junho, 2010.

<http://www.Photomodeler.com>, acessido em Março, 2010.

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Antiga_Casa_da_C%C3%A2mara_\(Porto\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Antiga_Casa_da_C%C3%A2mara_(Porto)), acessido em Junho, 2010.

JRC (2007). *Field Manual for post-earthquake damage and safety assessment and short term countermeasures (AeDES)*. European Commission, Ispra, Italy

Milheiro, J. (2009). *Avaliação da Segurança de Pontes em Arco de Alvenaria de Pedra*. Relatório de estágio formal para a Ordem dos Engenheiros, 2009.

Pasquale, C.; Lemme, A. (2006). *Indicazioni per la Valutazione della Qualità delle Murature*. Parte 1 – Edifici in Muratura, Regione Molise, Gennaio 2006.

Porto Vivo, SRU (2007). *Documento estratégico, Unidade de intervenção – Quarteirão 14024, Mouzinho da Silveira/ Corpo da Guarda*. <http://www.portovivosru.pt/>. 2010.

Porto Vivo, SRU (2008). *Documento estratégico, Unidade de intervenção – Quarteirão 13010, Feitoria Inglesa*. <http://www.portovivosru.pt/>. 2010.

Roque, J. (2002). *Reabilitação Estrutural de Paredes Antigas de Alvenaria*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Escola de Engenharia da Universidade do Minho.

Teixeira, J. (2004). *Descrição dos Sistemas Construtivos da Casa Burguesa do Porto entre os Séculos XVII e XIX, Contributo para uma história da construção arquitectónica em Portugal*. Provas de aptidão pedagógica e capacidade científica expressamente elaboradas para efeitos de acesso à categoria de assistente de acordo com o artigo 53 do estatuto da carreira docente universitária, Outubro 2004.

The MathWorks (2009). MatLab R2009b.

Vares, R. (2009). *Avaliação de Segurança de Pontes Existentes de Alvenaria de Pedra com Recurso a Métodos Simplificados, Contribuição Para Sistematização de Processos*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, FEUP.

A.1

FOTOS (PHOTOMODELER)



Levantamento Geométrico da Parede 1 (R/C) da Casa do Quarteirão do Corpo da Guarda_CG1



Levantamento Geométrico da Parede 2 (1º piso)_zona 1 da Casa do Quarteirão do Corpo da Guarda_CG2



Levantamento Geométrico da Parede 2 (1º piso)_zona 2 da Casa do Quarteirão do Corpo da Guarda_CG3



Levantamento Geométrico da Parede 3 (2º piso) da Casa do Quarteirão do Corpo da Guarda_CG4



Levantamento Geométrico da Parede 4 (2º piso) da Casa do Quarteirão do Corpo da Guarda_CG5



Levantamento Geométrico da Parede 5 (3º piso) da Casa do Quarteirão do Corpo da Guarda_CG6



Levantamento Geométrico da Parede 1 (1º piso) da Casa do Quarteirão da Feitoria Inglesa_FI1



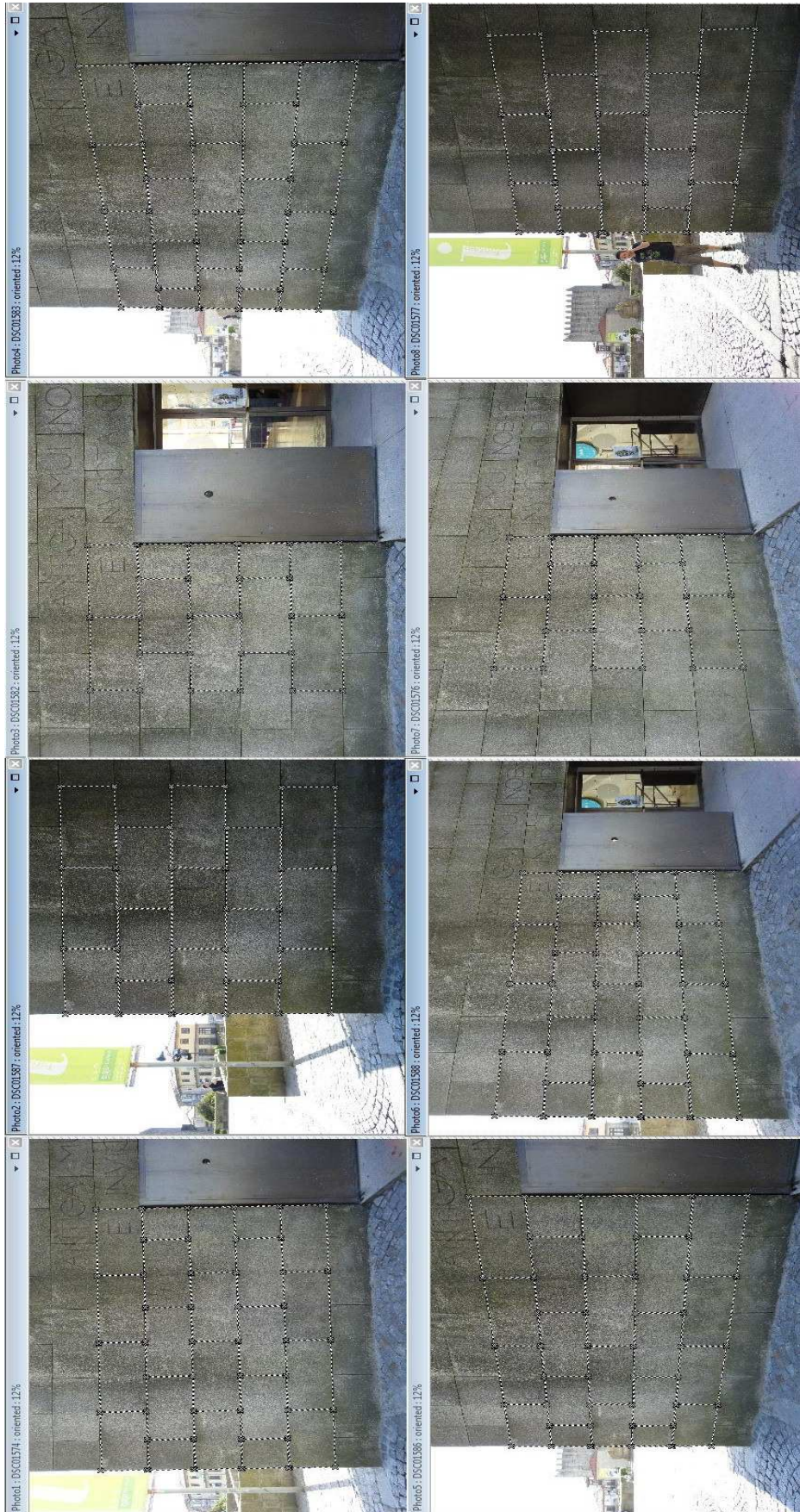
Levantamento Geométrico da Parede 2 (2º piso) da Casa do Quarteirão da Feitoria Inglesa_FI2



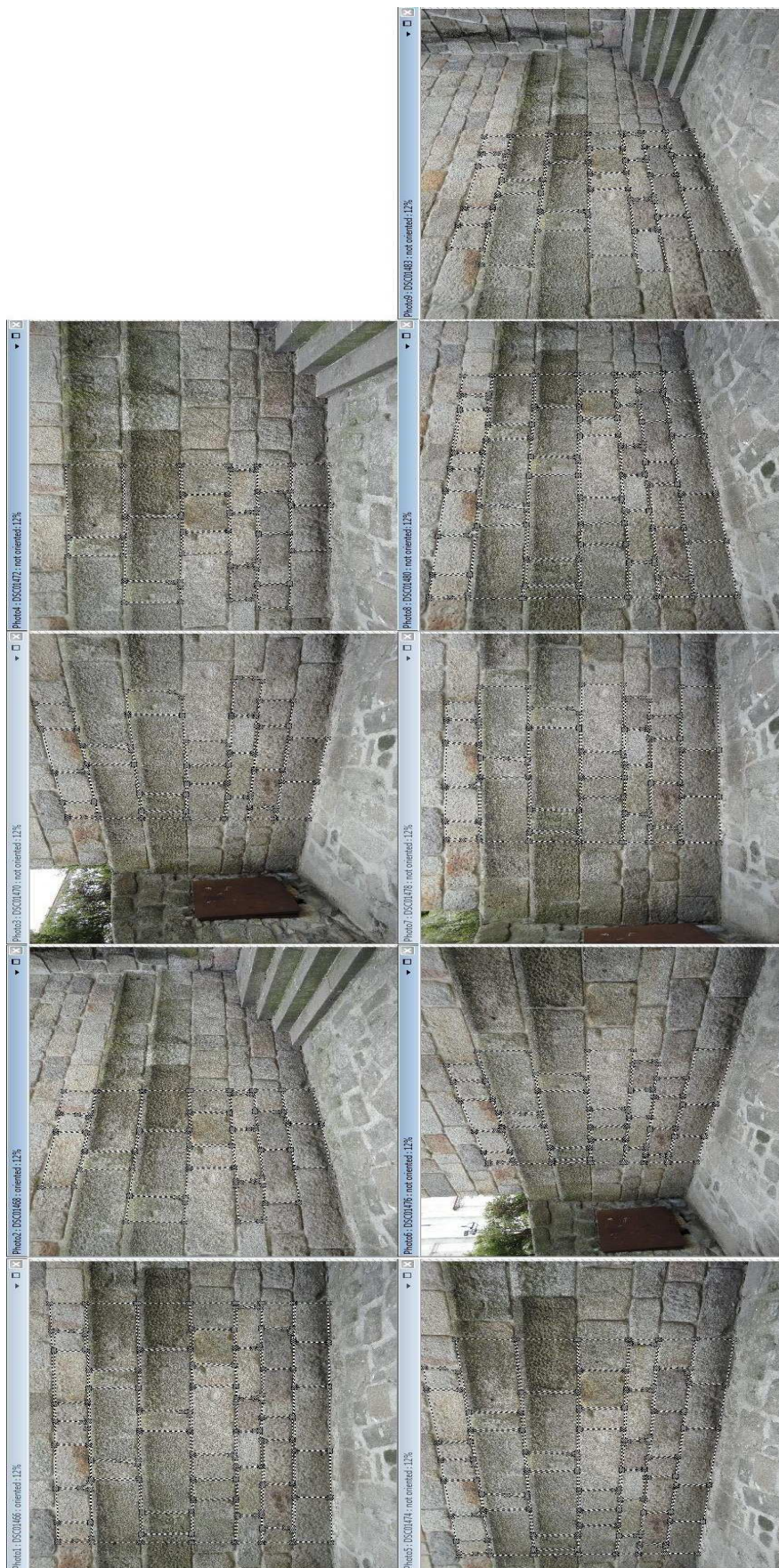
Levantamento Geométrico da Parede 3 (3º piso) da Casa do Quarteirão da Feitoria Inglesa_FI3



Levantamento Geométrico da Parede 1 da Casa de Vila Nova de Gaia_VG1



Levantamento Geométrico da Parede 1 (edifício 1) da Zona da Sé_SE1



Levantamento Geométrico da Parede 1 (edifício 2) da Zona da Sé_SE2



Levantamento Geométrico da Parede 1 da Zona da Muralha Fernandina_MF1



Levantamento Geométrico da Parede 1 (R/C) da casa do Quarteirão do Corpo da Guarda, com a finalidade de aferir capacidades de correção incorporadas no programa.



Levantamento Geométrico (tridimensional) da Parede (PG1) do laboratório.



Levantamento Geométrico (tridimensional) da Parede (PG2) do laboratório

A.2

A.2.1 - FOLHAS DE CÁLCULO EM EXCEL PARA AS PAREDES

	2										3											
	A	B	C	C'	D	E	F	G	H	I	J	A	B	C	C'	D	E	F	G	H	I	J
Área (m ²)	0.04	0.22	0.05	0.07	0.24	0.29	0.25	0.13	0.11	0.07	0.06	0.06	0.09	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.10	0.03	0.07	0.07
Perímetro (m)	0.85	1.81	0.93	0.98	1.90	2.08	1.98	1.43	1.33	1.07	1.05	0.94	1.14	1.01	1.21	1.02	1.02	1.02	1.21	0.71	1.03	1.02
h ₁ (m)	-4.35	-3.99	-3.60	-3.56	-3.12	-2.42	-1.71	-1.18	-4.21	-3.78	-3.43	-3.10	-2.77	-2.43	-2.05	-1.74	-1.50	-1.17	-4.06	-3.54	-3.09	-2.34
h ₂ (m)	19.36	19.29	19.52	19.30	19.29	19.38	19.33	19.23	19.03	19.03	19.02	19.04	19.03	19.01	19.02	19.02	19.03	19.00	18.66	18.81	18.56	18.64
h ₃ (m)	13.25	12.26	18.44	24.75	90.02	108.38	93.84	48.29	38.11	26.59	26.72	22.08	31.88	24.87	34.72	9.10	25.71	23.75	101.79	19.21	18.00	117.30
h ₄ (m)	0.67	3.48	0.63	0.84	2.34	1.70	0.74	0.18	1.87	1.05	0.87	0.58	0.67	0.41	0.40	0.08	0.16	0.09	4.82	0.68	0.67	3.24
h ₅ (m)	-2.88	-16.82	-3.40	-4.57	-14.49	-13.54	-8.26	-2.84	-8.43	-5.29	-4.81	-3.59	-3.18	-3.18	-3.73	-3.82	-2.02	-1.46	-22.13	-3.61	-3.48	-14.44
rs ₁ (m)	19.26	19.29	19.52	19.30	19.29	19.28	19.28	19.23	19.03	19.03	19.02	19.04	19.03	19.01	19.02	19.02	19.03	19.00	18.66	18.81	18.56	18.64
rs ₂ (m)	4.35	3.99	3.60	3.56	3.13	2.43	1.72	1.18	4.21	3.79	3.43	3.10	2.77	2.43	2.05	1.74	1.50	1.17	4.06	3.54	3.09	2.34
h ₁ (m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
h ₂ (m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
h ₃ (m)	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02
h ₄ (m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
rs ₁ (m)	0.08	0.12	0.05	0.08	0.12	0.12	0.11	0.12	0.07	0.07	0.07	0.06	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07	0.12	0.05	0.08	0.14
rs ₂ (m)	0.04	0.15	0.09	0.07	0.16	0.20	0.18	0.09	0.12	0.09	0.09	0.08	0.09	0.08	0.11	0.03	0.09	0.08	0.20	0.09	0.05	0.20
rs ₃ (m)	-4.41	-4.25	-3.75	-3.69	-3.41	-2.79	-2.04	-1.35	-4.41	-3.95	-3.60	-3.25	-2.95	-2.57	-2.26	-1.80	-1.68	-1.32	-4.41	-3.71	-3.69	-3.48
rs ₄ (m)	19.20	19.17	19.40	19.14	19.17	19.16	19.17	19.13	18.89	18.80	18.91	18.91	18.88	18.88	18.88	18.90	18.90	18.88	18.42	18.72	18.41	18.40
rs ₅ (m)	-4.28	-3.70	-3.43	-3.43	-2.82	-2.04	-1.38	-1.03	-3.88	-3.61	-3.26	-2.95	-2.59	-2.29	-1.84	-1.69	-1.34	-1.03	-3.70	-3.38	-3.49	-2.72
h ₁ (m)	0.13	0.55	0.32	0.26	0.59	0.75	0.66	0.33	0.43	0.34	0.34	0.30	0.35	0.28	0.42	0.11	0.35	0.29	0.71	0.33	0.20	0.76
h ₂ (m)	0.34	0.43	0.20	0.31	0.44	0.44	0.43	0.45	0.27	0.26	0.25	0.25	0.29	0.23	0.29	0.25	0.26	0.24	0.48	0.19	0.29	0.51
h ₃ (m)	0.04	0.24	0.07	0.08	0.26	0.23	0.28	0.15	0.12	0.09	0.08	0.07	0.10	0.08	0.12	0.03	0.09	0.07	0.34	0.06	0.06	0.38
h ₄ (m)	0.82	0.92	0.74	0.84	0.93	0.88	0.88	0.87	0.89	0.82	0.88	0.82	0.85	0.90	0.80	0.84	0.79	0.82	0.86	0.89	0.88	0.88
h ₅ (m)	0.92	0.92	0.74	0.84	0.93	0.88	0.88	0.87	0.89	0.82	0.88	0.82	0.85	0.90	0.80	0.84	0.79	0.82	0.86	0.89	0.88	0.88
Polígono Equivalente 1	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem
Polígono Equivalente 2	Zem que h1-h2 h1-h2 h1-h2	Zem que h1-h2 h1-h2 h1-h2	Não existe	Zem que h1-h2 h1-h2 h1-h2	Zem que h1-h2 h1-h2 h1-h2	Zem que h1-h2 h1-h2 h1-h2	Zem que h1-h2 h1-h2 h1-h2	Zem que h1-h2 h1-h2 h1-h2	Zem que h1-h2 h1-h2 h1-h2	Zem que h1-h2 h1-h2 h1-h2	Zem que h1-h2 h1-h2 h1-h2	Zem que h1-h2 h1-h2 h1-h2	Zem que h1-h2 h1-h2 h1-h2	Zem que h1-h2 h1-h2 h1-h2	Zem que h1-h2 h1-h2 h1-h2	Zem que h1-h2 h1-h2 h1-h2	Zem que h1-h2 h1-h2 h1-h2	Zem que h1-h2 h1-h2 h1-h2	Zem que h1-h2 h1-h2 h1-h2	Zem que h1-h2 h1-h2 h1-h2	Zem que h1-h2 h1-h2 h1-h2	Zem que h1-h2 h1-h2 h1-h2
Polígono Equivalente (matemática) 2	h1(m):	0.12	0.44	0.16	0.44	0.43	0.40	0.21	0.26	0.23	0.24	0.28	0.23	0.28	0.26	0.10	0.22	0.23	0.44	0.18	0.19	0.49
	h2(m):	0.29	0.50	0.30	0.55	0.68	0.62	0.41	0.41	0.31	0.30	0.31	0.31	0.31	0.37	0.25	0.32	0.29	0.67	0.30	0.28	0.70
	h3(m):	0.04	0.22	0.05	0.24	0.29	0.25	0.13	0.11	0.07	0.07	0.07	0.09	0.09	0.10	0.03	0.07	0.07	0.29	0.05	0.05	0.34
	h4(m):	0.82	0.92	0.74	0.84	0.93	0.88	0.88	0.87	0.89	0.82	0.85	0.90	0.90	0.80	0.84	0.79	0.82	0.86	0.89	0.88	0.88
	h5(m):	0.92	0.92	0.74	0.84	0.93	0.88	0.88	0.87	0.89	0.82	0.85	0.90	0.90	0.80	0.84	0.79	0.82	0.86	0.89	0.88	0.88
F _{ex} (m)	1.04	0.97	1.00	0.94	0.97	0.94	0.96	0.98	1.00	0.98	0.96	0.95	0.96	0.97	0.96	1.01	0.95	0.99	0.96	0.96	0.97	1.00
h _g	0.97	0.97	1.00	0.94	0.97	0.94	0.96	0.98	1.00	0.98	0.96	0.95	0.96	0.97	0.96	1.01	0.95	0.99	0.96	0.96	0.97	1.00
h _g	0.97	0.97	1.00	0.94	0.97	0.94	0.96	0.98	1.00	0.98	0.96	0.95	0.96	0.97	0.96	1.01	0.95	0.99	0.96	0.96	0.97	1.00
σ IR	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
ΔIR	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34

Folha de Cálculo para a Parede 1 (R/C) da casa do Quarteirão do Corpo da Guarda (CG1)_parte (1/2)

												6											
												5											
4												3											
A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	G	H			
0.32	0.88	0.87	0.94	0.77	0.75	0.83	0.94	0.87	0.87	0.88	0.87	0.87	0.71	0.82	0.87	0.83	0.87	0.73	0.82	0.77	0.94		
1.34	1.76	3.16	1.34	1.75	1.98	1.52	1.08	2.52	1.73	1.73	2.25	0.96	1.64	1.02	1.38	1.17	1.31	0.60	2.17	1.36			
-4.20	-3.69	-3.16	-2.62	-1.93	-1.29	-1.06	-4.30	-3.68	-2.84	-2.24	-1.54	-1.06	-4.12	-3.65	-3.29	-2.92	-2.45	-2.14	-1.77	-1.19			
18.26	18.25	18.21	18.23	18.26	18.27	18.22	17.91	17.89	17.86	17.88	17.91	17.92	17.57	17.53	17.52	17.50	17.54	17.61	17.51	17.52			
40.52	59.87	40.75	64.60	67.44	45.05	2.44	23.54	107.33	63.33	62.80	98.61	8.24	52.00	21.52	36.71	27.50	32.61	6.95	64.37	37.33			
2.15	2.45	1.23	1.34	0.76	0.23	0.01	1.35	4.55	1.61	0.99	0.74	0.03	2.86	0.93	1.30	0.76	0.64	0.10	0.72	0.17			
-9.23	-12.09	-7.06	-9.28	-7.14	-3.17	-0.14	-5.65	-22.05	-10.88	-7.86	-8.45	-0.49	-12.19	-4.48	-6.90	-4.58	-4.56	-0.84	-7.00	-2.55			
18.28	18.25	18.21	18.23	18.26	18.27	18.22	17.91	17.89	17.86	17.88	17.91	17.92	17.57	17.53	17.52	17.50	17.54	17.61	17.51	17.52			
4.21	3.69	3.16	2.62	1.94	1.29	1.06	4.30	3.69	2.85	2.24	1.55	1.06	4.12	3.65	3.20	2.92	2.46	2.14	1.78	1.20			
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00		
0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
0.10	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.12	0.09	0.08	0.09	0.09	0.08	0.05	0.09	0.10	0.10		
0.10	0.17	0.11	0.17	0.19	0.14	0.02	0.07	0.27	0.16	0.15	0.22	0.02	0.16	0.07	0.11	0.09	0.11	0.05	0.21	0.10	0.10		
-4.39	-4.00	-3.38	-2.82	-2.31	-1.57	-1.10	-4.41	-4.17	-3.14	-2.53	-1.93	-1.11	-4.40	-3.79	-3.50	-3.08	-2.68	-2.23	-2.20	-1.38	0.10		
18.07	18.09	18.04	18.07	18.08	18.11	18.16	17.74	17.69	17.68	17.69	17.70	17.72	17.38	17.38	17.35	17.35	17.37	17.50	17.35	17.35	17.35		
-4.00	-3.38	-2.95	-2.31	-1.58	-1.03	-1.03	-4.17	-3.19	-2.54	-1.95	-1.12	-1.03	-3.83	-3.52	-3.09	-2.76	-2.24	-2.04	-1.37	-1.03	0.10		
18.46	18.41	18.38	18.40	18.44	18.44	18.28	18.07	18.08	18.06	18.08	18.14	18.15	17.74	17.68	17.70	17.67	17.70	17.69	17.70	17.71	17.71		
0.39	0.64	0.42	0.61	0.74	0.54	0.08	0.24	0.98	0.60	0.57	0.31	0.08	0.58	0.27	0.41	0.32	0.44	0.19	0.83	0.36	0.10		
0.38	0.32	0.34	0.34	0.36	0.33	0.11	0.33	0.34	0.38	0.39	0.44	0.43	0.36	0.30	0.35	0.32	0.33	0.19	0.36	0.36	0.10		
0.15	0.20	0.14	0.21	0.26	0.18	0.01	0.68	0.39	0.23	0.22	0.25	0.04	0.20	0.68	0.14	0.10	0.15	0.04	0.29	0.13	0.10		
0.32	0.88	0.87	0.94	0.77	0.75	0.83	0.94	0.87	0.87	0.88	0.87	0.87	0.71	0.82	0.87	0.83	0.87	0.73	0.82	0.77	0.94		
Não existe	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Não existe		
b1-b2	b1-b2	b1-b2	b1-b2	b1-b2	b1-b2	b1-b2	b1-b2	b1-b2	b1-b2	b1-b2	b1-b2	b1-b2	b1-b2	b1-b2	b1-b2	b1-b2	b1-b2	b1-b2	b1-b2	b1-b2	b1-b2		
0.30	0.30	0.33	0.34	0.30	0.27	0.00	0.23	0.35	0.35	0.37	0.40	0.06	0.31	0.00	0.31	0.00	0.27	0.12	0.31	0.00	0.00		
0.59	0.38	0.58	0.58	0.68	0.50	0.00	0.32	0.95	0.56	0.53	0.77	0.40	0.54	0.00	0.38	0.00	0.39	0.19	0.74	0.00	0.00		
0.18	0.12	0.19	0.20	0.13	0.00	0.00	0.07	0.34	0.20	0.20	0.31	0.03	0.17	0.00	0.12	0.00	0.11	0.02	0.23	0.00	0.00		
0.30	0.35	0.33	0.34	0.30	0.27	0.00	0.23	0.35	0.35	0.37	0.40	0.06	0.31	0.00	0.31	0.00	0.27	0.12	0.31	0.00	0.00		
0.35	0.35	0.33	0.34	0.30	0.27	0.00	0.23	0.35	0.35	0.37	0.40	0.06	0.31	0.00	0.31	0.00	0.27	0.12	0.31	0.00	0.00		
0.35	0.35	0.33	0.34	0.30	0.27	0.00	0.23	0.35	0.35	0.37	0.40	0.06	0.31	0.00	0.31	0.00	0.27	0.12	0.31	0.00	0.00		
0.12	0.12	0.19	0.20	0.13	0.00	0.00	0.07	0.34	0.20	0.20	0.31	0.03	0.17	0.00	0.12	0.00	0.11	0.02	0.23	0.00	0.00		
1.39	1.79	1.41	1.82	1.95	1.54	0.35	1.10	2.60	1.83	1.80	2.34	0.93	1.70	1.06	1.39	1.20	1.32	0.61	2.09	1.39	0.98		
0.96	0.98	0.96	0.96	1.01	0.99	0.97	0.99	0.97	0.94	0.96	0.96	1.03	0.97	0.96	0.99	0.97	0.99	0.94	0.97	1.04	0.98		

Folha de Cálculo para a Parede 1 (R/C) da casa do Quarteirão do Corpo da Guarda (CG1)_parte (2/2)

	1					2					3					
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	
Área(m ²)	0.28	0.30	0.10	0.46	0.28	0.23	0.23	0.23	0.23	0.15	0.07	0.21	0.53	0.50	0.13	0.38
Perímetro(m)	2.09	2.19	1.27	2.90	2.14	2.26	1.96	1.89	1.93	1.55	1.32	1.97	2.77	2.72	1.56	2.37
S_x (m)	10.11	10.85	11.35	12.06	13.00	10.33	11.14	11.91	12.80	13.18	10.11	10.03	10.78	11.81	12.39	13.01
S_y (m)	19.59	19.57	19.57	19.62	19.64	19.17	19.17	19.19	19.19	19.19	18.94	18.63	18.64	18.65	18.55	18.62
I_x (m ⁴)	108.30	115.37	38.03	178.43	109.19	88.18	84.39	83.03	85.13	55.83	24.48	74.37	193.93	173.75	46.83	130.26
I_y (m ⁴)	28.84	35.44	12.80	67.44	47.81	25.05	23.52	32.00	36.67	26.33	6.98	21.54	61.51	67.28	20.23	63.61
I_{xy} (m ⁴)	55.88	63.94	22.06	109.66	72.24	46.45	49.05	51.54	55.87	38.34	13.07	40.02	106.34	108.10	30.78	91.02
r_x (m)	19.59	19.58	19.57	19.62	19.64	19.17	19.17	19.19	19.19	19.19	18.94	18.63	18.64	18.65	18.55	18.62
r_y (m)	10.11	10.85	11.35	12.06	13.00	10.34	11.14	11.91	12.60	13.18	10.11	10.03	10.78	11.61	12.39	13.01
I_{xx} (m ⁴)	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.01
I_{yy} (m ⁴)	0.01	0.01	0.00	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.01
I_z (m ⁴)	0.01	0.02	0.00	0.05	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.05	0.04	0.00	0.01
I_{xxz} (m ⁴)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r_{xx} (m)	0.14	0.12	0.11	0.13	0.12	0.08	0.10	0.10	0.11	0.13	0.04	0.15	0.19	0.19	0.07	0.11
r_{yy} (m)	0.17	0.20	0.07	0.31	0.20	0.24	0.20	0.18	0.17	0.10	0.15	0.14	0.23	0.21	0.16	0.19
x_1 (m)	9.82	10.47	11.22	11.50	12.63	9.87	10.79	11.56	12.25	12.95	9.84	9.82	10.35	11.22	12.10	12.67
x_2 (m)	19.32	19.34	19.37	19.37	19.41	19.01	19.98	19.99	19.00	18.91	18.86	18.20	18.20	18.21	18.70	18.32
x_3 (m)	10.45	11.20	11.49	12.62	13.34	10.78	11.52	12.24	12.92	13.34	10.38	10.34	11.20	12.02	12.68	13.34
y_1 (m)	19.84	19.82	19.80	19.88	19.86	19.32	19.35	19.39	19.43	19.42	19.01	18.88	18.99	19.01	18.99	18.92
y_2 (m)	0.63	0.73	0.27	1.12	0.70	0.91	0.73	0.68	0.67	0.39	0.55	0.52	0.85	0.81	0.59	0.63
h (m)	0.52	0.48	0.43	0.51	0.45	0.31	0.38	0.40	0.43	0.52	0.16	0.59	0.69	0.70	0.28	0.44
A (m ²)	0.33	0.35	0.12	0.57	0.31	0.28	0.27	0.27	0.29	0.20	0.09	0.31	0.59	0.56	0.17	0.40
I_{Bz} (Exterior)	0.85	0.86	0.84	0.81	0.90	0.82	0.84	0.83	0.80	0.76	0.80	0.70	0.90	0.89	0.79	0.85
Fórmula Equivalente 2	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem
	Zemous	Zemous	Zemous	Zemous	Zemous	Zemous	Zemous	Zemous	Zemous	Zemous	Zemous	Zemous	Zemous	Zemous	Zemous	Zemous
	b1-h2	b1-h2	b1-h2	b1-h2	b1-h2	b1-h2	b1-h2	b1-h2	b1-h2	b1-h2	b1-h2	b1-h2	b1-h2	b1-h2	b1-h2	b1-h2
	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2
	h1(m)	0.46	0.43	0.25	0.44	0.42	0.28	0.34	0.37	0.40	0.32	0.13	0.36	0.69	0.69	0.24	0.39
b1(m)	0.61	0.70	0.39	1.06	0.67	0.83	0.68	0.62	0.57	0.47	0.53	0.59	0.76	0.76	0.54	0.60
A (m ²)	0.28	0.30	0.10	0.46	0.28	0.23	0.23	0.23	0.23	0.15	0.07	0.21	0.53	0.50	0.13	0.23
σ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
h_1 (m)	0.46	0.43	0.25	0.44	0.42	0.28	0.34	0.37	0.40	0.32	0.13	0.36	0.69	0.69	0.24	0.39
h_2 (m)	0.61	0.70	0.39	1.06	0.67	0.83	0.68	0.62	0.57	0.47	0.53	0.59	0.76	0.76	0.54	0.60
b_1 (m)	0.61	0.70	0.39	1.06	0.67	0.83	0.68	0.62	0.57	0.47	0.53	0.59	0.76	0.76	0.54	0.60
b_2 (m)	0.61	0.70	0.39	1.06	0.67	0.83	0.68	0.62	0.57	0.47	0.53	0.59	0.76	0.76	0.54	0.60
A (m ²)	0.28	0.30	0.10	0.46	0.28	0.23	0.23	0.23	0.23	0.15	0.07	0.21	0.53	0.50	0.13	0.23
P_{xx} (m)	2.14	2.26	1.29	2.99	2.19	2.23	2.04	1.96	1.95	1.58	1.32	1.91	2.91	2.83	1.57	2.46
I_B	0.98	0.97	0.96	0.97	0.98	1.01	0.96	0.96	0.99	0.96	0.99	1.03	0.95	0.96	1.00	0.97
I_B	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
σ_{IR}	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
ΔIXI	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

Folha de Cálculo para a Parede 2 (1º piso)_zona 2 da casa do Quarteirão do Corpo da Guarda (CG3)_parte (1/2)

4										5										6																
A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	
0.08	0.13	0.19	0.07	0.14	0.41	0.03	0.12	0.27	0.08	0.07	0.08	0.07	0.04	0.08	0.25	0.20	0.22	0.22	0.08	0.07	0.04	0.08	0.25	0.20	0.22	0.22	0.08	0.07	0.04	0.08	0.25	0.20	0.22	0.22	0.08	
1.10	1.41	1.81	1.06	1.49	1.26	0.69	1.32	2.24	1.21	1.09	1.18	1.02	0.75	1.14	2.36	2.09	2.04	2.07	1.14	1.02	0.75	1.14	2.36	2.09	2.04	2.07	1.14	1.02	0.75	1.14	2.36	2.09	2.04	2.07	1.14	
10.02	10.52	11.15	11.68	12.14	12.82	13.16	9.99	10.62	11.30	11.73	12.15	12.53	12.82	13.16	10.38	11.31	12.16	12.82	12.15	12.53	12.82	13.16	10.38	11.31	12.16	12.82	12.15	12.53	12.82	13.16	10.38	11.31	12.16	12.82	12.15	
18.14	18.16	18.16	18.15	18.17	18.17	18.19	17.84	17.85	17.88	17.91	17.91	17.93	17.90	17.93	17.54	17.63	17.63	17.64	17.91	17.93	17.90	17.93	17.54	17.63	17.63	17.64	17.91	17.93	17.90	17.93	17.54	17.63	17.63	17.64	17.91	
26.49	41.25	62.39	23.99	45.13	34.79	10.02	37.71	85.00	24.41	22.00	24.41	21.06	13.48	26.63	77.06	63.69	67.63	69.31	24.41	21.06	13.48	26.63	77.06	63.69	67.63	69.31	24.41	21.06	13.48	26.63	77.06	63.69	67.63	69.31	24.41	
8.08	13.85	23.52	9.43	20.14	17.33	5.24	11.83	30.12	10.56	9.44	12.15	10.28	6.91	14.23	27.00	26.24	32.14	37.19	9.44	10.56	9.44	12.15	10.28	6.91	14.23	27.00	26.24	32.14	37.19	14.23	27.00	26.24	32.14	37.19	14.23	
14.83	23.90	38.30	15.44	30.15	24.55	7.25	21.12	50.59	16.70	14.41	17.91	14.72	9.85	19.53	45.60	40.85	46.58	50.76	14.41	17.91	14.72	9.85	19.53	45.60	40.85	46.58	50.76	14.41	17.91	14.72	9.85	19.53	45.60	40.85	46.58	50.76
18.14	18.16	18.16	18.15	18.17	18.17	18.19	17.84	17.85	17.88	17.91	17.91	17.93	17.90	17.93	17.54	17.63	17.63	17.64	17.91	17.93	17.90	17.93	17.54	17.63	17.63	17.64	17.91	17.93	17.90	17.93	17.54	17.63	17.63	17.64	17.91	
10.02	10.52	11.15	11.68	12.14	12.82	13.16	9.99	10.62	11.30	11.73	12.15	12.53	12.82	13.16	10.38	11.31	12.16	12.82	12.15	12.53	12.82	13.16	10.38	11.31	12.16	12.82	12.15	12.53	12.82	13.16	10.38	11.31	12.16	12.82	12.15	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.07	0.06	0.10	0.09	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08	0.09	0.09	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08	0.09	0.09	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08	0.09	0.09	
0.10	0.14	0.19	0.08	0.14	0.12	0.04	0.10	0.24	0.12	0.10	0.11	0.09	0.05	0.11	0.27	0.22	0.21	0.22	0.10	0.11	0.09	0.05	0.11	0.27	0.22	0.21	0.22	0.10	0.11	0.09	0.05	0.11	0.27	0.22	0.21	
9.84	10.26	10.79	11.53	11.83	12.61	13.03	9.82	10.20	11.09	11.54	11.94	12.36	12.72	12.96	9.87	10.87	11.77	12.52	11.54	11.94	12.36	12.72	12.96	9.87	10.87	11.77	12.52	9.87	10.87	11.77	12.52	9.87	10.87	11.77	12.52	
18.02	18.02	18.01	18.01	18.02	18.04	18.08	17.66	17.67	17.78	17.80	17.80	17.80	17.78	17.81	17.88	17.88	17.88	17.88	17.80	17.80	17.80	17.80	17.88	17.88	17.88	17.88	17.80	17.80	17.80	17.80	17.88	17.88	17.88	17.88	17.80	
10.19	10.77	11.49	11.82	12.41	13.06	13.24	10.18	11.06	11.53	11.91	12.35	12.69	12.93	13.24	10.87	11.71	12.52	13.23	11.91	12.35	12.69	12.93	10.87	11.71	12.52	13.23	11.91	12.35	12.69	12.93	10.87	11.71	12.52	13.23	11.91	
18.27	18.29	18.31	18.29	18.31	18.30	18.30	18.02	18.01	17.99	18.02	18.01	18.04	18.02	18.05	17.69	17.78	17.80	17.81	18.02	18.01	18.04	18.02	17.69	17.78	17.80	17.81	18.02	18.01	18.04	18.02	17.69	17.78	17.80	17.81	18.02	
0.35	0.51	0.69	0.29	0.53	0.46	0.16	0.36	0.86	0.44	0.37	0.41	0.33	0.21	0.37	0.99	0.84	0.74	0.81	0.37	0.41	0.33	0.21	0.37	0.99	0.84	0.74	0.81	0.37	0.41	0.33	0.21	0.37	0.99	0.84	0.74	0.81
0.25	0.27	0.30	0.29	0.29	0.26	0.22	0.36	0.34	0.21	0.21	0.22	0.23	0.24	0.24	0.31	0.30	0.34	0.35	0.21	0.22	0.23	0.24	0.31	0.30	0.34	0.35	0.21	0.22	0.23	0.24	0.31	0.30	0.34	0.35	0.21	
0.09	0.14	0.21	0.08	0.15	0.12	0.04	0.13	0.29	0.09	0.08	0.09	0.08	0.05	0.09	0.31	0.25	0.25	0.28	0.09	0.08	0.05	0.09	0.31	0.25	0.25	0.28	0.09	0.08	0.05	0.09	0.31	0.25	0.25	0.28	0.09	
0.91	0.91	0.91	0.89	0.89	0.88	0.84	0.92	0.92	0.88	0.87	0.92	0.85	0.85	0.85	0.80	0.82	0.86	0.79	0.87	0.92	0.85	0.85	0.80	0.82	0.86	0.79	0.87	0.92	0.85	0.85	0.80	0.82	0.86	0.79	0.87	
Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Não existe	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Não existe	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Não existe	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2	Existem Zem.que h1-h2e h1-h2		

Folha de Cálculo para a Parede 2 (1º piso)_zona 2 da casa do Quarteirão do Corpo da Guarda (CG3)_parte (2/2)

	1					2					3					4					5																		
	A	B	C	D	E	A'	B	C	D	E	F	A	B	C	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A'	B	C	D	E					
Área (m²)	0.58	0.53	0.42	0.05	0.03	0.05	0.15	0.39	0.57	0.03	0.15	0.46	0.30	0.52	0.13	0.20	0.28	0.39	0.14	0.71	0.41	0.23	0.21	0.03	0.16	0.71	0.41	0.23	0.21	0.03	0.16	0.71	0.41	0.23	0.21	0.03			
Perímetro (m)	3.09	3.05	2.68	1.13	0.71	0.97	1.54	2.52	3.43	0.75	1.51	3.14	2.39	3.07	1.39	1.85	2.22	2.84	1.52	2.48	2.48	2.10	1.88	0.70	1.64	2.48	2.48	2.10	1.88	0.70	1.64	2.48	2.48	2.10	1.88	0.70			
Xg (m)	1.82	3.01	4.06	4.76	1.28	1.38	1.80	2.45	3.54	4.32	4.63	1.85	2.32	4.24	1.36	1.86	2.65	3.76	4.64	1.95	3.00	3.72	4.16	4.38	4.58	1.95	3.00	3.72	4.16	4.38	4.58	1.95	3.00	3.72	4.16	4.38			
Yg (m)	15.71	15.79	15.79	15.78	15.29	15.11	15.22	15.22	15.27	15.32	15.35	14.76	14.75	14.86	14.31	14.35	14.35	14.39	14.37	13.86	13.87	13.85	13.88	14.07	13.89	13.86	13.87	13.85	13.88	14.07	13.89	13.86	13.87	13.85	13.88	14.07			
Ix (m²)	142.54	132.02	105.30	115.0	7.63	12.34	34.44	31.15	133.63	6.38	34.35	100.89	66.27	113.85	26.10	41.88	58.10	81.71	28.78	136.38	78.28	43.39	40.13	6.31	30.46	136.38	78.28	43.39	40.13	6.31	30.46	136.38	78.28	43.39	40.13	6.31			
Iy (m²)	1.97	4.84	7.06	1.05	0.05	0.10	4.48	2.38	7.24	0.55	3.18	1.63	2.62	9.33	0.24	0.71	1.99	5.63	3.00	2.80	3.69	3.18	3.61	0.61	3.32	2.80	3.69	3.18	3.61	0.61	3.32	2.80	3.69	3.18	3.61	0.61			
Ixy (m³)	16.50	25.14	27.20	3.47	0.64	1.13	4.07	14.65	30.95	1.87	10.53	12.66	13.13	32.51	2.48	5.39	10.72	21.37	9.28	13.19	16.35	11.81	12.03	1.36	10.06	13.19	16.35	11.81	12.03	1.36	10.06	13.19	16.35	11.81	12.03	1.36			
rx (m)	15.71	15.79	15.79	15.78	15.29	15.11	15.22	15.22	15.27	15.32	15.35	14.76	14.75	14.86	14.32	14.36	14.35	14.39	14.37	13.86	13.87	13.85	13.88	14.07	13.89	13.86	13.87	13.85	13.88	14.07	13.89	13.86	13.87	13.85	13.88	14.07			
ry (m)	1.85	3.02	4.09	4.76	1.28	1.39	1.80	2.46	3.55	4.32	4.63	1.88	2.33	4.26	1.36	1.87	2.66	3.78	4.64	1.98	3.01	3.72	4.16	4.38	4.59	1.98	3.01	3.72	4.16	4.38	4.59	1.98	3.01	3.72	4.16	4.38			
Ixxa (m⁴)	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00			
Iyya (m⁴)	0.06	0.05	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.08	0.00	0.00	0.05	0.02	0.05	0.00	0.01	0.01	0.04	0.00	0.00	0.10	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.02	0.00	0.00			
Ij (m⁴)	0.07	0.06	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.09	0.00	0.00	0.05	0.02	0.06	0.00	0.01	0.02	0.04	0.00	0.11	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.11	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.11	0.03	0.01	0.01	0.00			
Ixxg (m⁴)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Iy yg (m)	0.15	0.14	0.13	0.13	0.13	0.06	0.14	0.12	0.14	0.13	0.08	0.11	0.12	0.10	0.11	0.10	0.11	0.11	0.10	0.16	0.17	0.15	0.16	0.06	0.15	0.16	0.17	0.15	0.16	0.06	0.15	0.16	0.17	0.15	0.16	0.06			
ryg (m)	0.31	0.31	0.27	0.04	0.05	0.10	0.10	0.24	0.36	0.03	0.12	0.32	0.25	0.32	0.10	0.16	0.22	0.31	0.12	0.37	0.20	0.14	0.11	0.04	0.09	0.37	0.20	0.14	0.11	0.04	0.09	0.37	0.20	0.14	0.11	0.04			
ix (m)	1.26	2.45	3.62	4.66	1.20	1.20	1.60	2.02	2.93	4.25	4.40	1.24	2.47	3.59	1.20	1.58	2.17	3.15	4.39	1.21	2.63	3.45	3.86	4.30	4.42	1.21	2.63	3.45	3.86	4.30	4.42	1.21	2.63	3.45	3.86	4.30			
iy (m)	15.42	15.52	15.52	15.53	15.19	15.19	15.01	14.36	14.39	15.18	15.14	14.54	14.56	14.62	14.11	14.16	14.17	14.19	14.17	13.56	13.57	13.56	13.61	13.94	13.60	13.56	13.57	13.56	13.61	13.94	13.60	13.56	13.57	13.56	13.61	13.94			
ixz (m)	2.40	3.56	4.63	4.82	1.39	1.57	2.01	2.87	4.23	4.37	4.82	2.43	3.42	4.81	1.55	2.16	3.03	4.35	4.82	2.60	3.36	3.96	4.40	4.46	4.76	2.60	3.36	3.96	4.40	4.46	4.76	2.60	3.36	3.96	4.40	4.46			
iyz (m)	15.39	16.04	16.06	16.04	15.40	15.19	15.44	15.46	15.53	15.46	15.55	15.00	14.36	15.18	14.54	14.54	14.58	14.60	14.59	14.16	14.17	14.18	14.21	14.20	14.17	14.16	14.17	14.18	14.21	14.20	14.17	14.16	14.17	14.18	14.21	14.20			
b (m)	1.14	1.11	1.01	0.16	0.19	0.37	0.41	0.84	1.30	0.12	0.42	1.19	0.95	1.22	0.35	0.59	0.86	1.19	0.43	1.39	0.74	0.51	0.44	0.16	0.34	1.39	0.74	0.51	0.44	0.16	0.34	1.39	0.74	0.51	0.44	0.16			
h (m)	0.58	0.52	0.54	0.44	0.21	0.18	0.43	0.51	0.54	0.28	0.41	0.46	0.40	0.56	0.43	0.38	0.42	0.41	0.43	0.60	0.60	0.60	0.62	0.57	0.61	0.60	0.60	0.62	0.57	0.61	0.60	0.60	0.62	0.57	0.61	0.60	0.60	0.62	0.57
A	0.66	0.57	0.54	0.07	0.04	0.07	0.18	0.43	0.70	0.03	0.17	0.55	0.38	0.68	0.15	0.22	0.36	0.49	0.18	0.84	0.44	0.31	0.27	0.04	0.19	0.84	0.44	0.31	0.27	0.04	0.19	0.84	0.44	0.31	0.27	0.04			
I _{eq} (I _{xx} +I _{yy} -I _{xy} ²/I _g)	0.88	0.93	0.78	0.65	0.80	0.81	0.84	0.92	0.81	0.90	0.86	0.84	0.81	0.76	0.84	0.81	0.79	0.81	0.75	0.85	0.92	0.73	0.78	0.82	0.82	0.85	0.92	0.73	0.78	0.82	0.82	0.85	0.92	0.73	0.78	0.82			

I _{eq}	0.93	0.96	0.84	0.84	0.84
I _{xx}	0.93	0.96	0.84	0.84	0.84
I _{yy}	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
I _{xy}	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40

Folha de Cálculo para a Parede 3 (2º piso) da casa do Quarteirão do Corpo da Guarda (CG4)

	2																			
	A	B	C	D	E	E'	F	G	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
Área (m ²)	0.29	0.27	0.26	0.29	0.14	0.17	0.48	0.03	0.02	0.08	0.11	0.08	0.10	0.12	0.10	0.06	0.16	0.07	0.11	
Perímetro (m)	2.20	1.99	1.98	2.11	1.83	1.95	2.39	0.87	0.72	1.17	1.35	1.09	1.26	1.35	1.19	0.90	1.69	1.07	1.33	
Xg (m)	18.93	19.61	20.30	21.13	21.87	21.92	22.91	23.55	18.64	19.02	19.48	19.88	20.43	21.03	21.46	21.92	22.42	23.06	23.42	
Yg (m)	16.36	16.39	16.33	16.37	16.51	16.29	16.42	16.45	15.99	16.01	16.01	16.01	15.99	16.01	16.03	16.02	16.04	16.05	16.07	
Ix (m ⁴)	78.56	71.50	68.21	77.79	37.27	45.25	129.60	6.99	6.16	21.73	27.52	19.94	26.46	31.53	24.75	14.35	42.29	18.89	27.96	
Iy (m ⁴)	105.28	102.40	105.39	129.52	65.40	83.76	252.21	14.34	8.37	30.67	40.74	30.74	43.19	54.41	44.37	26.86	82.63	36.99	59.38	
Ixx (m ⁴)	90.94	85.56	84.78	100.37	49.37	62.24	180.77	10.02	7.18	25.81	33.49	24.76	33.81	41.41	33.14	19.64	59.12	27.14	40.75	
Iyy (m ⁴)	16.36	16.39	16.33	16.37	16.51	16.29	16.42	16.45	15.99	16.01	16.01	16.01	15.99	16.01	16.03	16.02	16.04	16.05	16.07	
Ixy (m ⁴)	18.94	19.61	20.30	21.13	21.87	21.92	22.91	23.55	18.64	19.02	19.48	19.88	20.43	21.03	21.46	21.92	22.42	23.06	23.42	
Ixxa (m ⁴)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Iyya (m ⁴)	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
I _{xy} (m ⁴)	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	
I _{xyyg} (m ⁴)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
rxg (m)	0.12	0.13	0.11	0.12	0.05	0.07	0.12	0.10	0.08	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09	
ryg (m)	0.20	0.17	0.19	0.20	0.22	0.22	0.32	0.03	0.03	0.11	0.11	0.09	0.12	0.12	0.11	0.06	0.16	0.08	0.11	
Retângulo Envolvente	x1 (m):	18.59	19.30	19.97	20.74	21.50	22.33	23.49	18.59	18.81	19.26	19.71	20.20	20.81	21.26	21.79	22.09	22.90	23.21	
	y1 (m):	16.14	16.16	16.13	16.16	16.39	16.16	16.19	15.83	15.88	15.87	15.87	15.84	15.86	15.88	15.88	15.89	15.91	15.91	
	x2 (m):	19.29	19.94	20.64	21.49	22.28	22.32	23.43	18.69	19.24	19.68	20.06	20.66	21.25	21.67	22.04	22.70	23.20	23.59	
	y2 (m):	16.58	16.62	16.55	16.60	16.61	16.43	16.66	16.12	16.13	16.16	16.14	16.12	16.16	16.16	16.16	16.16	16.20	16.24	
	b (m):	0.69	0.64	0.67	0.75	0.78	0.81	1.16	0.10	0.10	0.43	0.42	0.35	0.46	0.44	0.41	0.25	0.62	0.31	0.38
h (m):	0.45	0.46	0.42	0.44	0.23	0.27	0.47	0.38	0.29	0.25	0.29	0.26	0.29	0.30	0.28	0.28	0.30	0.28	0.34	
A	0.31	0.29	0.28	0.33	0.18	0.22	0.55	0.04	0.03	0.11	0.12	0.09	0.13	0.13	0.12	0.07	0.18	0.09	0.13	
I _{eq} (E _{equiv} /h ³)	0.95	0.91	0.90	0.88	0.77	0.81	0.88	0.64	0.84	0.79	0.87	0.84	0.78	0.92	0.84	0.80	0.89	0.85	0.85	
Retângulo Equivalente 2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2
	h1 (m):	0.43	0.45	0.40	0.42	0.18	0.23	0.44	0.09	0.09	0.22	0.29	0.25	0.25	0.30	0.22	0.29	0.29	0.29	0.29
	b1 (m):	0.68	0.59	0.64	0.69	0.75	0.76	1.09	0.34	0.27	0.38	0.37	0.31	0.41	0.42	0.37	0.26	0.57	0.38	0.38
	A	0.29	0.27	0.26	0.29	0.14	0.17	0.48	0.03	0.02	0.08	0.11	0.08	0.10	0.12	0.10	0.06	0.16	0.09	0.11
	g
Retângulo Equivalente (homotético) 2	h1 (m):	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	b1 (m):	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
P _{eq} (m)	A	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	I _{eq}	2.23	2.08	2.08	2.22	1.87	1.99	3.06	0.84	0.71	1.21	1.32	1.12	1.33	1.42	1.26	0.95	1.72	1.08	
I _{eq}	0.99	0.96	0.95	0.95	0.98	0.98	0.98	1.04	1.01	0.97	1.02	0.97	0.95	0.95	0.94	0.95	0.98	0.98	1.00	
I _{eq}	0.97	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
σ _{IR}	0.02	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
σ _{IR}	1.78	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Folha de Cálculo para a Parede 4 (2º piso) da casa do Quarteirão do Corpo da Guarda (CG5)_parte (1/3)

6												7												8												
A	B	C	D	E	E'	F	G	H	I	J	K	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
0.03	0.11	0.10	0.10	0.01	0.02	0.02	0.12	0.06	0.17	0.03	0.19	0.06	0.20	0.50	0.43	0.04	0.40	0.02	0.27	0.07	0.08	0.10	0.07	0.07	0.08	0.08	0.10	0.06	0.10	0.07	0.11	0.02	0.04	0.16	0.10	0.04
0.75	1.26	1.23	1.25	0.40	0.48	0.60	1.34	1.10	1.85	0.74	1.88	0.38	1.73	3.42	2.65	0.30	0.87	0.87	2.14	1.04	1.12	1.14	1.22	0.38	1.19	1.04	1.00	1.40	1.40	0.85	0.79	1.75	1.18	1.18	0.78	
18.78	19.12	19.54	19.98	20.23	20.37	20.23	20.68	21.08	21.79	22.23	22.79	23.47	18.82	19.84	21.21	21.78	22.32	22.83	23.26	18.75	19.07	19.41	19.77	20.03	20.44	20.81	21.16	21.54	21.89	22.10	22.35	23.12	23.44	23.44		
14.50	14.50	14.43	14.43	14.56	14.55	14.42	14.43	14.54	14.52	14.51	14.52	14.10	14.08	14.10	14.13	14.13	14.08	14.08	14.13	13.72	13.73	13.74	13.74	13.74	13.74	13.74	13.74	13.74	13.75	13.75	13.75	13.74	13.76	13.76		
6.34	22.07	20.65	21.61	2.48	3.37	4.31	25.68	16.63	35.23	6.83	33.92	15.07	39.76	98.32	85.23	8.52	79.53	4.76	53.22	13.27	14.71	15.05	18.38	11.97	18.21	12.81	13.37	21.33	4.36	7.98	30.93	18.07	7.23			
11.64	38.33	37.56	41.07	4.78	6.61	9.52	52.28	35.42	81.55	16.17	98.33	34.17	70.81	195.54	192.15	20.26	198.70	12.50	144.16	24.75	28.40	30.12	38.13	25.64	40.30	29.40	31.71	52.42	11.05	20.61	82.45	51.00	20.39			
8.39	28.11	27.85	29.79	3.44	4.72	6.76	36.64	24.31	54.35	10.55	62.61	21.13	53.06	138.35	128.00	13.14	125.74	7.71	87.59	18.12	20.44	21.29	28.47	17.52	27.09	19.41	20.53	33.44	6.94	12.82	50.22	30.35	12.32			
14.50	14.50	14.43	14.43	14.56	14.55	14.42	14.43	14.54	14.52	14.51	14.52	14.11	14.08	14.13	14.13	14.13	14.08	14.08	14.13	13.72	13.73	13.74	13.74	13.74	13.74	13.74	13.74	13.74	13.75	13.75	13.75	13.74	13.76	13.76		
18.78	19.12	19.54	19.98	20.23	20.37	20.23	20.68	21.08	21.79	22.23	22.80	23.47	18.82	19.85	21.21	21.78	22.32	22.83	23.26	18.75	19.07	19.41	19.77	20.03	20.44	20.82	21.16	21.55	21.89	22.10	22.35	23.12	23.44	23.44		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.03	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.04	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
0.07	0.08	0.08	0.08	0.03	0.03	0.03	0.06	0.07	0.08	0.07	0.08	0.07	0.12	0.10	0.14	0.10	0.13	0.10	0.11	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07		
0.04	0.11	0.10	0.11	0.03	0.04	0.06	0.12	0.09	0.18	0.04	0.20	0.08	0.14	0.40	0.26	0.04	0.25	0.02	0.20	0.09	0.08	0.09	0.10	0.07	0.10	0.10	0.07	0.13	0.03	0.05	0.18	0.11	0.04			
18.68	18.32	18.36	18.77	20.17	20.30	20.18	20.45	21.01	21.40	22.14	22.42	23.32	18.53	19.14	20.71	21.70	21.85	22.79	22.83	18.53	18.92	19.32	19.59	19.97	20.25	20.64	21.00	21.32	21.84	21.98	22.22	22.91	23.36			
14.36	14.35	14.33	14.32	14.50	14.48	14.35	14.34	14.40	14.35	14.37	14.37	14.38	13.89	13.88	13.89	13.93	13.88	13.92	13.92	13.60	13.59	13.59	13.58	13.59	13.59	13.64	13.59	13.61	13.64	13.60	13.60	13.63	13.63			
18.85	19.33	19.74	20.17	20.29	20.45	20.40	20.91	21.36	22.12	22.33	23.16	23.59	19.09	20.59	21.66	21.85	22.77	22.83	23.59	18.90	19.23	19.59	19.94	20.21	20.62	20.99	21.29	21.77	21.95	22.19	22.86	23.31	23.54			
14.63	14.63	14.64	14.63	14.62	14.61	14.48	14.64	14.67	14.66	14.66	14.66	14.65	14.35	14.28	14.40	14.30	14.37	14.31	14.36	13.86	13.87	13.86	13.87	13.87	13.90	13.85	13.89	13.86	13.87	13.89	13.90	13.90	13.90			
0.16	0.41	0.38	0.40	0.12	0.14	0.22	0.45	0.27	0.74	0.28	0.43	0.44	0.38	0.15	0.32	0.15	0.32	0.10	0.70	0.31	0.31	0.33	0.35	0.25	0.37	0.36	0.29	0.45	0.11	0.21	0.65	0.40	0.17			
0.27	0.28	0.31	0.31	0.12	0.13	0.30	0.27	0.30	0.29	0.30	0.27	0.46	0.40	0.32	0.40	0.32	0.49	0.39	0.44	0.26	0.28	0.27	0.29	0.28	0.31	0.21	0.30	0.28	0.22	0.26	0.28	0.27	0.28			
0.04	0.12	0.12	0.12	0.01	0.02	0.03	0.14	0.10	0.22	0.05	0.22	0.07	0.23	0.58	0.50	0.06	0.45	0.04	0.41	0.08	0.09	0.09	0.10	0.07	0.11	0.08	0.09	0.13	0.03	0.05	0.18	0.11	0.05			
0.75	0.91	0.83	0.82	0.62	0.67	0.80	0.89	0.83	0.79	0.63	0.85	0.83	0.87	0.85	0.85	0.76	0.88	0.83	0.86	0.89	0.88	0.90	0.93	0.93	0.95	0.90	0.81	0.90	0.92	0.78	0.88	0.87	0.81			
Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2	Existem 2 em que b1h2 e h1h2			
0.23	0.38	0.27	0.38	0.13	0.13	0.20	0.41	0.29	0.64	0.26	0.69	0.27	0.36	0.43	0.34	0.66	0.35	0.69	0.29	0.30	0.32	0.33	0.34	0.33	0.28	0.20	0.26	0.11	0.18	0.26	0.26	0.15				
0.03	0.11	0.10	0.10	0.01	0.01	0.02	0.12	0.06	0.17	0.03	0.19	0.06	0.20	0.50	0.43	0.04	0.40	0.02	0.27	0.07	0.08	0.10	0.07	0.07	0.08	0.08	0.10	0.07	0.11	0.02	0.04	0.16	0.10	0.04		
0.75	1.31	1.27	1.30	0.44	0.51	0.63	1.42	1.19	1.82	0.77	1.93	1.00	1.79	3.46	2.74	0.93	2.65	0.83	2.15	1.07	1.12	1.14	1.25	1.01	1.25	1.07	1.06	1.39	0.85	0.83	1.77	1.25	0.81			
1.00	0.96	0.97	0.96	0.90	0.95	0.96	0.95	0.98	1.02	0.97	0.98	0.98	0.97	0.96	0.97	0.97	0.97	1.05	0.93	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	0.94	0.97			

Folha de Cálculo para a Parede 4 (2º piso) da casa do Quarteirão do Corpo da Guarda (CG5)_parte (3/3)

	1			2			3			H										
	A	B	C	A	B	C	A	B	C		D	E	F	G						
Área (m ²)	0.55	0.21	0.09	0.15	0.05	0.13	0.09	0.04	0.03	0.04	0.16	0.02	0.39	0.17	0.06	0.01	0.03	0.01		
Perímetro (m)	3.41	1.80	1.13	1.69	0.82	1.52	1.17	0.77	0.62	0.79	1.57	0.78	2.64	1.95	0.94	0.50	0.38	0.70	0.46	
Xg (m)	1.91	2.88	3.29	1.51	1.92	2.30	2.80	3.11	3.34	3.37	1.49	1.25	2.17	3.02	2.79	3.08	3.24	3.38	3.45	
Yg (m)	10.68	10.80	10.81	10.32	10.32	10.34	10.42	10.39	10.53	10.34	9.96	9.86	9.97	10.14	9.91	9.97	9.93	9.90	10.06	
Ix (m ⁴)	63.00	24.68	10.18	16.28	5.18	13.63	10.00	4.04	2.89	4.26	15.64	1.86	39.16	17.98	5.88	1.36	0.99	2.86	0.88	
Iy (m ⁴)	2.09	1.76	0.95	0.35	0.18	0.68	0.72	0.36	0.29	0.45	0.35	0.03	1.89	1.60	0.47	0.13	0.11	0.33	0.10	
Ixy (m ⁴)	11.25	6.59	3.10	2.38	0.96	3.04	2.68	1.21	0.92	1.39	2.34	0.23	8.54	5.95	1.66	0.42	0.32	0.97	0.30	
rx (m)	10.68	10.80	10.81	10.32	10.32	10.34	10.42	10.39	10.53	10.34	9.96	9.86	9.97	10.14	9.91	9.97	9.93	9.90	10.06	
ry (m)	1.94	2.89	3.29	1.52	1.92	2.31	2.80	3.11	3.34	3.37	1.50	1.25	2.19	3.03	2.79	3.08	3.24	3.38	3.45	
Ixa (m ⁴)	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Iya (m ⁴)	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
I _g (m ⁴)	0.09	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ix _g (m ⁴)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
rxg (m)	0.12	0.11	0.10	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	0.04	0.05	0.12	0.09	0.12	0.07	0.06	0.02	0.03	0.05	0.05	
ryg (m)	0.38	0.15	0.07	0.17	0.06	0.16	0.10	0.05	0.05	0.06	0.11	0.02	0.26	0.22	0.08	0.05	0.03	0.05	0.02	
Retângulo Envolvente	x1 (m):	1.22	2.60	3.16	1.22	1.81	2.01	2.61	3.00	3.21	1.29	1.22	1.69	2.63	2.65	2.97	3.18	3.28	3.40	
	y1 (m):	10.44	10.59	10.60	10.18	10.20	10.20	10.29	10.27	10.44	10.22	9.73	9.72	9.74	10.02	9.80	9.93	9.87	9.99	
	x2 (m):	2.61	3.16	3.44	1.81	2.05	2.60	3.01	3.22	3.44	3.47	1.69	1.30	2.64	3.44	2.95	3.18	3.30	3.47	
	y2 (m):	10.88	10.99	10.99	10.47	10.46	10.47	10.58	10.53	10.62	10.44	10.17	10.07	10.22	10.27	10.02	10.01	9.99	9.99	10.18
	b (m):	1.39	0.56	0.28	0.59	0.23	0.59	0.39	0.22	0.23	0.24	0.40	0.08	0.95	0.81	0.31	0.20	0.12	0.19	0.07
h (m):	0.44	0.40	0.39	0.29	0.27	0.27	0.29	0.26	0.17	0.22	0.43	0.35	0.48	0.25	0.22	0.08	0.12	0.20	0.19	
A	0.62	0.22	0.11	0.17	0.06	0.16	0.11	0.06	0.04	0.05	0.17	0.03	0.46	0.21	0.07	0.02	0.01	0.04	0.01	
I _{Re} (E=20000kN/m ²)	0.89	0.34	0.79	0.30	0.76	0.80	0.80	0.80	0.64	0.65	0.30	0.67	0.86	0.65	0.69	0.82	0.74	0.75	0.62	
Retângulo Equivalente 2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e
	h _g (m):	0.42	0.40	0.25	0.26	0.26	0.24	0.26	0.17	0.24	0.16	0.36	0.06	0.43	0.23	0.21	0.07	0.15	0.05	0.05
	b _g (m):	1.32	0.59	0.35	0.59	0.21	0.54	0.35	0.21	0.24	0.24	0.42	0.31	0.91	0.76	0.28	0.19	0.20	0.17	0.17
	A	0.55	0.21	0.09	0.15	0.05	0.13	0.09	0.04	0.04	0.04	0.16	0.02	0.39	0.17	0.06	0.01	0.03	0.01	0.01
	g	0.88	0.38	0.79	0.30	0.76	0.80	0.80	0.64	0.65	0.30	0.67	0.86	0.65	0.69	0.82	0.74	0.75	0.62	0.62
Retângulo Equivalente (homotético) 2	h _g (m):	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	
	b _g (m):	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	
P _{re} (m)	A	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
	A	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	
I _g	P _{re} (m)	3.48	1.86	1.20	1.70	0.88	1.55	1.23	0.78	0.65	0.81	1.59	0.74	2.69	1.98	0.99	0.52	0.40	0.69	
	I _g	0.98	0.97	0.35	0.99	0.93	0.98	0.95	0.99	0.95	0.97	0.99	1.06	0.98	0.96	0.95	0.96	0.94	1.02	
	I _g	0.98	0.97	0.35	0.99	0.93	0.98	0.95	0.99	0.95	0.97	0.99	1.06	0.98	0.96	0.95	0.96	0.94	1.02	
	σ _{Re}	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	
+|X|	2.76	2.76	2.76	2.76	2.76	2.76	2.76	2.76	2.76	2.76	2.76	2.76	2.76	2.76	2.76	2.76	2.76	2.76		

Folha de Cálculo para a Parede 1 (1º piso) da casa do Quarteirão da Feitoria Inglesa (F11)_parte (1/3)

6											
A	A'	A''	A'''	B	C	C'	D	E	F	G	H
0.01	0.01	0.02	0.01	0.04	0.01	0.03	0.02	0.06	0.07	0.04	0.04
0.48	0.47	0.54	0.53	0.72	0.47	0.77	0.54	1.10	1.05	0.86	0.80
1.32	1.34	1.38	1.24	1.53	1.74	1.69	1.85	2.06	2.37	2.66	2.60
3.68	3.58	3.45	3.50	3.63	3.70	3.48	3.55	3.60	3.60	3.67	3.52
1.28	1.27	1.68	0.74	3.28	1.34	2.62	1.58	7.72	6.81	4.17	1.05
0.02	0.02	0.04	0.01	0.08	0.04	0.08	0.06	0.36	0.42	0.31	0.08
0.17	0.18	0.25	0.10	0.52	0.24	0.47	0.31	1.66	1.68	1.15	0.28
3.68	3.58	3.45	3.51	3.63	3.70	3.48	3.55	3.60	3.60	3.67	3.52
1.32	1.34	1.38	1.24	1.53	1.74	1.69	1.85	2.07	2.37	2.66	2.60
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.02	0.03	0.03	0.05	0.06	0.03	0.04	0.06	0.08	0.08	0.05	0.03
0.05	0.04	0.05	0.02	0.05	0.02	0.03	0.03	0.09	0.08	0.08	0.03
1.23	1.25	1.28	1.22	1.43	1.64	1.54	1.80	1.89	2.22	2.49	2.54
3.64	3.52	3.39	3.42	3.50	3.65	3.39	3.44	3.46	3.46	3.58	3.46
1.41	1.44	1.48	1.28	1.65	1.82	1.81	1.90	2.23	2.53	2.82	2.66
3.72	3.63	3.51	3.65	3.73	3.75	3.59	3.65	3.74	3.74	3.76	3.59
0.19	0.19	0.20	0.06	0.22	0.18	0.27	0.11	0.34	0.31	0.33	0.13
0.03	0.11	0.12	0.24	0.22	0.11	0.20	0.21	0.28	0.28	0.18	0.13
0.02	0.02	0.02	0.02	0.05	0.02	0.05	0.02	0.03	0.03	0.06	0.02
0.84	0.68	0.78	0.53	0.73	0.74	0.55	0.78	0.88	0.84	0.74	0.70
Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem
2 em que	2 em que	2 em que	2 em que	2 em que	2 em que	2 em que	2 em que	2 em que	2 em que	2 em que	2 em que
b1x12 e	b1x12 e	b1x12 e	b1x12 e	b1x12 e	b1x12 e	b1x12 e	b1x12 e	b1x12 e	b1x12 e	b1x12 e	b1x12 e
b1x12 e	b1x12 e	b1x12 e	b1x12 e	b1x12 e	b1x12 e	b1x12 e	b1x12 e	b1x12 e	b1x12 e	b1x12 e	b1x12 e
0.08	0.09	0.11	0.04	0.18	0.03	0.11	0.03	0.26	0.16	0.10	0.10
0.17	0.16	0.18	0.19	0.20	0.16	0.28	0.19	0.23	0.28	0.11	0.23
0.01	0.01	0.02	0.01	0.04	0.01	0.03	0.02	0.07	0.04	0.01	0.02
0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
0.49	0.57	0.47	0.75	0.43	0.76	0.56	1.16	1.03	0.88	0.43	0.59
0.37	0.36	0.36	1.12	0.35	0.95	1.01	0.96	0.34	0.96	0.34	0.99

Folha de Cálculo para a Parede 1 (1º piso) da casa do Quarteirão da Feitoria Inglesa (F11)_parte (2/3)

T													S												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	A	B	C	D		
0.02	0.05	0.06	0.06	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.07	0.05	0.08	0.13	0.07	0.07	0.04	0.01	0.04	0.02	0.03	0.07	0.03	0.07	0.01		
0.50	1.01	1.04	1.08	0.41	0.46	0.80	0.58	0.45	0.47	0.89	1.11	1.81	1.10	1.11	0.78	0.52	0.90	0.67	0.95	1.60	1.64	1.38	0.40		
1.26	1.52	1.96	2.44	3.02	2.97	3.15	3.27	3.33	3.44	1.36	1.69	2.31	2.03	2.47	2.83	3.01	3.13	3.29	3.44	1.52	2.36	3.05	3.42		
8.84	8.79	8.85	8.82	8.84	8.76	8.84	8.77	8.94	8.94	8.58	8.61	8.67	8.47	8.48	8.54	8.66	8.54	8.62	8.63	8.37	8.32	8.37	8.35		
1.21	4.14	4.53	4.31	0.82	0.97	2.47	1.80	1.16	0.86	3.95	6.05	9.43	5.32	5.07	3.19	0.37	3.02	1.23	2.15	5.18	1.91	4.32	0.76		
0.02	0.12	0.22	0.33	0.10	0.11	0.31	0.25	0.16	0.13	0.10	0.23	0.67	0.31	0.43	0.35	0.12	0.41	0.18	0.34	0.17	0.16	0.65	0.13		
0.17	0.71	1.01	1.19	0.28	0.33	0.88	0.67	0.43	0.33	0.62	1.19	2.51	1.27	1.47	1.06	0.34	1.11	0.47	0.86	0.34	0.54	1.79	0.31		
8.84	8.79	8.85	8.82	8.84	8.76	8.84	8.77	8.94	8.94	8.58	8.61	8.67	8.47	8.48	8.54	8.66	8.54	8.62	8.63	8.37	8.32	8.37	8.35		
1.26	1.52	1.96	2.45	3.02	2.97	3.15	3.27	3.33	3.44	1.36	1.70	2.32	2.03	2.47	2.83	3.01	3.13	3.30	3.44	1.53	2.37	3.05	3.42		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
0.05	0.04	0.04	0.04	0.02	0.02	0.08	0.05	0.03	0.05	0.07	0.07	0.05	0.06	0.05	0.07	0.02	0.04	0.03	0.11	0.04	0.01	0.04	0.03		
0.03	0.11	0.11	0.12	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.02	0.07	0.10	0.21	0.11	0.12	0.05	0.06	0.10	0.07	0.02	0.18	0.21	0.15	0.03		
1.22	1.30	1.76	2.21	2.95	2.98	3.08	3.19	3.25	3.40	1.23	1.49	1.95	1.81	2.24	2.74	2.91	2.95	3.14	3.38	1.22	1.89	2.74	3.36		
8.75	8.70	8.76	8.73	8.79	8.71	8.68	8.68	8.86	8.84	8.46	8.48	8.57	8.35	8.39	8.40	8.61	8.47	8.55	8.41	8.30	8.30	8.30	8.30		
1.32	1.73	2.17	2.67	3.08	3.06	3.25	3.36	3.40	3.47	1.50	1.87	2.74	2.22	2.68	2.94	3.13	3.32	3.40	3.47	1.83	2.69	3.34	3.47		
8.93	8.88	8.93	8.91	8.89	8.80	8.98	8.86	9.00	9.03	8.72	8.75	8.77	8.58	8.59	8.67	8.71	8.62	8.68	8.84	8.49	8.37	8.48	8.42		
0.11	0.43	0.41	0.46	0.14	0.18	0.18	0.17	0.15	0.07	0.27	0.38	0.79	0.41	0.44	0.20	0.22	0.37	0.26	0.09	0.61	0.80	0.60	0.12		
0.18	0.19	0.17	0.17	0.10	0.09	0.30	0.17	0.14	0.19	0.25	0.27	0.21	0.23	0.20	0.27	0.10	0.16	0.13	0.43	0.19	0.06	0.18	0.12		
0.02	0.08	0.07	0.08	0.01	0.02	0.05	0.03	0.02	0.01	0.07	0.10	0.16	0.10	0.09	0.06	0.02	0.06	0.03	0.04	0.12	0.05	0.11	0.01		
0.79	0.68	0.82	0.63	0.77	0.76	0.59	0.78	0.68	0.82	0.77	0.80	0.78	0.78	0.80	0.79	0.59	0.71	0.51	0.72	0.63	0.54	0.65	0.77		
Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2	Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2	Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2	Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2	Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2	Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2	Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2	Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2	Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2	Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2	Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2	Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2	Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2	Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2	Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2	Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2	Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2	Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2	Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2	Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2	Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2	Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2	Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2	Existem 2 em que b1+h2 e h1+b2		
0.10	0.14	0.15	0.13	0.08	0.08	0.11	0.11	0.11	0.11	0.07	0.20	0.23	0.17	0.20	0.18	0.20	0.12	0.07	0.07	0.12	0.04	0.13	0.13		
0.16	0.38	0.38	0.43	0.12	0.16	0.28	0.28	0.28	0.28	0.26	0.35	0.73	0.37	0.40	0.22	0.19	0.33	0.25	0.39	0.63	0.72	0.53	0.13		
0.02	0.05	0.06	0.06	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.08	0.13	0.07	0.07	0.04	0.01	0.04	0.02	0.03	0.07	0.03	0.07	0.07		
0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88		
0.15	0.15	0.12	0.15	0.12	0.15	0.12	0.15	0.12	0.15	0.15	0.12	0.15	0.12	0.15	0.12	0.15	0.12	0.15	0.12	0.15	0.12	0.15	0.12		
0.51	1.05	1.07	1.11	0.42	0.47	0.79	0.61	0.48	0.46	0.93	1.16	1.80	1.14	1.15	0.84	0.52	0.92	0.63	0.92	1.50	1.52	1.33	0.42		
0.97	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	1.02	0.94	0.94	1.01	0.96	0.95	1.00	0.96	0.96	0.96	0.93	1.00	0.98	1.03	1.07	1.08	1.04	0.97		

Folha de Cálculo para a Parede 1 (1º piso) da casa do Quarteirão da Feitoria Inglesa (F11)_parte (3/3)

	2																				
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	E'	F	G	H	I	J	K	L		
Área (m ²)	0.26	0.04	0.02	0.02	0.05	0.02	0.25	0.09	0.02	0.42	0.02	0.02	0.01	0.02	0.09	0.27	0.18	0.02	0.00		
Perímetro (m)	2.28	0.75	0.64	0.55	1.50	0.57	2.01	1.26	0.64	2.55	0.56	0.31	0.37	0.58	1.26	0.71	1.71	0.52	0.26		
Xg (m)	5.95	6.46	6.48	6.64	7.13	7.78	5.70	6.21	6.48	7.32	7.80	7.86	7.75	7.81	5.99	6.58	7.35	7.82	7.81		
Yg (m)	11.06	10.37	11.18	11.12	11.17	11.17	10.56	10.76	11.17	10.81	10.98	10.78	10.83	10.63	10.41	10.37	10.30	10.42	10.28		
Ix (m ⁴)	51.46	4.53	2.21	2.40	6.77	2.04	27.50	10.23	2.18	49.65	2.37	0.52	0.92	2.57	9.35	28.81	19.05	1.84	0.49		
Iy (m ⁴)	9.13	1.57	0.74	0.86	2.76	0.39	8.02	3.41	0.73	22.74	1.20	0.28	0.47	1.39	3.09	11.61	9.70	1.04	0.28		
Ixy (m ⁴)	16.93	2.67	1.28	1.44	4.32	1.42	14.85	5.91	1.26	33.59	1.69	0.38	0.66	1.89	5.38	18.28	13.59	1.98	0.37		
ry (m)	5.96	6.46	6.48	6.64	7.13	7.78	5.70	6.21	6.48	7.32	7.80	7.86	7.75	7.81	5.99	6.59	7.35	7.82	7.81		
Ixa (m ⁴)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Iya (m ⁴)	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00		
I _g (m ⁴)	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00		
I _{xyg} (m ⁴)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
rxg (m)	0.03	0.06	0.03	0.04	0.03	0.03	0.19	0.06	0.03	0.15	0.05	0.03	0.04	0.05	0.12	0.10	0.09	0.04	0.02		
ryg (m)	0.24	0.05	0.06	0.04	0.18	0.05	0.11	0.13	0.06	0.23	0.03	0.01	0.02	0.04	0.06	0.22	0.17	0.03	0.02		
Retângulo Envolvente	x1 (m):	5.52	6.36	6.37	6.54	6.72	7.65	5.94	6.37	6.89	7.73	7.82	7.72	7.74	5.84	6.16	7.04	7.75	7.77		
	y1 (m):	10.86	10.83	11.12	11.03	11.12	11.09	10.18	11.12	10.53	10.86	10.72	10.75	10.72	10.17	10.18	10.11	10.34	10.24		
	x2 (m):	6.35	6.57	6.64	6.73	7.44	7.87	5.91	6.44	6.64	7.72	7.87	7.79	7.88	6.12	7.00	7.68	7.88	7.84		
	y2 (m):	11.21	11.08	11.21	11.20	11.21	11.21	10.90	10.87	11.21	11.11	11.07	10.85	10.91	10.72	10.66	10.57	10.50	10.52	10.33	
	b (m):	0.83	0.21	0.27	0.20	0.72	0.22	0.39	0.50	0.27	0.83	0.13	0.06	0.07	0.14	0.28	0.84	0.64	0.13	0.08	
h (m):	0.36	0.25	0.09	0.17	0.09	0.12	0.72	0.26	0.03	0.58	0.22	0.13	0.16	0.21	0.49	0.33	0.39	0.19	0.09		
A	0.30	0.05	0.03	0.03	0.03	0.07	0.28	0.13	0.03	0.48	0.03	0.01	0.01	0.03	0.14	0.33	0.25	0.02	0.01		
I _{eq} (Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2 h1=b2)	0.86	0.71	0.70	0.60	0.80	0.63	0.87	0.69	0.70	0.88	0.68	0.62	0.75	0.81	0.63	0.81	0.71	0.71	0.64		
Retângulo Equivalente 2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2 h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2 h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2 h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2 h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2 h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2 h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2 h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2 h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2 h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2 h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2 h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2 h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2 h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2 h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2 h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2 h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2 h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2 h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2 h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2 h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2 h1=b2
	h1 (m):	0.31	0.17	0.08	0.12	0.09	0.08	0.37	0.19	0.08	0.55	0.11	0.04	0.06	0.13	0.20	0.36	0.31	0.11	0.05	
	b1 (m):	0.83	0.22	0.22	0.17	0.61	0.19	0.66	0.46	0.22	0.77	0.18	0.10	0.13	0.18	0.44	0.75	0.58	0.16	0.09	
	A	0.26	0.04	0.02	0.02	0.05	0.02	0.25	0.09	0.02	0.42	0.02	0.00	0.01	0.02	0.09	0.27	0.18	0.02	0.00	
	g	
Retângulo Equivalente (homotético) 2	h1 (m):	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	b1 (m):	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	A	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
P _{eq} (m)	2.27	0.78	0.60	0.57	1.39	0.55	2.07	1.31	0.60	2.64	0.58	0.29	0.38	0.61	1.27	2.21	1.78	0.53	0.28		
I _g	1.00	0.96	1.06	0.96	1.08	1.03	0.97	0.96	1.06	0.97	0.97	1.07	0.97	0.95	0.99	0.96	0.97	0.99	0.92		
I _g	0.98	I _{eq} (Existem 2 em que b1=h2 e b1=h2 e h1=b2 h1=b2)																			0.79
σ _{IR}	0.03	σ _{IR}																			0.10
±|X|	3.23	±|X|																			13.21

Folha de Cálculo para a Parede 2 (2º piso) da casa do Quarteirão da Feitoria Inglesa (FI2)_parte (1/4)

3													4																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
0.02	0.00	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.08	0.03	0.06	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.07	0.10	0.01	0.01	0.21	0.01	0.01	0.02	
0.64	0.27	0.29	0.71	0.48	0.46	0.29	1.17	0.72	0.93	0.53	0.32	0.71	0.28	0.34	0.46	0.27	0.26	0.27	0.42	0.26	1.10	1.27	0.34	0.37	2.23	0.28	0.50	0.77	
5.62	5.74	5.77	5.95	6.11	6.20	6.24	6.50	6.87	7.14	7.44	7.57	7.59	7.69	7.77	7.85	7.69	7.75	7.75	5.65	5.77	5.93	6.38	6.61	6.71	7.16	7.76	7.74	7.85	
10.10	10.16	10.04	10.08	10.15	10.04	10.16	10.06	10.11	10.03	10.02	10.09	9.94	10.16	10.16	10.13	10.05	10.01	9.95	9.93	9.79	9.88	9.83	9.72	9.74	9.80	9.87	9.76	9.84	
2.45	0.51	0.52	3.93	1.54	1.48	0.56	8.22	3.56	5.90	2.07	0.64	3.30	0.60	0.67	1.12	0.49	0.47	0.43	1.08	0.39	6.37	9.53	0.72	0.78	20.20	0.54	1.43	1.94	
0.76	0.16	0.17	1.18	0.56	0.56	0.21	3.43	1.64	2.99	1.14	0.36	1.93	0.34	0.39	0.67	0.28	0.28	0.26	0.35	0.14	2.52	4.01	0.33	0.37	10.90	0.34	0.90	1.23	
1.96	0.29	0.30	2.00	0.93	0.91	0.34	5.31	2.42	4.20	1.54	0.48	2.52	0.45	0.51	0.87	0.37	0.36	0.34	0.62	0.23	4.19	6.18	0.34	0.54	14.76	0.43	1.13	1.54	
10.10	10.16	10.04	10.08	10.15	10.04	10.16	10.06	10.11	10.03	10.02	10.09	9.94	10.16	10.16	10.13	10.05	10.01	9.95	9.93	9.79	9.88	9.83	9.72	9.74	9.80	9.87	9.76	9.84	
5.62	5.74	5.77	5.95	6.11	6.20	6.24	6.50	6.87	7.14	7.44	7.57	7.59	7.69	7.77	7.85	7.69	7.75	7.75	5.65	5.77	5.94	6.38	6.61	6.71	7.16	7.76	7.74	7.85	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.06	0.02	0.03	0.05	0.04	0.04	0.02	0.06	0.05	0.05	0.04	0.02	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.06	0.07	0.03	0.03	0.07	0.02	0.04	0.08	
0.03	0.02	0.02	0.05	0.03	0.03	0.02	0.11	0.07	0.10	0.05	0.03	0.06	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.02	0.10	0.12	0.03	0.02	0.25	0.02	0.04	0.02	
5.54	5.69	5.73	5.84	6.04	6.13	6.19	6.30	6.73	6.92	7.36	7.50	7.45	7.64	7.74	7.80	7.64	7.74	7.70	5.56	5.72	5.71	6.15	6.56	6.66	6.67	7.72	7.66	7.80	
9.99	10.11	9.99	9.99	10.05	9.97	10.12	9.94	10.02	9.93	9.93	10.06	9.83	10.11	10.09	10.05	10.01	9.98	9.92	9.88	9.74	9.75	9.68	9.68	9.68	9.68	9.67	9.83	9.67	9.69
5.69	5.76	5.81	6.04	6.19	6.27	6.29	6.72	6.99	7.33	7.54	7.63	7.72	7.73	7.80	7.88	7.73	7.84	7.80	5.71	5.81	6.14	6.61	6.67	6.71	7.68	7.80	7.81	7.88	
10.22	10.20	10.09	10.19	10.22	10.12	10.20	10.18	10.21	10.15	10.10	10.13	10.05	10.20	10.23	10.23	10.08	10.05	9.99	9.98	9.82	9.97	9.95	9.79	9.81	9.95	9.92	9.85	10.04	
0.14	0.09	0.09	0.21	0.15	0.14	0.10	0.42	0.27	0.41	0.18	0.13	0.27	0.09	0.06	0.08	0.09	0.10	0.10	0.15	0.09	0.42	0.46	0.11	0.11	1.01	0.08	0.15	0.08	
0.23	0.08	0.10	0.21	0.17	0.14	0.08	0.23	0.20	0.20	0.17	0.07	0.22	0.09	0.14	0.19	0.08	0.08	0.07	0.11	0.08	0.22	0.27	0.11	0.12	0.23	0.09	0.18	0.35	
0.03	0.01	0.01	0.04	0.03	0.02	0.01	0.10	0.05	0.08	0.02	0.01	0.06	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.09	0.12	0.01	0.01	0.30	0.01	0.03	0.03	
0.73	0.63	0.59	0.77	0.57	0.72	0.68	0.84	0.67	0.71	0.66	0.68	0.56	0.72	0.75	0.71	0.69	0.61	0.64	0.68	0.59	0.76	0.80	0.63	0.63	0.71	0.74	0.57	0.75	
Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	Existem 2 em que b1-h2 e h1-b2	
0.12	0.05	0.05	0.11	0.11	0.11	0.06	0.21	0.15	0.17	0.11	0.06	0.16	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.05	0.03	0.04	0.20	0.24	0.08	0.07	0.24	0.06	0.09	0.07	
0.20	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.06	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.07	0.10	0.01	0.01	0.21	0.01	0.02	
0.02	0.79	0.01	0.88	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
0.07	0.07	0.18	0.07	0.18	0.07	0.18	0.07	0.18	0.07	0.18	0.07	0.18	0.07	0.18	0.07	0.18	0.07	0.18	0.07	0.18	0.07	0.18	0.07	0.18	0.07	0.18	0.07	0.18	
0.08	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.64	0.28	0.31	0.73	0.49	0.49	0.30	1.20	0.77	1.02	0.59	0.33	0.74	0.31	0.34	0.46	0.28	0.28	0.27	0.43	0.28	1.12	1.31	0.35	0.37	2.24	0.31	0.51	0.72	
1.00	0.96	0.95	0.97	0.96	0.94	0.95	0.98	0.94	0.97	0.94	0.96	0.97	0.90	1.00	1.00	0.94	0.96	1.00	0.98	0.92	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	0.93	0.91	1.06	

Folha de Cálculo para a Parede 2 (2º piso) da casa do Quarteirão da Feitoria Inglesa (FI2)_parte (2/4)

														6																			
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P		
0.09	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.05	0.24	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	0.16	0.01	0.01	0.07	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00			
1.21	0.47	0.29	0.41	0.30	0.62	0.87	2.35	0.37	0.45	0.32	0.27	0.25	0.51	0.25	0.51	1.92	0.29	0.29	1.08	0.47	0.57	0.31	0.36	0.22	0.53	0.40	0.32	0.41	0.27	0.23			
5.61	5.86	5.86	5.95	5.17	5.93	6.08	6.67	7.19	6.96	7.73	7.80	7.84	7.80	7.70	7.70	6.44	5.96	6.43	6.44	6.63	6.37	6.34	7.09	7.22	7.34	7.59	7.76	7.76	7.86	7.70	7.79		
3.65	3.71	3.61	3.58	3.51	3.45	3.57	3.55	3.51	3.51	3.53	3.64	3.56	3.48	3.43	3.43	3.25	3.25	3.30	3.17	3.25	3.32	3.14	3.35	3.37	3.29	3.28	3.37	3.30	3.32	3.25	3.22		
7.36	1.14	0.43	0.73	0.56	1.70	4.50	21.42	0.62	1.10	0.53	0.47	0.27	1.18	0.35	1.87	14.04	0.48	0.48	6.21	1.19	1.76	0.53	0.31	0.31	1.64	0.80	0.58	0.60	0.43	0.31			
2.69	0.42	0.16	0.26	0.21	0.67	1.82	10.49	0.35	0.66	0.34	0.31	0.18	0.80	0.24	0.67	5.87	0.23	0.23	3.25	0.67	1.02	0.30	0.54	0.19	1.10	0.55	0.41	0.42	0.29	0.22			
4.63	0.63	0.26	0.45	0.34	1.07	2.86	14.37	0.47	0.85	0.43	0.38	0.23	0.37	0.29	1.12	3.08	0.33	0.33	4.49	0.89	1.34	0.40	0.70	0.24	1.34	0.66	0.49	0.50	0.35	0.27			
3.65	3.71	3.61	3.58	3.51	3.45	3.57	3.55	3.51	3.51	3.53	3.64	3.56	3.48	3.43	3.43	3.25	3.25	3.30	3.17	3.25	3.32	3.14	3.35	3.37	3.29	3.28	3.37	3.30	3.32	3.25	3.22		
5.61	5.86	5.86	5.95	5.17	5.93	6.08	6.68	7.19	6.96	7.73	7.80	7.84	7.80	7.70	7.70	6.44	5.98	6.43	6.44	6.63	6.37	6.34	7.09	7.22	7.34	7.59	7.76	7.76	7.86	7.70	7.79		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
0.12	0.02	0.03	0.04	0.02	0.04	0.08	0.07	0.04	0.04	0.04	0.02	0.03	0.04	0.02	0.08	0.06	0.02	0.02	0.06	0.04	0.05	0.02	0.03	0.01	0.05	0.02	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01		
0.06	0.05	0.02	0.02	0.02	0.06	0.05	0.27	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02	0.22	0.02	0.02	0.10	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01		
5.52	5.75	5.82	5.91	5.73	5.63	5.99	6.20	7.16	6.90	7.63	7.76	7.82	7.73	7.66	7.52	6.88	6.40	6.39	6.43	6.89	6.88	7.03	7.16	7.31	7.49	7.67	7.69	7.82	7.86	7.75	7.84		
3.40	3.66	3.55	3.50	3.45	3.37	3.41	3.39	3.43	3.43	3.49	3.60	3.51	3.40	3.38	3.10	3.12	3.26	3.13	3.13	3.23	3.03	3.03	3.30	3.32	3.26	3.17	3.33	3.26	3.24	3.21	3.20		
5.74	5.95	5.89	5.99	5.82	6.04	6.17	7.15	7.22	7.01	7.79	7.85	7.86	7.87	7.74	5.62	6.38	6.47	6.50	6.88	7.06	7.01	7.15	7.29	7.37	7.68	7.84	7.82	7.88	7.75	7.84			
3.88	3.76	3.66	3.67	3.56	3.55	3.74	3.69	3.59	3.06	3.62	3.68	3.61	3.58	3.47	3.39	3.38	3.36	3.21	3.36	3.38	3.26	3.38	3.43	3.33	3.38	3.41	3.34	3.42	3.29	3.25			
0.22	0.20	0.08	0.06	0.03	0.22	0.18	0.35	0.06	0.11	0.11	0.08	0.04	0.14	0.08	0.10	0.78	0.07	0.11	0.39	0.17	0.13	0.12	0.13	0.07	0.19	0.16	0.13	0.05	0.03	0.08			
0.48	0.10	0.11	0.17	0.10	0.19	0.32	0.30	0.16	0.17	0.09	0.08	0.10	0.18	0.09	0.29	0.25	0.10	0.08	0.23	0.15	0.23	0.08	0.11	0.07	0.21	0.09	0.08	0.18	0.07	0.06			
0.11	0.02	0.01	0.01	0.01	0.04	0.06	0.29	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.03	0.01	0.03	0.20	0.01	0.01	0.09	0.03	0.03	0.01	0.01	0.00	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00		
0.81	0.62	0.54	0.56	0.68	0.47	0.84	0.82	0.71	0.71	0.60	0.73	0.80	0.51	0.54	0.75	0.84	0.73	0.68	0.84	0.53	0.71	0.64	0.70	0.78	0.47	0.66	0.65	0.69	0.75	0.80			
Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	Existem 2 em que b1h2 e h1b2	
0.20	0.08	0.04	0.05	0.07	0.08	0.17	0.25	0.05	0.09	0.06	0.04	0.08	0.05	0.08	0.05	0.22	0.09	0.12	0.22	0.09	0.12	0.06	0.10	0.11	0.10	0.06	0.07	0.14	0.10	0.16	0.14	0.10	
0.43	0.16	0.11	0.15	0.09	0.23	0.29	0.34	0.13	0.15	0.10	0.09	0.09	0.16	0.09	0.27	0.75	0.08	0.07	0.34	0.15	0.18	0.11	0.11	0.11	0.09	0.14	0.10	0.16	0.10	0.16	0.14	0.10	
0.09	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.05	0.24	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	0.16	0.01	0.01	0.07	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.01	0.01	0.09	0.03	0.03	0.01	0.01	0.00	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1.26	0.47	0.30	0.41	0.32	0.62	0.82	2.37	0.37	0.48	0.31	0.28	0.24	0.48	0.27	0.71	1.93	0.30	0.31	1.11	0.49	0.59	0.33	0.41	0.24	0.58	0.41	0.34	0.40	0.38	0.25	0.28	0.25	
0.97	1.00	0.96	1.01	0.95	1.00	0.95	0.99	1.01	0.95	1.02	0.95	1.02	1.06	0.94	1.01	0.99	0.96	0.94	0.97	0.98	0.97	0.96	0.93	0.93	1.01	0.98	1.02	0.94	0.93	0.94	0.93	0.94	

Folha de Cálculo para a Parede 2 (2ª piso) da casa do Quarteirão da Feitoria Inglesa (F12)_parte (3/4)

	1			2			3			4			5		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Área (m ²)	0.19	0.36	0.25	0.41	0.13	0.41	0.29	0.34	0.07	0.29	0.38	0.24	0.21	0.01	0.02
Perímetro (m)	1.65	2.60	2.01	2.75	1.41	2.53	2.16	2.36	1.12	2.16	2.53	1.91	1.79	0.50	0.58
Xg (m)	10.05	10.84	11.73	12.60	9.36	10.61	11.22	10.20	10.76	11.22	12.05	12.82	10.10	10.06	10.23
Yg (m)	20.00	38.09	26.50	43.49	12.55	39.66	25.43	20.19	29.74	6.03	9.42	3.44	8.37	8.66	8.63
Ix (m ⁴)	18.96	41.69	33.31	64.44	12.80	45.72	35.31	35.59	35.06	7.87	35.31	54.65	21.45	15.0	2.92
Iy (m ⁴)	19.47	39.33	29.37	52.92	12.67	42.57	30.21	26.04	32.28	6.89	30.21	43.04	12.9	1.97	2.50
Ixy (m ⁴)	10.32	10.34	10.37	10.35	9.86	9.88	9.45	9.40	9.42	9.45	9.50	9.51	8.97	8.66	8.69
Ixx (m ⁴)	10.05	10.84	11.73	12.60	9.36	10.61	11.23	12.82	10.21	10.76	11.23	12.05	10.10	10.06	10.23
Iyy (m ⁴)	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ixy (m ⁴)	0.00	0.03	0.01	0.03	0.00	0.02	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
I _{xx} (m ⁴)	0.01	0.03	0.01	0.04	0.00	0.03	0.02	0.02	0.00	0.02	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00
I _{yy} (m ⁴)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r _{xx} (m)	0.12	0.11	0.11	0.12	0.12	0.14	0.12	0.11	0.12	0.11	0.12	0.12	0.12	0.04	0.04
r _{yy} (m)	0.13	0.27	0.19	0.28	0.09	0.24	0.20	0.16	0.23	0.05	0.20	0.25	0.15	0.03	0.05
I _{xx} (m ⁴)	3.82	10.35	11.35	12.09	9.82	10.19	10.87	12.51	9.82	10.66	10.87	11.61	12.55	9.83	10.00
I _{yy} (m ⁴)	10.31	11.40	12.09	13.09	10.15	11.07	11.58	13.09	10.63	10.86	11.58	12.52	13.09	10.37	10.12
I _{xy} (m ⁴)	10.55	10.55	10.55	10.10	10.14	9.67	10.14	9.62	9.62	9.62	9.67	9.74	9.18	8.74	8.76
b ₁ (m)	0.48	1.05	0.74	1.00	0.33	0.88	0.72	0.58	0.61	0.20	0.72	0.92	0.54	0.13	0.18
b ₂ (m)	0.45	0.43	0.39	0.42	0.44	0.52	0.44	0.40	0.46	0.33	0.44	0.47	0.45	0.42	0.16
A	0.22	0.45	0.29	0.42	0.14	0.46	0.31	0.23	0.37	0.08	0.31	0.43	0.25	0.02	0.03
I _{xx} (m ⁴)	0.86	0.80	0.85	0.96	0.89	0.89	0.91	0.90	0.90	0.87	0.91	0.87	0.96	0.92	0.74
I _{yy} (m ⁴)	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem
Retângulo Equivalente 2	Não existe	2 em que b1h2 < c	2 em que b1h2 < c	2 em que b1h2 < c	2 em que b1h2 < c	2 em que b1h2 < c	2 em que b1h2 < c	2 em que b1h2 < c	2 em que b1h2 < c	2 em que b1h2 < c	2 em que b1h2 < c	2 em que b1h2 < c	2 em que b1h2 < c	2 em que b1h2 < c	2 em que b1h2 < c
h ₁ (m)	0.39	0.36	0.41	0.32	0.43	0.42	0.37	0.43	0.43	0.18	0.42	0.43	0.45	0.41	0.11
b ₁ (m)	0.92	0.68	0.38	0.40	0.82	0.69	0.55	0.78	0.38	0.69	0.88	0.88	0.53	0.51	0.14
A	0.36	0.25	0.41	0.13	0.41	0.29	0.20	0.34	0.07	0.29	0.38	0.24	0.21	0.01	0.02
g	0.93	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
h ₁ (m)	0.42	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
b ₁ (m)	0.45	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
A	0.19	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
P _{xx} (m)	1.73	2.62	2.08	2.79	1.44	2.63	2.20	1.84	2.42	1.12	2.20	2.62	1.95	1.84	0.49
I _{xx}	0.95	0.93	0.97	0.99	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	1.00	0.96	0.97	0.96	0.97	1.01
I _{yy}	0.96	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
σ _{1x}	0.01	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
σ _{1y}	1.31	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Folha de Cálculo para a Parede 3 (3º piso) da casa do Quarteirão da Feitoria Inglesa (F13)

3													4															
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
0.06	0.03	0.08	0.03	0.00	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.06	0.01	0.02	0.02	0.04	0.01	0.05	0.01	0.05	0.04	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.04	0.00	0.01
0.93	0.65	1.10	0.59	0.22	0.81	0.73	0.82	0.73	0.49	1.13	0.37	0.56	0.49	0.73	0.29	0.86	0.28	0.31	0.91	0.93	0.32	0.27	0.19	1.06	0.51	0.82	0.22	0.36
28.14	28.41	28.71	29.02	28.96	29.35	29.23	29.65	29.55	29.77	30.05	30.36	30.52	28.03	28.24	28.33	28.75	28.76	28.99	29.35	29.54	29.56	29.74	29.83	30.13	30.37	30.50	30.55	
9.62	9.68	9.66	9.72	9.59	9.72	9.59	9.74	9.58	9.62	9.65	9.68	9.70	9.44	9.41	9.55	9.47	9.50	9.42	9.46	9.42	9.48	9.40	9.54	9.45	9.50	9.52	9.58	9.53
5.64	2.89	7.35	2.40	0.22	3.48	2.65	3.17	2.69	1.49	5.88	0.90	1.63	1.36	3.40	0.49	4.15	0.47	4.51	4.56	3.63	0.57	0.46	1.14	5.42	1.47	3.74	0.27	0.58
16.49	8.47	21.82	7.17	0.65	10.50	8.09	9.66	8.29	4.62	18.31	2.94	5.13	4.05	10.20	1.46	12.50	1.43	1.54	13.96	11.32	1.78	1.45	0.44	17.12	4.66	11.92	0.37	1.85
9.62	9.68	9.66	9.72	9.59	9.72	9.59	9.74	9.58	9.62	9.65	9.68	9.70	9.44	9.41	9.55	9.47	9.50	9.42	9.46	9.42	9.48	9.40	9.54	9.45	9.50	9.52	9.58	9.53
28.14	28.41	28.71	29.02	28.96	29.35	29.23	29.65	29.55	29.77	30.05	30.36	30.52	28.03	28.24	28.33	28.75	28.76	28.99	29.35	29.54	29.56	29.74	29.83	30.13	30.37	30.50	30.55	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.06	0.05	0.06	0.04	0.01	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.05	0.03	0.05	0.04	0.05	0.02	0.04	0.02	0.02	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0.05	0.03	0.05	0.02	0.04
0.08	0.05	0.10	0.05	0.02	0.08	0.07	0.08	0.07	0.04	0.12	0.04	0.03	0.04	0.06	0.03	0.09	0.02	0.04	0.09	0.08	0.03	0.02	0.02	0.11	0.05	0.07	0.03	0.01
27.99	28.31	28.50	28.92	28.91	29.15	29.08	29.49	29.40	29.67	29.85	30.20	30.44	27.97	28.12	28.28	28.35	28.70	28.70	28.83	29.19	29.48	29.52	29.70	29.61	30.05	30.24	30.47	30.51
9.50	9.57	9.54	9.63	9.57	9.64	9.52	9.65	9.52	9.54	9.54	9.63	9.62	9.36	9.32	9.52	9.38	9.46	9.38	9.37	9.34	9.45	9.36	9.52	9.35	9.44	9.42	9.53	9.45
28.31	28.50	28.91	29.11	29.00	29.49	29.37	29.84	29.71	29.84	30.29	30.42	30.57	28.10	28.37	28.39	28.68	28.80	28.82	29.17	29.51	29.61	29.60	29.78	30.04	30.23	30.52	30.52	30.57
9.74	9.79	9.79	9.81	9.61	9.81	9.69	9.81	9.66	9.68	9.75	9.73	9.82	9.52	9.51	9.59	9.55	9.54	9.45	9.55	9.52	9.52	9.45	9.56	9.55	9.55	9.62	9.61	9.61
0.24	0.22	0.25	0.18	0.04	0.16	0.17	0.16	0.15	0.14	0.20	0.10	0.20	0.16	0.19	0.07	0.17	0.08	0.06	0.18	0.18	0.07	0.08	0.04	0.19	0.12	0.20	0.08	0.16
0.07	0.04	0.10	0.03	0.00	0.05	0.05	0.05	0.04	0.02	0.09	0.01	0.03	0.02	0.05	0.01	0.06	0.01	0.01	0.06	0.06	0.01	0.01	0.00	0.08	0.02	0.06	0.00	0.01
0.81	0.77	0.76	0.79	0.64	0.68	0.59	0.62	0.66	0.65	0.71	0.81	0.63	0.77	0.81	0.68	0.81	0.69	0.72	0.80	0.74	0.72	0.75	0.49	0.74	0.81	0.73	0.68	0.66
Esq:2m	Esq:2m	Esq:2m	Não esq:2m	Não esq:2m	Esq:2m	Esq:2m	Esq:2m	Esq:2m	Esq:2m	Esq:2m	Esq:2m	Esq:2m	Esq:2m	Esq:2m	Esq:2m	Esq:2m	Esq:2m	Esq:2m	Esq:2m	Esq:2m	Esq:2m	Esq:2m	Esq:2m	Esq:2m	Esq:2m	Esq:2m	Esq:2m	Esq:2m
0.21	0.16	0.22	0.14	0.12	0.11	0.12	0.11	0.12	0.10	0.15	0.07	0.18	0.10	0.10	0.10	0.16	0.06	0.16	0.14	0.14	0.06	0.02	0.15	0.09	0.18	0.03	0.06	
0.28	0.19	0.36	0.08	0.00	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.06	0.01	0.02	0.02	0.04	0.01	0.05	0.01	0.05	0.31	0.28	0.10	0.09	0.03	0.39	0.17	0.22	0.11	0.11
0.06	0.03	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0.70	1.16	0.64	0.21	0.81	0.72	0.82	0.73	0.53	1.14	0.41	0.55	0.51	0.79	0.30	0.91	0.29	0.37	0.95	0.86	0.33	0.30	0.20	1.09	0.53	0.82	0.27	0.34
0.93	0.92	0.95	0.92	1.02	0.99	1.02	1.01	0.99	0.93	0.99	0.90	1.02	0.97	0.93	0.96	0.95	0.96	0.84	0.96	0.97	0.96	0.91	0.95	0.97	0.95	1.00	0.82	1.07

Folha de Cálculo para a Parede 1 de Gaia (VG1)_parte (2/5)

5														6													
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L			
0.01	0.02	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.06	0.02	0.03	0.11	0.01	0.02	0.01	0.05	0.02	0.06	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.03	0.02	0.04	0.01		
0.31	0.53	0.74	0.87	0.65	0.49	0.56	0.98	0.62	1.38	0.34	0.51	0.46	0.83	0.54	0.96	0.57	0.56	0.73	0.26	0.21	0.68	0.48	0.74	0.39			
28.06	28.10	28.32	28.60	28.86	29.05	29.23	29.53	29.82	30.18	30.40	30.51	30.46	28.10	28.34	28.62	28.99	29.22	29.48	29.60	29.61	29.74	29.97	30.17	30.35			
9.35	9.25	9.22	9.31	9.28	9.30	9.27	9.25	9.22	9.27	9.35	9.37	9.21	9.05	9.07	9.12	9.14	9.12	9.06	9.14	9.07	9.04	9.09	9.04	9.02			
0.47	1.67	3.05	3.88	2.61	1.49	2.04	4.83	2.31	9.46	0.72	1.51	1.25	4.03	1.69	5.13	1.95	1.81	2.88	2.86	2.86	3.22	3.22	3.22	0.51			
4.21	15.38	28.77	36.64	25.19	14.56	20.23	49.20	24.23	100.19	7.60	16.03	13.72	38.85	16.49	50.54	19.53	18.57	28.35	2.92	2.68	28.79	15.00	38.95	5.81			
1.40	5.06	9.37	11.83	8.10	4.66	6.42	15.42	7.49	30.79	2.34	4.92	4.15	12.51	5.28	16.10	6.18	5.80	8.71	0.90	0.82	8.75	4.55	10.77	1.73			
9.35	9.25	9.22	9.31	9.28	9.30	9.27	9.25	9.22	9.27	9.35	9.37	9.21	9.05	9.07	9.12	9.14	9.12	9.06	9.14	9.07	9.04	9.09	9.04	9.02			
28.06	28.10	28.32	28.60	28.86	29.05	29.23	29.53	29.82	30.18	30.40	30.51	30.46	28.10	28.34	28.62	28.99	29.22	29.48	29.60	29.61	29.74	29.97	30.17	30.35			
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
0.02	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.08	0.03	0.04	0.04	0.06	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.01	0.02	0.04	0.04	0.05	0.04			
0.04	0.04	0.07	0.09	0.05	0.04	0.05	0.10	0.05	0.12	0.03	0.04	0.03	0.07	0.05	0.09	0.05	0.05	0.06	0.02	0.02	0.06	0.04	0.07	0.01			
28.00	28.03	28.17	28.41	28.76	28.97	29.14	29.34	29.72	29.93	30.35	30.43	30.39	27.48	28.25	28.45	28.89	29.13	29.35	29.55	29.63	29.64	29.88	30.04	30.31			
9.31	9.16	9.15	9.23	9.19	9.22	9.19	9.17	9.13	9.12	9.29	9.29	9.13	8.93	8.98	9.01	9.06	9.04	8.96	9.12	9.03	8.95	9.01	8.95	8.95			
28.13	28.18	28.46	28.76	28.96	29.13	29.32	29.71	29.92	30.41	30.44	30.57	30.52	28.24	28.43	28.80	29.09	29.32	29.61	29.66	29.63	29.87	30.04	30.31	30.39			
9.38	9.34	9.32	9.39	9.37	9.35	9.34	9.30	9.45	9.41	9.45	9.41	9.45	9.29	9.16	9.14	9.23	9.22	9.19	9.16	9.18	9.12	9.15	9.12	9.11			
0.13	0.15	0.29	0.35	0.20	0.16	0.19	0.37	0.19	0.48	0.10	0.14	0.13	0.26	0.18	0.35	0.20	0.19	0.26	0.11	0.06	0.23	0.16	0.26	0.08			
0.06	0.18	0.16	0.16	0.18	0.16	0.16	0.17	0.16	0.23	0.12	0.15	0.16	0.23	0.16	0.21	0.16	0.15	0.20	0.04	0.08	0.17	0.14	0.18	0.15			
0.01	0.03	0.05	0.06	0.03	0.02	0.03	0.06	0.03	0.16	0.01	0.02	0.02	0.06	0.03	0.07	0.03	0.03	0.05	0.00	0.00	0.04	0.02	0.05	0.01			
0.67	0.69	0.74	0.79	0.87	0.71	0.78	0.88	0.87	0.68	0.70	0.80	0.71	0.83	0.73	0.83	0.75	0.77	0.82	0.80	0.69	0.82	0.76	0.84	0.52			
Estremo	Estremo	Estremo	Estremo	Estremo	Estremo	Estremo	Estremo	Estremo	Estremo	Estremo	Estremo	Estremo	Estremo	Estremo	Estremo	Estremo	Estremo	Estremo	Estremo	Estremo	Estremo	Estremo	Estremo	Estremo			
m 2 em	m 2 em	m 2 em	m 2 em	m 2 em	m 2 em	m 2 em	m 2 em	m 2 em	m 2 em	m 2 em	m 2 em	m 2 em	m 2 em	m 2 em	m 2 em	m 2 em	m 2 em	m 2 em	m 2 em	m 2 em	m 2 em	m 2 em	m 2 em	m 2 em			
que	que	que	que	que	que	que	que	que	que	que	que	que	que	que	que	que	que	que	que	que	que	que	que	que			
h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2			
h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2			
0.15	0.15	0.26	0.31	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16			
0.01	0.02	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02			
0.36	0.56	0.79	0.91	0.70	0.53	0.62	1.02	0.66	1.36	0.39	0.53	0.49	0.89	0.58	1.02	0.62	0.60	0.76	0.26	0.25	0.72	0.52	0.80	0.38			
0.84	0.94	0.93	0.96	0.93	0.91	0.90	0.94	0.94	1.02	0.83	0.98	0.92	0.93	0.94	0.94	0.91	0.94	0.97	0.99	0.84	0.94	0.93	0.92	1.04			

Folha de Cálculo para a Parede 1 de Gaia (VG1)_parte (3/5)

7													8												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
0.05	0.04	0.00	0.04	0.04	0.01	0.01	0.06	0.07	0.07	0.09	0.07	0.01	0.05	0.06	0.03	0.02	0.02	0.01	0.06	0.01	0.04	0.02	0.00	0.02	
0.95	0.70	0.23	0.79	0.74	0.41	0.35	0.99	1.01	0.23	1.16	0.96	0.32	1.15	0.98	0.62	0.74	0.60	0.89	0.34	0.80	0.59	0.25	0.50		
23.23	23.49	23.49	23.76	23.64	23.92	23.33	24.17	24.07	24.31	24.56	24.94	30.15	30.34	23.12	23.40	23.69	23.97	24.14	24.37	24.62	24.80	30.10	30.24	30.37	
3.84	3.92	3.79	3.93	3.75	3.99	3.77	3.97	3.79	3.79	3.84	3.86	3.89	3.82	3.62	3.66	3.63	3.61	3.61	3.63	3.60	3.64	3.65	3.65	3.65	
4.27	2.87	0.27	3.24	2.93	0.39	0.63	4.70	5.09	0.37	6.71	5.45	0.49	6.09	4.50	2.12	1.82	1.73	0.88	4.11	0.56	3.06	1.85	0.29	1.21	
43.55	24.29	3.36	34.39	31.35	9.22	6.85	49.76	55.70	4.15	75.05	62.33	5.65	72.19	47.82	22.79	20.06	19.57	10.09	47.59	6.66	36.46	22.42	3.52	14.85	
13.64	9.17	1.19	10.67	9.58	2.86	2.08	15.30	16.34	1.25	22.44	18.43	1.67	20.97	14.66	6.95	6.04	5.82	2.98	13.99	1.93	10.57	6.45	1.01	4.22	
3.84	3.92	3.79	3.93	3.75	3.99	3.77	3.97	3.79	3.79	3.84	3.86	3.89	3.82	3.62	3.66	3.63	3.61	3.61	3.63	3.60	3.64	3.65	3.65	3.65	
23.23	23.49	23.49	23.76	23.64	23.92	23.33	24.17	24.07	24.31	24.56	24.94	30.15	30.34	23.12	23.40	23.69	23.97	24.14	24.37	24.62	24.80	30.10	30.24	30.37	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.05	0.05	0.02	0.05	0.05	0.04	0.03	0.05	0.05	0.03	0.06	0.07	0.02	0.06	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.02	0.05	0.04	0.02	0.03
0.09	0.06	0.02	0.07	0.07	0.02	0.01	0.10	0.10	0.10	0.12	0.08	0.04	0.11	0.09	0.05	0.08	0.06	0.03	0.08	0.04	0.07	0.05	0.01	0.05	
23.04	23.38	23.45	23.62	23.50	23.87	23.78	23.99	23.89	23.27	23.35	24.78	30.09	30.11	27.87	23.30	23.51	23.84	29.08	29.22	29.55	29.65	30.00	30.20	30.28	
3.74	3.83	3.74	3.83	3.67	3.91	3.71	3.86	3.88	3.74	3.73	3.72	3.85	3.71	3.49	3.57	3.58	3.54	3.55	3.55	3.57	3.54	3.58	3.61	3.60	
23.43	23.59	23.54	23.89	23.78	23.97	23.88	24.37	24.27	24.34	24.78	30.09	30.21	30.57	23.30	23.50	23.84	29.07	29.21	29.54	29.67	29.95	30.20	30.27	30.46	
3.94	4.02	3.83	4.02	3.85	4.07	3.83	4.08	3.94	3.85	3.95	3.99	3.93	3.95	3.72	3.74	3.69	3.68	3.68	3.74	3.65	3.73	3.73	3.69	3.70	
0.29	0.21	0.09	0.27	0.28	0.10	0.10	0.38	0.38	0.07	0.43	0.30	0.12	0.46	0.33	0.20	0.32	0.23	0.13	0.33	0.13	0.30	0.20	0.07	0.18	
0.20	0.20	0.08	0.19	0.18	0.15	0.12	0.22	0.22	0.10	0.23	0.28	0.08	0.24	0.24	0.17	0.11	0.13	0.13	0.21	0.08	0.18	0.15	0.08	0.11	
0.03	0.04	0.01	0.05	0.05	0.02	0.01	0.08	0.08	0.01	0.10	0.08	0.01	0.11	0.08	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.05	0.03	0.01	0.02	
0.70	0.68	0.62	0.30	0.75	0.72	0.72	0.71	0.76	0.69	0.67	0.63	0.64	0.70	0.77	0.63	0.71	0.77	0.70	0.61	0.74	0.76	0.64	0.70	0.63	
Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	Esq:to m.2.0m que h1-h2 h1-h2	
0.17	0.05	0.17	0.16	0.08	0.13	0.17	0.19	0.04	0.22	0.22	0.25	0.04	0.20	0.19	0.16	0.08	0.12	0.09	0.19	0.06	0.16	0.08	0.09	0.18	
0.32	0.09	0.24	0.24	0.13	0.13	0.34	0.34	0.11	0.40	0.40	0.25	0.15	0.39	0.31	0.18	0.30	0.20	0.13	0.28	0.13	0.26	0.13	0.14	0.19	
0.05	0.00	0.04	0.04	0.01	0.01	0.06	0.07	0.00	0.09	0.09	0.07	0.01	0.08	0.06	0.03	0.02	0.02	0.01	0.06	0.01	0.04	0.01	0.02	0.02	
0.93	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	
0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	
0.88	0.76	0.28	0.83	0.80	0.43	0.36	1.03	1.07	0.31	1.23	1.06	0.38	1.18	1.01	0.67	0.76	0.63	0.44	0.96	0.37	0.83	0.64	0.25	0.54	
0.96	0.93	0.99	0.95	0.94	0.94	0.96	0.96	0.95	0.88	0.94	0.91	0.85	0.97	0.97	0.91	0.98	0.96	0.91	0.93	0.91	0.96	0.93	0.99	0.92	

Folha de Cálculo para a Parede 1 de Gaia (VG1)_parte (4/5)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
0.01	0.12	0.01	0.03	0.03	0.07	0.00	0.01	0.05	0.01	0.00	0.00	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03
0.42	1.53	0.51	0.69	0.90	1.14	0.22	0.43	0.32	0.47	0.26	0.27	1.00	0.77	0.76	0.66	0.50	0.38
28.00	28.38	28.37	28.83	28.70	29.18	28.96	29.08	29.59	29.38	29.51	29.82	29.78	29.98	30.18	30.30	30.41	30.53
8.40	8.45	8.31	8.48	8.33	8.43	8.33	8.31	8.47	8.31	8.33	8.51	8.34	8.47	8.35	8.53	8.38	8.50
0.69	8.76	0.45	2.43	2.01	5.19	0.21	0.39	3.26	0.47	0.31	0.20	2.85	2.75	2.54	2.25	1.22	2.35
7.72	98.84	5.24	28.05	23.79	62.10	2.59	4.73	39.79	5.90	3.88	3.65	33.74	34.44	29.23	28.43	16.07	30.27
2.31	29.43	1.54	8.25	6.91	17.95	0.75	1.35	11.40	1.67	1.10	1.04	9.45	9.73	8.09	8.00	4.43	8.42
8.40	8.45	8.31	8.48	8.33	8.43	8.33	8.31	8.47	8.31	8.33	8.51	8.34	8.47	8.35	8.53	8.38	8.50
28.00	28.38	28.37	28.83	28.70	29.18	28.96	29.08	29.59	29.38	29.51	29.82	29.78	29.98	30.18	30.30	30.41	30.53
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.04	0.06	0.01	0.04	0.02	0.05	0.01	0.01	0.05	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.10
0.02	0.17	0.05	0.06	0.11	0.12	0.02	0.05	0.08	0.05	0.01	0.04	0.12	0.07	0.08	0.06	0.03	0.02
27.97	28.08	28.23	28.71	28.49	28.95	28.92	28.87	29.45	29.26	29.46	29.76	29.57	29.83	30.02	30.19	30.34	30.47
8.20	8.31	8.20	8.39	8.20	8.34	8.31	8.20	8.38	8.20	8.30	8.47	8.20	8.29	8.30	8.44	8.20	8.32
28.05	28.70	28.48	28.95	28.89	29.42	29.00	29.17	29.75	29.48	29.55	29.86	30.00	30.11	30.32	30.42	30.47	30.57
8.48	8.58	8.33	8.58	8.38	8.53	8.36	8.34	8.56	8.35	8.36	8.54	8.41	8.56	8.43	8.61	8.46	8.70
0.08	0.62	0.24	0.24	0.40	0.47	0.08	0.20	0.31	0.22	0.09	0.10	0.44	0.28	0.20	0.23	0.13	0.10
0.17	0.27	0.04	0.18	0.09	0.19	0.05	0.04	0.18	0.05	0.07	0.08	0.11	0.17	0.13	0.17	0.17	0.37
0.01	0.17	0.01	0.04	0.03	0.09	0.00	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05	0.04	0.04	0.02	0.04
0.70	0.73	0.74	0.78	0.84	0.81	0.77	0.65	0.84	0.59	0.72	0.54	0.79	0.80	0.82	0.78	0.84	0.87
Esq:tem	Esq:tem	Esq:tem	Esq:tem	Esq:tem	Esq:tem	Esq:tem	Esq:tem	Esq:tem	Esq:tem	Esq:tem	Esq:tem	Esq:tem	Esq:tem	Esq:tem	Esq:tem	Esq:tem	Esq:tem
2 em	2 em	2 em	2 em	2 em	2 em	2 em	2 em	2 em	2 em	2 em	2 em	2 em	2 em	2 em	2 em	2 em	2 em
que	que	que	que	que	que	que	que	que	que	que	que	que	que	que	que	que	que
h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2
h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2	h1-h2
0.06	0.21	0.03	0.16	0.08	0.17	0.03	0.04	0.16	0.04	0.04	0.03	0.09	0.15	0.12	0.15	0.11	0.10
0.16	0.58	0.19	0.21	0.37	0.43	0.10	0.16	0.28	0.17	0.08	0.14	0.40	0.25	0.28	0.21	0.16	0.34
0.01	0.12	0.01	0.03	0.03	0.07	0.00	0.01	0.05	0.01	0.01	0.00	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.45	1.58	0.45	0.74	0.90	1.20	0.27	0.39	0.88	0.42	0.27	0.34	0.99	0.81	0.78	0.71	0.54	0.87
0.96	0.97	1.15	0.94	1.00	0.96	0.81	1.11	0.94	1.13	0.95	0.78	1.01	0.95	0.97	0.93	0.92	1.01

Folha de Cálculo para a Parede 1 de Gaia (VG1)_parte (5/5)

	1			2			3			4			5							
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	
Área (m ²)	0.32	0.39	0.38	0.36	0.38	0.35	0.38	0.39	0.38	0.37	0.16	0.35	0.39	0.39	0.18	0.31	0.36	0.37	0.37	
Perímetro (m)	2.93	2.63	2.61	2.59	2.63	2.45	2.63	2.64	2.63	2.56	1.60	2.45	2.64	2.63	1.69	2.30	2.61	2.61	2.56	
Xg (m)	8.03	8.84	9.71	10.58	9.28	8.44	9.28	8.63	9.72	10.58	7.85	8.43	9.27	10.16	10.80	8.02	8.83	9.71	10.58	
Yg (m)	-2.15	-2.15	-2.15	-2.15	-2.59	-2.33	-2.60	-2.59	-3.04	-3.04	-3.48	-3.48	-3.48	-3.48	-3.48	-3.92	-3.92	-3.92	-3.92	
lx (m ⁴)	1.48	1.79	1.77	1.74	1.08	2.33	2.60	2.59	2.92	3.57	3.56	3.41	3.20	4.68	2.15	4.76	5.80	5.78	5.64	
ly (m ⁴)	20.54	30.10	35.92	42.00	9.32	24.58	33.14	39.66	20.59	20.40	36.34	41.34	9.81	24.60	33.18	20.68	19.30	29.33	35.40	
Ixy (m ⁴)	-5.50	-7.32	-7.95	-8.53	-3.28	-7.55	-9.26	-10.12	-4.94	-7.71	-10.37	-11.36	-11.86	-4.35	-10.15	-12.46	-13.84	-6.66	-3.72	
rx (m)	2.15	2.15	2.15	2.15	2.60	2.60	2.60	2.60	3.04	3.04	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48	3.92	3.92	3.92	3.92	
ry (m)	8.03	8.84	9.72	10.58	7.85	8.44	9.28	10.16	10.80	8.03	8.84	9.72	10.58	7.85	8.43	9.28	10.16	10.80	8.03	
lxa (m ⁴)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	
lyb (m ⁴)	0.01	0.02	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	0.02	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	0.02	0.02	
I _x (m ⁴)	0.02	0.03	0.03	0.03	0.00	0.02	0.03	0.03	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.00	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	
I _{xy} (m ⁴)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
r _{gx} (m)	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	
r _{gy} (m)	0.21	0.25	0.25	0.25	0.11	0.23	0.25	0.25	0.12	0.21	0.25	0.25	0.24	0.11	0.23	0.25	0.25	0.25	0.24	
Retângulo Envolvente	x ₁ (m):	7.67	8.40	9.28	10.15	7.67	8.04	8.84	9.72	10.60	7.67	8.39	9.28	10.16	10.60	7.67	8.39	9.27	10.15	
	y ₁ (m):	-2.37	-2.37	-2.37	-2.37	-2.81	-2.81	-2.81	-2.81	-2.81	-3.26	-3.26	-3.26	-3.26	-3.70	-4.14	-4.14	-4.14	-4.14	
	x ₂ (m):	8.39	9.27	10.14	11.00	8.04	8.83	9.72	10.60	11.00	8.39	9.27	10.16	11.00	8.03	8.83	9.71	10.60	11.00	
	y ₂ (m):	-1.93	-1.93	-1.93	-1.93	-2.38	-2.37	-2.38	-2.37	-2.37	-2.82	-2.82	-2.82	-2.82	-3.26	-3.26	-3.26	-3.26	-3.26	
	b ₁ (m):	0.73	0.88	0.87	0.86	0.37	0.79	0.88	0.88	0.40	0.72	0.88	0.88	0.88	0.37	0.79	0.88	0.88	0.88	
h ₁ (m):	0.44	0.44	0.44	0.44	0.43	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.43	0.43	0.44	
A	0.32	0.39	0.38	0.38	0.36	0.35	0.38	0.39	0.38	0.37	0.16	0.35	0.39	0.39	0.18	0.31	0.36	0.37	0.37	
I _{eq} (Euler/rel)	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	0.98	0.99	0.99	1.00	1.00	0.99	
Retângulo Equivalente 2	Existe m 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2
	h ₁ (m):	0.44	0.44	0.44	0.44	0.37	0.44	0.44	0.44	0.40	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.43	0.43	0.43	0.43
	b ₁ (m):	0.73	0.88	0.86	0.86	0.43	0.79	0.88	0.88	0.44	0.72	0.88	0.88	0.88	0.44	0.72	0.88	0.88	0.88	0.85
	A	0.32	0.39	0.38	0.38	0.16	0.35	0.38	0.38	0.18	0.32	0.39	0.38	0.37	0.16	0.31	0.36	0.37	0.37	0.37
	α
Retângulo Equivalente (homotético) 2	h ₁ (m):	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	b ₁ (m):	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
A	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
P _{eq} (m)	2.93	2.63	2.61	2.59	1.61	2.45	2.63	2.63	1.68	2.32	2.64	2.63	2.56	1.60	2.45	2.64	2.61	2.61	2.56	
I _k	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
I _k	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
σ _{IR}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
-121	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Folha de Cálculo para a Parede 1 (edifício 1) da Zona da Sé (SE1)

	1			2			3						
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	G
Área (m ²)	0.48	0.13	0.52	0.12	0.43	0.42	0.23	0.12	0.15	0.42	0.12	0.20	0.17
Perímetro (m)	2.39	1.40	3.08	1.44	2.37	2.35	2.20	1.39	1.54	2.86	1.38	1.74	1.60
Xg (m)	1.71	2.37	3.03	3.77	4.41	4.57	1.56	2.08	2.42	3.14	3.81	4.24	4.71
Yg (m)	-2.06	-2.05	-2.06	-2.06	-2.07	-2.57	-3.01	-3.02	-3.02	-3.02	-3.02	-3.02	-3.02
Ix (m ⁴)	2.07	0.54	2.24	0.51	2.03	2.17	2.20	2.61	1.38	3.82	1.09	1.83	1.51
Iy (m ⁴)	1.46	0.72	5.03	1.63	3.54	5.90	6.96	0.71	0.83	4.17	1.73	3.53	3.68
Ixy (m ⁴)	-1.71	-0.62	-3.33	-0.92	-4.45	-4.03	-3.90	-1.35	-0.77	-1.11	-3.97	-1.37	-2.56
rx (m)	2.07	2.05	2.07	2.07	2.07	2.57	3.02	3.03	3.02	3.02	3.04	3.03	3.02
ry (m)	1.74	2.37	3.10	3.77	4.42	4.57	1.57	2.08	2.43	3.16	3.81	4.24	4.71
Ixx (m ⁴)	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Iyy (m ⁴)	0.04	0.00	0.05	0.00	0.04	0.03	0.01	0.01	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
I _x (m ⁴)	0.05	0.00	0.06	0.00	0.05	0.04	0.02	0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00
I _y (m ⁴)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I _{xy} (m ⁴)	0.14	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.12
r _{xg} (m)	0.29	0.08	0.32	0.07	0.29	0.26	0.20	0.21	0.08	0.11	0.30	0.09	0.15
r _{yg} (m)	1.20	2.23	2.53	3.65	3.90	3.29	4.21	1.20	1.93	2.24	2.63	3.66	4.51
x ₁ (m)	-2.30	-2.30	-2.31	-2.31	-2.31	-2.80	-3.22	-3.24	-3.23	-3.23	-3.23	-3.23	-3.22
x ₂ (m)	2.22	2.53	3.63	3.90	4.92	4.20	1.92	2.23	2.61	3.66	3.97	4.50	4.92
y ₁ (m)	-1.82	-1.82	-1.82	-1.82	-1.82	-2.32	-2.81	-2.81	-2.81	-2.81	-2.82	-2.82	-2.82
y ₂ (m)	1.02	0.30	1.11	0.25	1.01	0.31	0.70	0.30	0.37	1.03	0.31	0.52	0.41
b ₁ (m)	0.48	0.47	0.48	0.49	0.48	0.48	0.41	0.42	0.42	0.42	0.41	0.40	0.40
b ₂ (m)	0.49	0.14	0.53	0.12	0.43	0.44	0.30	0.13	0.16	0.43	0.13	0.21	0.17
A	1.00	0.32	0.36	0.36	0.33	0.35	0.37	0.37	0.37	0.37	0.34	0.35	1.00
I _{eq} (Existem)	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem	Existem
Retângulo Equivalente 2	2 em que b1=2 e	2 em que b1=2 e	2 em que b1=2 e	2 em que b1=2 e	2 em que b1=2 e	2 em que b1=2 e	2 em que b1=2 e	2 em que b1=2 e	2 em que b1=2 e	2 em que b1=2 e	2 em que b1=2 e	2 em que b1=2 e	Não existe
h ₁ (m)	0.48	0.29	0.48	0.25	0.48	0.47	0.48	0.29	0.38	0.41	0.30	0.40	----
b ₂ (m)	1.02	0.45	1.03	0.48	1.01	0.47	0.70	0.42	0.40	1.02	0.40	0.50	----
A	0.48	0.13	0.52	0.12	0.43	0.42	0.33	0.23	0.12	0.15	0.42	0.20	----
Retângulo Equivalente (homotético) 2	g	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1.00
h ₁ (m)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.40
b ₂ (m)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.41
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.17
P ₊₊ (m)	2.39	1.47	3.14	1.46	2.39	2.73	2.35	1.42	1.56	2.86	1.39	1.80	1.63
I _k	1.00	0.36	0.36	0.33	1.00	0.33	1.00	0.36	0.33	1.00	0.33	0.37	0.39
I _k	0.39	I _{eq} (Existem)			0.37								
σ _{IR}	0.01	σ _{IR}			0.03								
ΔIXI	1.06	ΔIXI			2.38								

Folha de Cálculo para a Parede 1 (edifício 2) da Zona da Sé (SE2)_parte (1/2)

4												5												6											
A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E										
0.10	0.17	0.13	0.11	0.17	0.14	0.02	0.07	0.20	0.19	0.10	0.21	0.17	0.11	0.24	0.25	0.33	0.23	0.21																	
1.35	1.31	1.51	1.34	1.90	1.59	0.57	1.02	1.91	1.87	1.25	1.96	1.70	1.32	2.04	2.08	2.61	2.00	1.87																	
1.42	2.04	2.70	3.22	3.86	4.53	4.86	1.32	1.79	2.49	3.01	3.55	4.22	4.73	1.56	2.29	3.16	3.99	4.62																	
-3.36	-3.36	-3.35	-3.36	-3.36	-3.36	-3.36	-3.63	-3.64	-3.63	-3.63	-3.64	-3.63	-3.64	-3.98	-3.97	-3.97	-3.97	-3.97																	
1.18	1.37	1.45	1.25	1.95	1.56	0.18	0.89	2.62	2.58	1.34	2.74	2.25	1.47	3.79	3.88	5.29	3.60	3.23																	
0.21	0.73	0.94	1.15	2.58	2.85	0.39	0.12	0.65	1.21	0.92	2.61	3.04	2.49	0.59	1.30	3.37	3.64	4.39																	
-0.50	-1.19	-1.17	-1.20	-2.24	-2.11	-0.27	-0.32	-1.29	-1.76	-1.11	-2.67	-2.61	-1.91	-1.49	-2.23	-4.20	-3.62	-3.76																	
3.36	3.36	3.35	3.36	3.36	3.36	3.36	3.64	3.64	3.65	3.63	3.64	3.63	3.64	3.98	3.97	3.97	3.97	3.97																	
1.43	2.05	2.70	3.23	3.86	4.54	4.86	1.32	1.81	2.49	3.01	3.56	4.22	4.73	1.58	2.30	3.17	3.99	4.62																	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																	
0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01																	
0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01																	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																	
0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.08	0.08	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10																	
0.13	0.21	0.15	0.13	0.21	0.17	0.02	0.07	0.20	0.19	0.10	0.21	0.17	0.11	0.21	0.21	0.28	0.19	0.17																	
1.20	1.66	2.42	2.98	3.48	4.23	4.84	1.20	1.45	2.15	2.83	3.19	3.92	4.53	1.20	1.93	2.67	3.66	4.33																	
-3.48	-3.48	-3.47	-3.49	-3.48	-3.48	-3.48	-3.76	-3.79	-3.80	-3.78	-3.79	-3.79	-3.78	-4.14	-4.14	-4.14	-4.14	-4.14																	
1.64	2.42	2.97	3.46	4.23	4.83	4.92	1.44	2.13	2.83	3.19	3.92	4.53	4.92	1.92	2.66	3.64	4.32	4.92																	
-3.23	-3.24	-3.23	-3.24	-3.23	-3.23	-3.25	-3.49	-3.49	-3.49	-3.47	-3.50	-3.48	-3.49	-3.80	-3.79	-3.79	-3.79	-3.79																	
0.44	0.76	0.55	0.48	0.75	0.60	0.06	0.24	0.68	0.68	0.35	0.72	0.61	0.38	0.72	0.72	0.98	0.66	0.59																	
0.25	0.25	0.24	0.25	0.25	0.24	0.24	0.29	0.30	0.30	0.31	0.30	0.30	0.30	0.34	0.35	0.35	0.35	0.35																	
0.11	0.19	0.13	0.12	0.19	0.14	0.02	0.07	0.20	0.21	0.11	0.21	0.18	0.11	0.24	0.25	0.34	0.23	0.21																	
0.98	0.94	0.96	0.91	0.93	0.96	0.87	0.96	0.98	0.94	0.93	0.97	0.92	0.98	0.98	0.97	0.98	0.98	0.98																	
Existem 2 em que b1sh2 e	Existem 2 em que b1sh2 e	Existem 2 em que b1sh2 e	Existem 2 em que b1sh2 e	Existem 2 em que b1sh2 e	Existem 2 em que b1sh2 e	Existem 2 em que b1sh2 e	Existem 2 em que b1sh2 e	Existem 2 em que b1sh2 e	Existem 2 em que b1sh2 e	Não existe b1sh2 e	Existem 2 em que b1sh2 e	Existem 2 em que b1sh2 e	Existem 2 em que b1sh2 e	Existem 2 em que b1sh2 e	Existem 2 em que b1sh2 e	Existem 2 em que b1sh2 e	Existem 2 em que b1sh2 e	Existem 2 em que b1sh2 e	Existem 2 em que b1sh2 e	Existem 2 em que b1sh2 e	Existem 2 em que b1sh2 e	Existem 2 em que b1sh2 e	Existem 2 em que b1sh2 e	Existem 2 em que b1sh2 e											
0.24	0.44	0.74	0.53	0.46	0.73	0.58	0.22	0.28	0.68	0.67	0.29	0.29	0.29	0.34	0.34	0.34	0.34	0.35																	
0.10	0.17	0.13	0.11	0.17	0.14	0.02	0.07	0.20	0.19	0.10	0.21	0.17	0.11	0.24	0.25	0.33	0.23	0.21																	
.....																
1.35	1.35	1.55	1.41	1.93	1.64	0.56	1.04	1.94	1.92	1.28	2.00	1.75	1.34	2.09	2.12	2.64	2.01	1.87																	
1.00	0.98	0.97	0.95	0.98	0.97	0.99	0.98	0.98	0.97	0.98	0.98	0.97	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.98																	

Folha de Cálculo para a Parede 1 (edifício 2) da Zona da Sé (SE2)_parte (2/2)

A.2.2 - FOLHAS DE CÁLCULO EM EXCEL PARA OS PAINÉIS EXTRAÍDOS DAS PAREDES

	1				2				3				4				5				6											
	C	C'	D	E	F	F	G	G	B	B	C	C	D	D	E	E	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G				
Área (m ²)	0.01	0.02	0.28	0.34	0.03	0.08	0.08	0.03	0.02	0.02	0.38	0.35	0.15	0.22	0.10	0.12	0.12	0.12	0.23	0.21	0.03	0.02	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01				
Perímetro (m)	0.41	0.67	2.13	2.38	1.00	0.95	1.07	1.11	1.16	1.16	2.48	2.36	0.84	1.51	1.96	1.32	1.38	1.93	1.86	1.86	0.92	0.88	1.15	0.53	0.32	0.32	0.32	0.32				
Xg (m)	0.35	0.35	0.68	1.37	1.78	0.43	1.01	1.04	1.36	1.69	0.37	0.72	1.45	0.38	0.65	1.18	1.66	0.47	0.95	1.55	0.52	0.88	1.31	1.67	1.79	1.79	1.79	1.79				
Yg (m)	2.15	1.93	2.01	2.00	2.06	1.66	1.66	1.65	1.64	1.65	1.43	1.27	1.28	0.87	0.84	0.86	0.87	0.50	0.49	0.51	0.27	0.26	0.28	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28				
lx (m ⁴)	0.04	0.06	1.13	1.38	0.11	0.16	0.22	0.22	0.24	0.24	0.04	0.61	0.58	0.03	0.10	0.17	0.08	0.03	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
ly (m ⁴)	0.00	0.00	0.14	0.66	0.08	0.01	0.04	0.03	0.16	0.24	0.00	0.21	0.75	0.00	0.06	0.32	0.23	0.03	0.22	0.52	0.01	0.02	0.08	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02				
lx _y (m ⁵)	0.01	0.01	0.38	0.94	0.10	0.04	0.04	0.04	0.10	0.24	0.00	0.34	0.65	0.01	0.08	0.23	0.11	0.03	0.11	0.17	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00				
rx (m)	2.15	1.93	2.01	2.01	2.07	1.66	1.66	1.65	1.65	1.66	1.44	1.28	1.28	0.88	0.85	0.87	0.87	0.52	0.50	0.52	0.28	0.28	0.28	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28				
ry (m)	0.35	0.35	0.71	1.39	1.78	0.43	0.71	1.04	1.36	1.69	0.37	0.75	1.46	0.38	0.66	1.20	1.66	0.48	0.96	1.55	0.53	0.88	1.32	1.67	1.79	1.79	1.79	1.79				
lx _a (m ⁴)	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
ly _a (m ⁴)	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
I _{xx} (m ⁴)	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
I _{yy} (m ⁴)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
rxg (m)	0.04	0.08	0.13	0.15	0.12	0.07	0.07	0.07	0.08	0.09	0.06	0.15	0.14	0.09	0.10	0.10	0.09	0.11	0.11	0.11	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03				
ryg (m)	0.02	0.02	0.18	0.22	0.03	0.06	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.03	0.21	0.21	0.03	0.12	0.18	0.09	0.09	0.18	0.16	0.11	0.14	0.05	0.02	0.02	0.02	0.02				
x ₁ (m)	0.32	0.32	0.36	0.96	1.70	0.32	0.54	0.87	1.19	1.52	0.32	0.32	1.07	0.32	0.41	0.85	1.48	0.32	0.62	1.24	0.32	0.63	1.05	1.57	1.74	1.74	1.74	1.74				
y ₁ (m)	2.07	1.79	1.76	1.75	1.80	1.53	1.53	1.49	1.51	1.46	1.30	0.99	1.03	0.71	0.66	0.67	0.70	0.30	0.28	0.30	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23				
x ₂ (m)	0.38	0.38	1.00	1.78	1.82	0.56	0.87	1.20	1.54	1.82	0.43	1.10	1.82	0.44	0.44	0.87	1.52	1.82	1.82	1.82	0.71	1.09	1.58	1.77	1.82	1.82	1.82	1.82				
y ₂ (m)	2.23	2.08	2.23	2.23	2.23	1.80	1.79	1.79	1.84	1.93	1.57	1.53	1.57	1.03	1.02	1.04	1.05	0.71	0.69	0.71	0.36	0.30	0.34	0.32	0.33	0.33	0.33	0.33				
b ₁ (m)	0.06	0.06	0.64	0.80	0.12	0.24	0.33	0.33	0.35	0.30	0.11	0.78	0.75	0.12	0.46	0.67	0.34	0.33	0.65	0.58	0.41	0.53	0.80	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07				
h ₁ (m)	0.16	0.23	0.47	0.43	0.43	0.27	0.26	0.30	0.29	0.38	0.23	0.58	0.50	0.31	0.37	0.37	0.35	0.42	0.41	0.41	0.12	0.07	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10				
A	0.01	0.02	0.30	0.39	0.05	0.07	0.09	0.10	0.10	0.11	0.03	0.45	0.38	0.04	0.17	0.25	0.12	0.14	0.21	0.24	0.05	0.03	0.06	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01				
I _{eq} (m ⁴)	0.82	0.87	0.92	0.88	0.54	0.87	0.91	0.83	0.89	0.73	0.82	0.84	0.94	0.92	0.87	0.88	0.88	0.86	0.88	0.86	0.64	0.84	0.78	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81				
Retângulo Equivalente 2	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	
	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e	b ₁ h ₁ 2.e		
Retângulo Equivalente (homotético) 2	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	Existem 2 cm	
	h ₁ (m)	0.05	0.06	0.45	0.46	0.06	0.23	0.26	0.26	0.28	0.25	0.10	0.53	0.49	0.11	0.35	0.35	0.30	0.31	0.38	0.39	0.08	0.07	0.03	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
P _{eq} (m)	0.42	0.67	2.14	2.42	0.96	0.96	1.12	1.13	1.19	1.17	0.61	2.49	2.42	0.84	1.54	1.37	1.29	1.36	1.39	1.87	0.90	1.02	1.15	0.52	0.32	0.32	0.32	0.32				
k	0.33	1.00	1.00	0.96	1.04	0.93	0.96	0.98	0.97	1.01	1.02	1.00	0.98	1.00	0.98	1.00	0.98	0.99	0.97	0.99	1.02	1.00	1.00	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01				
I _g	0.33																															
σ _{IR}	0.01																															
ΔIR	1.43																															

Folha de Cálculo para o painel da Parede 1 (R/C) da casa do Quarteirão do Corpo da Guarda (CG1)

		2			3			4			5			6		
		C	D	D'	E	B'	C	F	G	H	E	F	E	F	G	
Área (m ²)		0.05	0.24	0.10	0.12	0.35	0.66	0.15	0.17	0.13	0.17	0.36	0.04	0.33	0.13	
Perímetro (m)		1.05	2.51	1.47	1.41	2.34	3.25	1.57	1.77	1.48	1.64	2.70	0.85	2.69	1.51	
Xg (m)		2.37	2.90	2.68	3.60	2.59	3.35	2.58	3.10	3.61	2.54	3.27	2.38	2.98	3.66	
Yg (m)		2.01	2.11	1.88	2.09	1.49	1.59	1.03	1.08	1.09	0.70	0.75	0.37	0.39	0.43	
lx (m ⁴)		0.18	1.07	0.37	0.52	0.78	1.70	0.16	0.20	0.16	0.09	0.21	0.01	0.05	0.03	
ly (m ⁴)		0.26	2.05	0.76	1.55	2.34	7.43	0.98	1.65	1.73	1.09	3.94	0.22	3.00	1.72	
lxy (m ⁴)		0.22	1.47	0.53	0.90	1.34	3.51	0.39	0.57	0.52	0.30	0.90	0.03	0.39	0.20	
rx (m)		2.01	2.11	1.88	2.09	1.50	1.61	1.04	1.09	1.10	0.71	0.76	0.38	0.40	0.44	
ry (m)		2.37	2.92	2.69	3.60	2.60	3.36	2.59	3.11	3.61	2.55	3.29	2.38	2.99	3.66	
lxa (m ⁴)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
lyg (m ⁴)		0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	
I _x (m ⁴)		0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.07	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	
lxgyg (m ⁴)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
rxg (m)		0.10	0.07	0.06	0.08	0.17	0.21	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.08	0.09	0.11	
ryg (m)		0.04	0.27	0.16	0.13	0.17	0.26	0.15	0.17	0.12	0.13	0.29	0.04	0.30	0.10	
Retângulo Envolvente	x ₁ (m):	2.31	2.31	2.39	3.36	2.31	2.85	2.31	2.78	3.38	2.31	2.77	2.31	2.44	3.45	
	y ₁ (m):	1.80	1.96	1.76	1.94	1.14	1.22	0.88	0.92	0.93	0.51	0.55	0.23	0.23	0.23	
	x ₂ (m):	2.50	3.40	2.96	3.81	2.93	3.81	2.83	3.40	3.81	2.80	3.81	2.46	3.49	3.81	
	y ₂ (m):	2.23	2.23	2.02	2.23	1.81	1.98	1.23	1.24	1.30	0.89	0.96	0.52	0.58	0.67	
	b(m):	0.19	1.09	0.57	0.45	0.62	0.96	0.51	0.63	0.43	0.49	1.04	0.14	1.05	0.36	
	h(m):	0.43	0.26	0.25	0.29	0.66	0.76	0.35	0.32	0.37	0.38	0.41	0.29	0.35	0.44	
A		0.08	0.29	0.15	0.13	0.41	0.73	0.18	0.20	0.16	0.18	0.42	0.04	0.37	0.16	
I _{RA} [Euler+rot]		0.57	0.84	0.72	0.92	0.84	0.90	0.81	0.85	0.84	0.91	0.86	0.93	0.90	0.80	
Retângulo Equivalente 2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	
	h ₁ (m):	0.13	0.25	0.19	0.28	0.55	0.73	0.29	0.30	0.31	0.37	0.36	0.13	0.33	0.31	
	b ₁ (m):	0.36	0.95	0.55	0.43	0.63	0.90	0.51	0.58	0.43	0.46	1.00	0.29	1.03	0.42	
	A	0.05	0.24	0.10	0.12	0.35	0.66	0.15	0.17	0.13	0.17	0.36	0.04	0.33	0.13	
Retângulo Equivalente (homotético) 2	h ₁ (m):	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
	b ₁ (m):	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
	A	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
P _{xx} (m)		0.98	2.41	1.48	1.42	2.36	3.26	1.59	1.75	1.48	1.65	2.73	0.85	2.71	1.45	
I _k		1.07	1.04	0.99	0.99	0.99	1.00	0.98	1.01	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.04	
I _R	1.00	I _{RA} [Euler+rot]		0.86												
σ _{IR}	0.02	σ _{IRA}		0.10												
Δ|X|	1.77	Δ|X|		11.04												

Folha de Cálculo para o painel da Parede 2 (1º piso)_zona 1 da casa do Quarteirão do Corpo da Guarda (CG2)

		2			3			4			5			6				
		C	D	E	C	D	D'	E	F	G	D	E	F	G	H	C	D	
Área (m ²)		0.19	0.32	0.19	0.12	0.17	0.27	0.42	0.19	0.15	0.07	0.02	0.10	0.09	0.06	0.10	0.25	0.30
Perímetro (m)		1.73	2.34	1.76	1.70	1.83	2.09	2.56	1.87	1.58	1.09	0.62	1.32	1.16	0.92	1.27	2.12	2.36
Xg (m)		4.61	5.17	5.71	4.43	4.93	4.88	5.55	4.72	5.34	5.75	4.44	4.70	5.09	5.38	5.11	4.74	5.49
Yg (m)		2.01	1.99	1.99	1.46	1.65	1.31	1.42	0.37	0.97	0.99	0.71	0.70	0.72	0.70	0.73	0.41	0.41
lx (m ⁴)		0.77	1.26	0.77	0.26	0.46	0.46	0.87	0.18	0.14	0.07	0.01	0.05	0.05	0.03	0.05	0.05	0.05
ly (m ⁴)		4.04	8.46	6.33	2.46	4.13	6.37	13.06	4.30	4.31	2.30	0.39	2.18	2.24	1.65	3.17	5.61	8.96
lxy (m ⁴)		1.76	3.26	2.20	0.80	1.38	1.71	3.34	0.88	0.78	0.40	0.06	0.32	0.32	0.22	0.41	0.49	0.67
rx (m)		2.02	2.00	1.99	1.47	1.65	1.32	1.43	0.97	0.97	0.99	0.72	0.71	0.72	0.71	0.73	0.43	0.43
ry (m)		4.61	5.17	5.71	4.43	4.94	4.88	5.56	4.73	5.35	5.75	4.44	4.70	5.09	5.38	5.11	4.74	5.50
lxa (m ⁴)		0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
lyg (m ⁴)		0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02
I _x (m ⁴)		0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02
lxgyg (m ⁴)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
rxg (m)		0.13	0.13	0.15	0.19	0.08	0.12	0.18	0.08	0.08	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.11	0.11
ryg (m)		0.12	0.20	0.11	0.05	0.19	0.19	0.19	0.19	0.15	0.08	0.03	0.12	0.10	0.07	0.11	0.20	0.23
Retângulo Envolvente	x ₁ (m):	4.39	4.80	5.49	4.39	4.54	4.55	5.21	4.39	5.07	5.57	4.39	4.48	4.90	5.25	5.50	4.39	5.08
	y ₁ (m):	1.78	1.76	1.70	1.11	1.47	1.08	1.11	0.81	0.82	0.86	0.60	0.59	0.58	0.60	0.60	0.23	0.23
	x ₂ (m):	4.85	5.56	5.89	4.63	5.26	5.22	5.89	5.07	5.63	5.89	4.43	4.93	5.27	5.51	5.89	5.10	5.89
	y ₂ (m):	2.23	2.23	2.23	1.80	1.79	1.58	1.76	1.12	1.11	1.11	0.82	0.83	0.85	0.83	0.86	0.61	0.61
	b(m):	0.45	0.76	0.41	0.23	0.72	0.67	0.69	0.67	0.56	0.32	0.09	0.45	0.37	0.25	0.40	0.70	0.82
	h(m):	0.45	0.47	0.53	0.69	0.32	0.49	0.65	0.31	0.30	0.25	0.23	0.25	0.27	0.25	0.27	0.37	0.38
A		0.20	0.36	0.22	0.16	0.23	0.33	0.43	0.21	0.17	0.08	0.02	0.11	0.10	0.06	0.11	0.26	0.31
I _{RA} [Euler+rot]		0.93	0.83	0.89	0.76	0.73	0.80	0.94	0.93	0.90	0.86	0.96	0.88	0.87	0.90	0.92	0.95	0.95
Retângulo Equivalente 2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Não existe	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Não existe	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2
	h ₁ (m):	0.43	0.45	0.38	0.18	0.26	0.41	-----	0.29	0.28	0.23	0.09	0.23	0.25	-----	0.25	0.36	0.37
	b ₁ (m):	0.45	0.70	0.51	0.66	0.64	0.65	-----	0.65	0.53	0.30	0.22	0.43	0.34	-----	0.39	0.70	0.81
	A	0.19	0.32	0.19	0.12	0.17	0.27	-----	0.19	0.15	0.07	0.02	0.10	0.09	-----	0.10	0.25	0.30
Retângulo Equivalente (homotético) 2	h ₁ (m):	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.97	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.95	-----	-----	-----
	b ₁ (m):	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.63	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.24	-----	-----	-----
	A	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.67	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.24	-----	-----	-----
P _{xx} (m)		1.75	2.30	1.78	1.69	1.82	2.12	2.60	1.90	1.63	1.06	0.62	1.31	1.19	0.96	1.28	2.11	2.35
I _k		0.99	1.01	0.99	1.01	1.01	0.99	0.98	0.98	0.97	1.03	0.99	1.00	0.97	0.96	1.00	1.00	1.00
I _R	0.99	I _{RA} [Euler+rot]		0.83														
σ _{IR}	0.01	σ _{IRA}		0.06														
Δ|X|	1.46	Δ|X|		7.22														

Folha de Cálculo para o painel da Parede 2 (1º piso)_zona 2 da casa do Quarteirão do Corpo da Guarda (CG3)

		1		2			3		4			5		
		A	B	A	A'	B	C	A	B	A	B	C	A	B
Área (m ²)		0.15	0.02	0.06	0.07	0.21	0.35	0.57	0.10	0.17	0.24	0.20	0.80	0.06
Perímetro (m)		2.66	0.68	1.01	1.11	1.88	2.38	3.34	1.28	1.70	2.12	1.80	3.90	1.38
Xg (m)		7.01	7.83	6.60	6.66	7.03	7.63	7.08	7.84	6.64	7.14	7.72	7.20	7.92
Yg (m)		2.17	2.20	1.97	1.78	1.90	1.90	1.44	1.45	0.96	1.03	1.03	0.52	0.52
Ix (m ⁴)		0.70	0.09	0.23	0.23	0.75	1.28	1.20	0.20	0.16	0.26	0.22	0.24	0.02
Iy (m ⁴)		7.28	1.11	2.61	3.24	10.20	20.42	28.71	5.85	7.70	12.31	12.07	41.79	3.47
Ixy (m ⁴)		2.25	0.31	0.78	0.86	2.75	5.09	5.83	1.08	1.11	1.78	1.61	3.04	0.23
rx (m)		2.17	2.20	1.97	1.78	1.91	1.91	1.45	1.45	0.97	1.04	1.04	0.55	0.55
ry (m)		7.02	7.83	6.60	6.66	7.04	7.63	7.09	7.84	6.64	7.15	7.72	7.21	7.92
Ixx (m ⁴)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Iyy (m ⁴)		0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.07	0.00	0.00	0.01	0.00	0.13	0.00
I _z (m ⁴)		0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.08	0.00	0.01	0.01	0.01	0.15	0.00
Ixxyy (m ⁴)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
rxg (m)		0.04	0.02	0.06	0.06	0.12	0.15	0.13	0.11	0.14	0.11	0.12	0.17	0.17
ryg (m)		0.34	0.08	0.08	0.11	0.14	0.20	0.36	0.07	0.10	0.19	0.15	0.39	0.03
Retângulo Envolvente	x ₁ (m)	6.47	7.63	6.47	6.47	6.72	7.25	6.47	7.63	6.47	6.80	7.43	6.47	7.86
	y ₁ (m)	2.07	2.17	1.85	1.68	1.67	1.63	1.19	1.25	0.67	0.83	0.82	0.24	0.24
	x ₂ (m)	7.69	7.97	6.77	6.86	7.30	7.97	7.73	7.97	6.83	7.53	7.97	7.88	7.97
	y ₂ (m)	2.24	2.24	2.10	1.89	2.12	2.17	1.70	1.65	1.24	1.22	1.27	0.85	0.83
	b (m)	1.23	0.27	0.30	0.39	0.58	0.71	1.26	0.28	0.37	0.74	0.54	1.42	0.11
	h (m)	0.16	0.07	0.25	0.22	0.45	0.54	0.52	0.40	0.56	0.39	0.45	0.61	0.60
A		0.20	0.02	0.08	0.09	0.26	0.39	0.65	0.11	0.21	0.29	0.24	0.87	0.06
I _{ea} (Eulerovál)		0.75	0.39	0.78	0.85	0.78	0.90	0.88	0.86	0.85	0.83	0.84	0.93	0.86
Retângulo Equivalente 2	Existem 2 em que b1=h2 e													
	h ₁ (m)	0.12	0.07	0.21	0.19	0.40	0.50	0.46	0.25	0.35	0.37	0.40	0.59	0.09
	b ₁ (m)	1.18	0.27	0.29	0.37	0.52	0.70	1.23	0.38	0.49	0.66	0.51	1.37	0.59
	A	0.15	0.02	0.06	0.07	0.21	0.35	0.57	0.10	0.17	0.24	0.20	0.80	0.06
	A													
Retângulo Equivalente (homotético) 2	h ₁ (m)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	b ₁ (m)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	A	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	A													
P _{ex} (m)	2.62	0.68	0.99	1.14	1.83	2.40	3.40	1.26	1.70	2.05	1.81	3.91	1.37	
I _e	1.01	1.00	1.02	0.98	1.02	0.99	0.98	1.01	1.00	1.04	0.99	1.00	1.00	
I _e	1.00		I _{ea} (Eulerovál)	0.87										
σ _{IR}	0.02		σ _{IRH}	0.06										
±|X|	1.56		±|X|	7.34										

Folha de Cálculo para o painel da Parede 3 (2º piso) da casa do Quarteirão do Corpo da Guarda (CG4)

		1			2				3		4				5		
		A	B	C	A	B	C	D	A	B	A	B	C	D	A	B	C
Área (m ²)		0.35	0.31	0.07	0.05	0.13	0.14	0.11	0.41	0.26	0.04	0.14	0.12	0.12	0.45	0.21	0.09
Perímetro (m)		2.37	2.26	1.29	0.95	1.49	1.49	1.33	2.61	2.05	0.92	1.56	1.40	1.37	2.82	1.82	1.52
Xg (m)		11.10	11.78	12.18	10.83	11.16	11.63	12.05	11.19	11.94	10.82	11.15	11.61	12.02	11.22	11.89	12.17
Yg (m)		1.98	1.99	1.98	1.59	1.60	1.60	1.60	1.23	1.25	0.84	0.85	0.87	0.91	0.47	0.48	0.53
Ix (m ⁴)		1.36	1.25	0.28	0.12	0.33	0.35	0.28	0.63	0.41	0.03	0.10	0.09	0.10	0.11	0.05	0.03
Iy (m ⁴)		42.67	43.50	10.14	5.52	15.78	18.39	15.76	51.62	36.86	5.05	17.45	16.75	16.96	57.21	29.08	13.96
Ixy (m ⁴)		7.61	7.35	1.74	0.81	2.26	2.54	2.09	5.66	3.86	0.39	1.34	1.25	1.28	2.40	1.18	0.60
rx (m)		1.98	2.00	1.98	1.59	1.60	1.61	1.60	1.24	1.26	0.85	0.86	0.87	0.91	0.49	0.51	0.55
ry (m)		11.10	11.78	12.18	10.83	11.16	11.63	12.05	11.19	11.94	10.82	11.15	11.61	12.02	11.22	11.89	12.17
Ixx (m ⁴)		0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Iyy (m ⁴)		0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
I _z (m ⁴)		0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.00
Ixxyy (m ⁴)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
rxg (m)		0.14	0.14	0.14	0.08	0.07	0.09	0.08	0.14	0.12	0.09	0.08	0.09	0.08	0.14	0.15	0.17
ryg (m)		0.20	0.19	0.04	0.05	0.14	0.13	0.11	0.25	0.18	0.04	0.15	0.11	0.12	0.27	0.11	0.05
Retângulo Envolvente	x ₁ (m)	10.75	11.44	12.10	10.75	10.89	11.37	11.85	10.75	11.62	10.75	10.88	11.40	11.80	10.75	11.67	12.05
	y ₁ (m)	1.73	1.74	1.72	1.41	1.47	1.45	1.46	0.99	1.04	0.69	0.71	0.71	0.75	0.23	0.23	0.23
	x ₂ (m)	11.46	12.11	12.25	10.95	11.42	11.86	12.25	11.66	12.25	10.91	11.41	11.83	12.25	11.70	12.09	12.25
	y ₂ (m)	2.23	2.23	2.23	1.73	1.73	1.77	1.74	1.48	1.47	1.02	1.00	1.04	1.05	0.72	0.76	0.84
	b (m)	0.71	0.67	0.15	0.20	0.53	0.49	0.40	0.91	0.63	0.17	0.54	0.43	0.45	0.95	0.42	0.20
	h (m)	0.50	0.49	0.51	0.33	0.27	0.32	0.28	0.43	0.43	0.33	0.28	0.33	0.29	0.49	0.54	0.61
A		0.36	0.33	0.08	0.06	0.14	0.15	0.11	0.45	0.27	0.05	0.15	0.14	0.13	0.47	0.22	0.12
I _{ea} (Eulerovál)		0.97	0.96	0.33	0.73	0.90	0.88	0.96	0.92	0.96	0.79	0.92	0.86	0.89	0.98	0.91	0.78
Retângulo Equivalente 2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2																
	h ₁ (m)	0.50	0.48	0.14	0.16	0.26	0.31	0.28	0.48	0.42	0.14	0.27	0.32	0.27	0.49	0.40	0.16
	b ₁ (m)	0.70	0.66	0.50	0.30	0.49	0.44	0.39	0.86	0.61	0.31	0.52	0.39	0.43	0.94	0.52	0.58
	A	0.35	0.31	0.07	0.05	0.13	0.14	0.11	0.41	0.26	0.04	0.14	0.12	0.12	0.45	0.21	0.09
	A																
Retângulo Equivalente (homotético) 2	h ₁ (m)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	b ₁ (m)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	A	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	A																
P _{ex} (m)	2.99	2.27	1.29	0.91	1.49	1.50	1.34	2.68	2.07	0.90	1.58	1.42	1.40	2.84	1.83	1.49	
I _e	0.99	1.00	1.00	1.04	1.00	0.99	0.99	0.96	0.99	1.03	0.99	0.99	0.96	0.99	1.00	1.02	
I _e	0.99		I _{ea} (Eulerovál)	0.93													
σ _{IR}	0.01		σ _{IRH}	0.07													
±|X|	1.13		±|X|	7.76													

Folha de Cálculo para o painel da Parede 4 (2º piso) da casa do Quarteirão do Corpo da Guarda (CG5)

	1		2				3			4			5			
	B	C	B	C	D	E	A	B	C	A	B	C	B	C		
Área (m ²)	0.60	0.39	0.07	0.23	0.11	0.06	0.20	0.12	0.07	0.21	0.36	0.05	0.10	0.45		
Perímetro (m)	3.13	2.47	1.03	2.14	1.26	1.00	2.13	1.43	1.03	1.80	2.61	1.06	1.30	3.16		
Xg (m)	3.03	3.84	8.74	3.22	3.73	10.02	3.04	3.63	10.01	8.85	3.55	10.06	8.77	3.51		
Yg (m)	1.31	1.83	1.44	1.41	1.40	1.42	1.14	1.11	1.13	0.81	0.79	0.80	0.40	0.41		
Ix (m ⁴)	2.20	1.40	0.14	0.47	0.21	0.12	0.26	0.14	0.03	0.14	0.23	0.03	0.02	0.08		
Iy (m ⁴)	43.45	37.73	5.07	13.83	10.13	6.10	16.37	10.86	6.73	16.12	32.78	4.38	7.68	40.33		
Ixy (m ⁴)	10.37	7.24	0.84	3.04	1.46	0.87	2.07	1.25	0.76	1.48	2.71	0.33	0.35	1.76		
rx (m)	1.32	1.30	1.44	1.42	1.40	1.42	1.14	1.11	1.13	0.83	0.80	0.80	0.41	0.43		
ry (m)	3.03	3.84	8.74	3.22	3.73	10.02	3.04	3.63	10.01	8.85	3.55	10.06	8.77	3.51		
Ixx (m ⁴)	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01		
Iyy (m ⁴)	0.04	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.05		
I _x (m ⁴)	0.06	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.06		
I _x y _y (m ⁴)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
rxg (m)	0.13	0.13	0.08	0.10	0.08	0.08	0.07	0.08	0.03	0.13	0.11	0.11	0.10	0.11		
ryg (m)	0.27	0.17	0.06	0.20	0.11	0.06	0.24	0.13	0.07	0.13	0.26	0.04	0.08	0.35		
Retângulo Envolvente	x ₁ (m):	8.62	3.54	8.62	8.83	3.52	3.83	8.62	3.44	3.88	8.62	3.07	3.37	8.62	8.30	
	y ₁ (m):	1.56	1.55	1.23	1.21	1.25	1.28	1.00	0.37	0.37	0.57	0.57	0.53	0.23	0.23	
	x ₂ (m):	3.56	10.12	8.87	3.60	3.33	10.12	3.47	3.32	10.12	3.10	10.01	10.12	8.33	10.12	
	y ₂ (m):	2.23	2.23	1.53	1.53	1.55	1.56	1.30	1.27	1.28	1.05	1.00	0.33	0.53	0.64	
	b (m):	0.34	0.59	0.24	0.77	0.41	0.24	0.84	0.43	0.24	0.47	0.34	0.16	0.30	1.23	
	h (m):	0.67	0.68	0.30	0.38	0.30	0.23	0.30	0.23	0.30	0.48	0.44	0.41	0.36	0.41	
A	0.63	0.40	0.07	0.23	0.12	0.07	0.25	0.14	0.07	0.23	0.41	0.06	0.11	0.50		
I _{RA} (Eulerista)	0.36	0.37	0.83	0.73	0.87	0.88	0.73	0.81	0.32	0.30	0.68	0.77	0.33	0.83		
Retângulo Equivalente 2		Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existe m 2 em que b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existe m 2 em que b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Não existe	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	
		h ₁ (m):	0.65	0.58	0.23	0.33	0.31	0.21	0.24	0.26	0.23	-----	0.33	0.12	0.28	0.37
		b ₁ (m):	0.32	0.67	0.23	0.71	0.35	0.28	0.82	0.44	0.23	-----	0.32	0.33	0.36	1.21
		A	0.60	0.33	0.07	0.23	0.11	0.06	0.20	0.12	0.07	-----	0.36	0.05	0.10	0.45
Retângulo Equivalente (homotético) 2		g	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.35	-----	-----	-----	-----	
		h ₁ (m):	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.46	-----	-----	-----	-----
		b ₁ (m):	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.45	-----	-----	-----	-----
		A	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.21	-----	-----	-----	-----
P _{xx} (m)	3.14	2.50	1.04	2.07	1.31	1.00	2.13	1.41	1.04	1.81	2.62	1.04	1.27	3.16		
I _k	1.00	0.33	0.33	1.03	0.36	1.00	1.00	1.02	0.38	0.33	1.00	1.02	1.02	1.00		
I _R	1.00	I _{RA} (Eulerista)				0.30										
σ _{IR}	0.01	σ _{IRA}				0.06										
±IXI	1.43	±IXI				6.33										

Folha de Cálculo para o painel da Parede 5 (3º piso) da casa do Quarteirão do Corpo da Guarda (CG6)

	1			2			3			4			5			6			7	
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	D	
$\text{Area}(m^2)$	0.59	0.03	0.17	0.06	0.15	0.04	0.18	0.03	0.43	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.05	0.02	0.02	0.02	0.14	0.02
$\text{Perimetro}(m)$	3.55	0.87	1.78	0.96	1.63	0.85	1.69	1.04	2.77	0.63	0.64	0.59	0.59	0.68	0.61	0.86	0.61	0.86	1.48	1.00
$\text{Ita}(m)$	14.02	15.40	13.72	14.13	12.72	14.33	13.70	13.46	14.39	14.39	14.39	14.39	14.42	13.61	13.45	14.44	14.42	14.40	14.70	14.90
$\text{Va}(m)$	2.01	2.12	1.66	1.65	0.52	1.78	1.20	1.25	1.31	1.49	1.23	1.02	0.71	0.79	0.85	0.71	0.67	0.69	0.85	0.88
$\text{Vh}(m)$	2.40	0.16	0.46	0.16	0.04	0.12	0.31	0.05	0.74	0.05	0.03	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01	0.04	0.01
$\text{Vt}(m)$	117.95	6.15	31.64	12.01	23.49	3.34	33.94	5.55	38.17	4.65	4.04	3.50	4.20	4.90	2.03	10.27	5.41	9.57	15.43	20.98
$\text{Vg}(m^3)$	16.78	1.12	3.82	1.40	0.97	1.00	3.20	0.52	3.04	0.47	0.32	0.26	0.21	0.29	0.13	0.51	0.44	0.46	0.22	0.37
$\text{rs}(m)$	2.01	1.62	1.66	1.65	0.52	1.78	1.20	1.26	1.32	1.49	1.22	1.02	0.71	0.79	0.85	0.71	0.68	0.70	0.85	0.88
$\text{rs}(m)$	14.12	15.40	13.72	14.13	12.72	14.33	13.70	13.46	14.39	14.39	14.39	14.39	14.42	13.61	13.45	14.44	14.42	14.40	14.70	14.90
$\text{hs}(m)$	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\text{Vg}(m^3)$	0.09	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
$\text{Vt}(m^3)$	0.10	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
$\text{Vg}(m^3)$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\text{Vt}(m^3)$	0.12	0.09	0.03	0.03	0.07	0.09	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.07	0.03	0.04	0.06	0.04	0.06	0.06	0.06	0.08
$\text{rs}(m)$	0.29	0.03	0.17	0.06	0.16	0.04	0.12	0.12	0.27	0.12	0.12	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
$\text{rs}(m)$	1.77	1.97	1.51	1.51	0.28	1.61	1.07	1.05	1.07	1.25	1.11	0.97	0.64	0.72	0.75	0.58	0.59	0.56	0.46	0.41
$\text{rs}(m)$	13.43	15.22	13.43	14.02	12.42	14.77	13.46	13.43	13.89	14.33	14.34	13.43	13.43	13.49	13.43	14.32	14.30	14.25	14.32	14.30
$\text{rs}(m)$	1.40	0.14	0.60	0.24	0.62	0.18	0.45	0.09	0.97	0.10	0.09	0.21	0.21	0.24	0.07	0.27	0.24	0.31	0.13	0.13
$\text{rs}(m)$	0.46	0.20	0.21	0.29	0.30	0.31	0.45	0.46	0.52	0.26	0.25	0.10	0.12	0.15	0.27	0.24	0.15	0.23	0.25	0.30
$\text{rs}(m)$	0.64	0.04	0.16	0.07	0.18	0.05	0.21	0.04	0.50	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.02	0.06	0.04	0.07	0.03	0.11
$\text{Vg}(m^3)$	0.92	0.31	0.91	0.35	0.79	0.76	0.35	0.72	0.35	0.30	0.32	0.90	0.31	0.72	0.31	0.76	0.71	0.64	0.65	0.66
$\text{Vt}(m^3)$	0.29	0.03	0.17	0.06	0.16	0.04	0.12	0.12	0.27	0.12	0.12	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08
$\text{Vg}(m^3)$	1.36	0.31	0.60	0.27	0.57	0.30	0.45	0.43	0.45	0.26	0.25	0.20	0.19	0.23	0.21	0.21	0.20	0.20	0.20	0.24
$\text{Vt}(m^3)$	0.59	0.03	0.17	0.06	0.15	0.04	0.18	0.02	0.42	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04
$\text{Vg}(m^3)$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\text{Vt}(m^3)$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\text{Vg}(m^3)$	3.40	0.34	1.76	0.99	1.65	0.35	1.70	1.01	2.80	0.43	0.44	0.59	0.59	0.69	0.53	0.89	0.86	0.91	0.65	1.25
$\text{Vt}(m^3)$	0.99	0.04	1.01	0.36	0.39	1.00	0.39	1.02	0.39	1.00	1.00	0.98	0.99	1.00	1.15	0.97	0.97	1.00	0.99	1.00
$\text{Vg}(m^3)$	1.00	$\text{Vg}(m^3)$					0.84	$\text{Vg}(m^3)$					0.84	$\text{Vg}(m^3)$						
$\text{Vt}(m^3)$	0.03	$\text{Vt}(m^3)$					0.09	$\text{Vt}(m^3)$					0.09	$\text{Vt}(m^3)$						
$\text{Vg}(m^3)$	2.76	$\text{Vg}(m^3)$					10.75	$\text{Vg}(m^3)$					10.75	$\text{Vg}(m^3)$						

Folha de Cálculo para o painel da Parede 1 (1º piso) da casa do Quarteirão da Feitoria Inglesa (F1)

6												7												8											
A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	A	B	C	D	E	F												
0.03	0.21	0.01	0.01	0.10	0.02	0.03	0.13	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.32	0.02	0.02	0.10	0.02	0.02	0.30	0.13	0.03												
0.82	2.14	0.49	0.45	1.27	0.66	0.74	1.40	0.42	0.37	0.37	0.47	0.76	0.73	0.88	2.38	0.87	0.63	1.34	0.54	0.61	2.54	1.48	0.68												
15.65	16.07	16.52	16.54	16.77	17.03	17.03	15.79	16.04	16.04	16.06	15.83	15.95	16.12	16.35	16.57	17.05	17.04	15.72	15.92	15.91	16.37	16.89	16.99												
1.20	1.20	1.25	1.12	1.20	1.27	1.09	0.88	1.02	0.93	0.83	0.68	0.64	0.71	0.68	0.89	0.91	0.73	0.47	0.49	0.32	0.42	0.50	0.29												
0.04	0.31	0.02	0.02	0.15	0.03	0.04	0.10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.25	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.06	0.03	0.00												
7.04	55.39	4.04	3.61	28.91	6.20	8.61	31.43	2.65	2.25	3.13	3.07	8.19	8.07	8.50	87.63	6.07	6.59	25.70	4.56	6.07	79.70	38.32	7.33												
0.54	4.13	0.31	0.24	2.06	0.46	0.55	1.74	0.17	0.13	0.16	0.13	0.33	0.26	0.26	4.65	0.32	0.28	0.74	0.14	0.12	2.03	1.13	0.42												
1.20	1.20	1.25	1.12	1.20	1.27	1.09	0.88	1.02	0.93	0.83	0.68	0.64	0.71	0.68	0.89	0.91	0.73	0.47	0.49	0.32	0.42	0.50	0.29												
15.65	16.07	16.52	16.54	16.77	17.03	17.03	15.80	16.04	16.04	16.06	15.83	15.95	16.12	16.35	16.57	17.05	17.04	15.72	15.92	15.91	16.37	16.89	16.99												
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00												
0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00												
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00												
0.09	0.08	0.04	0.03	0.08	0.04	0.06	0.09	0.02	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.03	0.11	0.05	0.05	0.13	0.04	0.05	0.12	0.09	0.03												
0.03	0.23	0.03	0.04	0.11	0.05	0.04	0.11	0.04	0.02	0.03	0.04	0.06	0.05	0.09	0.24	0.04	0.04	0.07	0.04	0.04	0.22	0.13	0.07												
15.61	15.68	16.47	16.47	16.56	16.91	16.95	15.61	15.97	15.98	15.99	15.74	15.79	16.00	16.20	16.08	16.98	16.93	15.61	15.86	15.84	15.96	16.64	16.87												
1.03	1.04	1.18	1.06	1.06	1.15	0.95	0.69	0.96	0.87	0.75	0.61	0.56	0.60	0.61	0.64	0.81	0.65	0.23	0.42	0.23	0.34	0.23	0.23												
15.72	16.48	16.58	16.60	16.98	17.11	17.11	16.02	16.11	16.09	16.13	15.80	16.05	16.22	16.58	16.99	17.11	17.11	15.88	16.01	15.88	16.87	17.11	17.11												
1.35	1.36	1.32	1.18	1.33	1.34	1.22	1.05	1.06	0.99	0.92	0.72	0.76	0.82	0.74	1.09	1.01	0.82	0.70	0.86	0.42	0.88	0.66	0.35												
0.12	0.80	0.11	0.13	0.42	0.20	0.15	0.41	0.14	0.11	0.14	0.17	0.26	0.22	0.38	0.91	0.13	0.17	0.25	0.15	0.14	0.81	0.47	0.23												
0.32	0.32	0.16	0.12	0.28	0.18	0.28	0.36	0.09	0.12	0.16	0.11	0.20	0.23	0.13	0.45	0.19	0.18	0.47	0.14	0.19	0.45	0.32	0.11												
0.04	0.26	0.02	0.02	0.12	0.04	0.04	0.15	0.01	0.01	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.41	0.03	0.03	0.12	0.02	0.03	0.41	0.15	0.03												
0.77	0.83	0.87	0.87	0.88	0.59	0.69	0.86	0.78	0.67	0.52	0.67	0.61	0.63	0.67	0.78	0.83	0.74	0.87	0.87	0.94	0.73	0.89	0.97												
Existem Zem b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem m.Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2	Existem Zem que b1-h2 b1-h2 b1-h2											
0.09	0.27	0.10	0.10	0.27	0.10	0.13	0.34	0.08	0.08	0.09	0.09	0.14	0.17	0.10	0.37	0.12	0.12	0.24	0.12	0.14	0.37	0.30	0.11												
0.31	0.79	0.15	0.13	0.38	0.21	0.22	0.37	0.14	0.08	0.14	0.14	0.23	0.19	0.33	0.85	0.18	0.18	0.44	0.15	0.18	0.80	0.45	0.23												
0.03	0.21	0.01	0.01	0.10	0.02	0.03	0.13	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.32	0.02	0.02	0.10	0.02	0.02	0.30	0.13	0.03												
0.81	2.42	0.50	0.46	1.30	0.62	0.71	1.42	0.42	0.37	0.46	0.45	0.74	0.71	0.85	2.45	0.85	0.62	1.35	0.54	0.62	2.34	1.50	0.68												
1.01	1.01	0.99	0.96	0.98	1.07	1.04	0.98	1.00	0.99	1.04	0.98	1.03	1.04	1.03	0.97	0.98	1.02	0.99	0.99	0.97	1.08	0.99	1.00												

Folha de Cálculo para o painel da Parede 2 (2º piso)
da casa do Quarteirão da Feitoria Inglesa (FI2)_parte (2/2)

		1		2		3		4		5			
		C	D	C	D	D	E	C	C'	D	E	C	D
Área (m ²)		0.07	0.15	0.40	0.22	0.42	0.26	0.21	0.18	0.45	0.16	0.21	0.27
Perímetro (m)		1.24	2.28	2.76	1.90	2.77	2.07	1.85	1.94	2.77	1.87	1.96	2.27
Xg (m)		17.95	18.70	18.14	18.31	18.16	18.31	17.94	18.08	18.61	19.08	18.03	18.76
Yg (m)		2.16	2.15	1.87	1.87	1.43	1.45	0.97	0.65	0.92	0.86	0.38	0.39
I _x (m ⁴)		0.31	0.71	1.41	0.79	0.87	0.54	0.21	0.08	0.39	0.12	0.03	0.04
I _y (m ⁴)		21.73	53.37	132.30	80.15	139.49	91.88	69.05	57.37	155.70	57.56	67.37	94.09
I _{xy} (m ⁴)		2.61	6.20	13.61	7.93	10.95	7.02	3.75	2.06	7.67	2.59	1.42	1.94
r _x (m)		2.16	2.15	1.87	1.87	1.43	1.45	0.98	0.65	0.94	0.88	0.39	0.40
r _y (m)		17.95	18.70	18.14	18.31	18.16	18.31	17.94	18.08	18.62	19.08	18.03	18.76
I _{xx} (m ⁴)		0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
I _{yy} (m ⁴)		0.00	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01
I _z (m ⁴)		0.00	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01	0.02
I _{xyg} (m ⁴)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r _{xg} (m)		0.04	0.05	0.13	0.11	0.13	0.13	0.12	0.07	0.18	0.20	0.09	0.09
r _{yg} (m)		0.14	0.28	0.27	0.17	0.27	0.16	0.14	0.22	0.21	0.06	0.19	0.23
Retângulo Envolvente	x ₁ (m):	17.69	18.19	17.69	18.60	17.69	18.59	17.69	17.69	18.16	18.35	17.69	18.35
	y ₁ (m):	2.07	2.05	1.63	1.67	1.19	1.21	0.74	0.52	0.55	0.47	0.22	0.22
	x ₂ (m):	18.20	19.19	18.64	19.19	18.64	19.19	18.21	18.47	18.98	19.19	18.36	19.19
	y ₂ (m):	2.22	2.22	2.12	2.08	1.69	1.69	1.20	0.79	1.23	1.22	0.56	0.58
	b (m):	0.51	1.00	0.95	0.59	0.95	0.60	0.52	0.78	0.82	0.24	0.67	0.84
	h (m):	0.15	0.17	0.49	0.41	0.50	0.47	0.46	0.27	0.68	0.75	0.33	0.35
A	0.08	0.17	0.46	0.24	0.47	0.28	0.24	0.21	0.55	0.18	0.22	0.30	
I _{IR} [Equivalente]		0.89	0.89	0.87	0.93	0.89	0.91	0.90	0.84	0.81	0.88	0.93	0.90
Retângulo Equivalente 2	Existem 2 em que b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e	Existem 2 em que b1=h2 e
	h ₁ (m):	0.14	0.16	0.43	0.39	0.45	0.45	0.43	0.23	0.58	0.22	0.31	0.33
	b ₁ (m):	0.48	0.97	0.92	0.57	0.94	0.57	0.50	0.75	0.77	0.71	0.66	0.81
	A	0.07	0.15	0.40	0.22	0.42	0.26	0.21	0.18	0.45	0.16	0.21	0.27
Retângulo Equivalente (homotético) 2	g	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	h ₁ (m):	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	b ₁ (m):	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	A	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
P _{xx} (m)	1.24	2.26	2.72	1.93	2.78	2.04	1.86	1.97	2.71	1.86	1.95	2.28	
I _R	1.00	1.01	1.02	0.93	1.00	1.01	1.00	0.98	1.02	1.00	1.00	1.00	
I _R	1.00	I _{IR} [Equivalente]		0.88									
σ _{IR}	0.01	σ _{IRR}		0.03									
Δ|x|	1.12	Δ|x|		3.80									

Folha de Cálculo para o painel da Parede 3 (3º piso) da casa do Quarteirão da Feitoria Inglesa (FI3)

Anexo A.2 – Folhas de cálculo em Excel

		1				2				3		4		5		6				
		D	E	F	G	C	D	E	F	E	F	B	C	D	D'	E	E	F	G	H
Área (m ²)		0.02	0.16	0.12	0.18	0.14	0.21	0.13	0.17	0.21	0.38	0.10	0.35	0.09	0.09	0.10	0.11	0.14	0.15	0.13
Perímetro (m)		0.78	1.63	1.40	1.77	1.53	1.87	1.47	1.65	1.87	2.63	1.39	2.42	1.23	1.23	1.39	1.32	1.50	1.55	1.47
Xg (m)		24.36	24.65	25.08	25.54	24.48	24.89	25.28	25.63	24.59	25.35	24.42	24.87	25.42	25.42	25.72	24.48	24.84	25.24	25.63
Yg (m)		2.08	2.08	2.07	2.08	1.70	1.70	1.69	1.70	1.28	1.28	0.83	0.84	0.96	0.72	0.84	0.41	0.42	0.42	0.42
Ix (m ⁴)		0.10	0.63	0.53	0.78	0.42	0.62	0.38	0.43	0.35	0.62	0.07	0.26	0.09	0.05	0.07	0.02	0.03	0.03	0.02
Iy (m ⁴)		13.84	36.62	77.01	117.40	85.70	132.42	84.78	111.33	128.15	241.43	58.40	219.07	59.62	58.16	67.34	66.40	85.09	35.60	88.10
Ixy (m ⁴)		1.18	8.15	6.37	9.54	5.35	9.02	5.68	7.37	6.68	12.19	2.00	7.41	2.25	1.64	2.20	1.12	1.42	1.59	1.43
rx (m)		2.08	2.08	2.08	2.08	1.70	1.70	1.70	1.70	1.29	1.28	0.85	0.85	0.96	0.72	0.85	0.42	0.43	0.43	0.43
ry (m)		24.36	24.65	25.08	25.54	24.48	24.89	25.28	25.63	24.59	25.35	24.42	24.88	25.42	25.42	25.72	24.48	24.84	25.24	25.63
Ixxg (m ⁴)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Iy yg (m ⁴)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I _{xy} (m ⁴)		0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ixx yg (m ⁴)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
rx yg (m)		0.09	0.09	0.10	0.09	0.13	0.13	0.12	0.13	0.11	0.11	0.14	0.14	0.07	0.07	0.14	0.10	0.10	0.10	0.10
ry yg (m)		0.02	0.14	0.11	0.16	0.09	0.14	0.09	0.11	0.16	0.28	0.06	0.21	0.11	0.11	0.06	0.09	0.11	0.12	0.11
Retângulo Envolvente	x1 (m)	24.32	24.40	24.89	25.26	24.32	24.64	25.13	25.43	24.32	24.87	24.32	24.51	25.24	25.23	25.60	24.32	24.63	25.03	25.44
	y1 (m)	1.92	1.91	1.91	1.91	1.47	1.47	1.47	1.47	1.09	1.08	0.58	0.59	0.83	0.60	0.59	0.24	0.24	0.24	0.24
	x2 (m)	24.40	24.90	25.27	25.82	24.65	25.15	25.44	25.82	24.87	25.82	24.52	25.24	25.61	25.62	25.82	24.65	25.03	25.45	25.82
	y2 (m)	2.24	2.24	2.24	2.24	1.92	1.92	1.91	1.92	1.48	1.48	1.09	1.09	1.08	0.83	1.08	0.59	0.59	0.60	0.60
	b (m)	0.07	0.50	0.38	0.56	0.32	0.51	0.32	0.39	0.55	0.96	0.20	0.73	0.38	0.39	0.22	0.32	0.40	0.43	0.38
	h (m)	0.32	0.32	0.33	0.33	0.45	0.45	0.44	0.45	0.39	0.40	0.50	0.50	0.25	0.24	0.49	0.35	0.36	0.36	0.36
A		0.02	0.16	0.13	0.19	0.15	0.23	0.14	0.17	0.21	0.38	0.10	0.37	0.09	0.09	0.11	0.11	0.14	0.15	0.14
I _{RA} [Equivalentes]		1.00	0.98	0.97	0.97	0.98	0.94	0.96	0.98	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.98	0.96	0.98	0.97	0.98	0.98
Retângulo Equivalente 2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2	Existem 2 em que b1=h2 e h1=b2
	h1 (m)	0.07	0.32	0.33	0.32	0.32	0.44	0.31	0.38	0.39	0.39	0.20	0.50	0.25	0.24	0.21	0.32	0.35	0.36	0.36
	b1 (m)	0.32	0.50	0.37	0.56	0.44	0.49	0.43	0.44	0.54	0.95	0.50	0.72	0.37	0.38	0.48	0.34	0.39	0.42	0.38
	A	0.02	0.16	0.12	0.18	0.14	0.21	0.13	0.17	0.21	0.38	0.10	0.35	0.09	0.09	0.10	0.11	0.14	0.15	0.13
Retângulo Equivalente (homotético) 2	σ	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	h1 (m)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	b1 (m)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
P _{eq} (m)		0.78	1.64	1.40	1.76	1.53	1.85	1.48	1.65	1.87	2.70	1.39	2.42	1.24	1.24	1.39	1.33	1.49	1.55	1.47
I _R		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00	0.99	1.01	1.00	1.00
I _R	1.00	I _{RA} [Equivalentes]		0.97																
σ _{IR}	0.00	σ _{IRA}		0.01																
α _{IR}	0.35	α _{IRA}		1.27																

Folha de Cálculo para o painel da Parede 1 da Zona da Muralha Fernandina (MF1)

A.3

PAINÉIS REPRESENTATIVOS DAS PAREDES DE ALVENARIA DE PEDRA



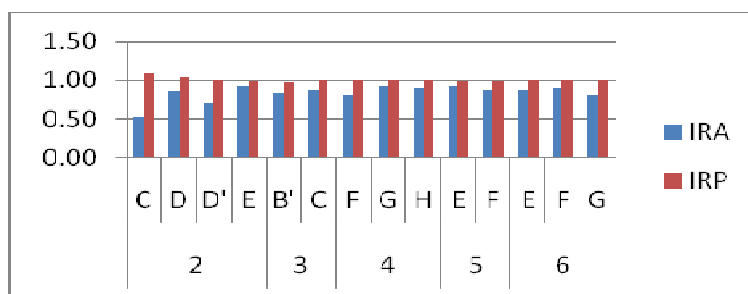
Painel da parede CG2.

I_{RA} e I_{RP} do painel da parede CG2.

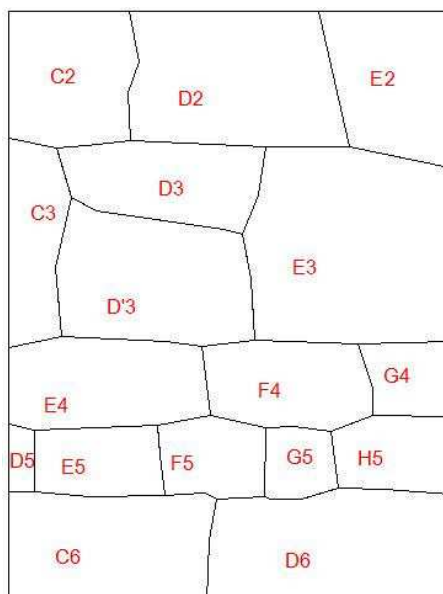
Pedra	I_{RA}					I_{RP}				
	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
B'		0.84					0.99			
C	0.57	0.90				1.07	1.00			
D	0.84					1.04				
D'	0.72					0.99				
E	0.92			0.91	0.93	0.99		1.00	1.00	
F			0.81	0.86	0.90		0.98	0.99	1.00	
G			0.85		0.80		1.01		1.04	
H			0.84				1.00			

Valores globais do painel da parede CG2.

\bar{I}_{RP}	I_{RP} Máx.	I_{RP} Mín.	σ_{IRP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I_{RA} Máx.	I_{RA} Mín.	σ_{IRA}	S (%)
1.00	1.07	0.98	0.02	1.75	0.86	0.93	0.57	0.10	11.04



Apresentação gráfica de I_{RA} e I_{RP} do painel da parede CG2.



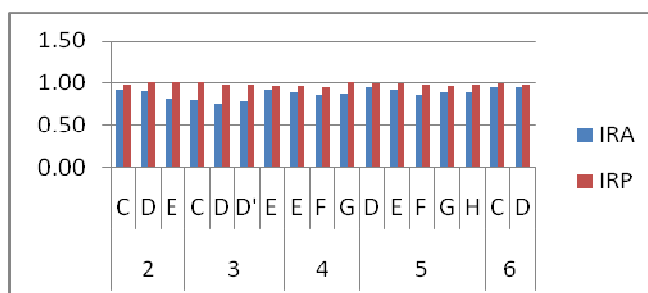
Painel da parede CG3.

I_{RA} e I_{RP} do painel da parede CG3.

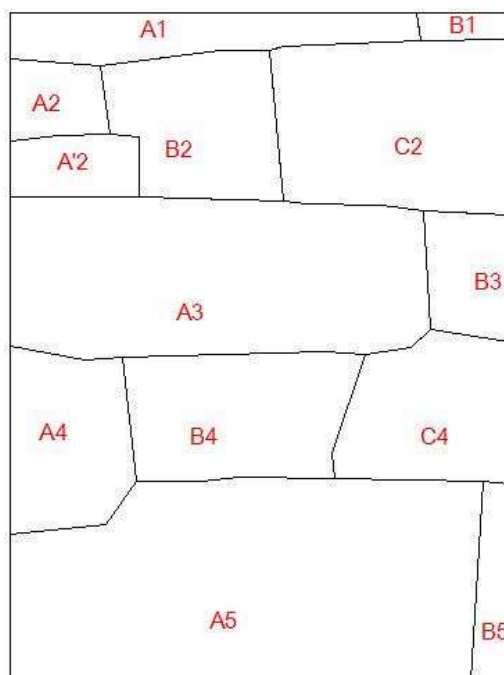
Pedra	I_{RA}					I_{RP}				
	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
C	0.93	0.76			0.95	0.99	1.01			1.00
D	0.89	0.73		0.96	0.95	1.01	1.01		0.99	1.00
D'		0.80					0.99			
E	0.89	0.94	0.93	0.88		0.99	0.98	0.98	1.00	
F			0.90	0.87				0.97	0.97	
G			0.86	0.90				1.03	0.96	
H				0.92					1.00	

Valores globais do painel da parede CG3.

\bar{I}_{RP}	I_{RP} Máx.	I_{RP} Mín.	σ_{IRP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I_{RA} Máx.	I_{RA} Mín.	σ_{IRA}	S (%)
0.99	1.03	0.96	0.01	1.46	0.89	0.96	0.73	0.06	7.22



Apresentação gráfica de I_{RA} e I_{RP} do painel da parede CG3.



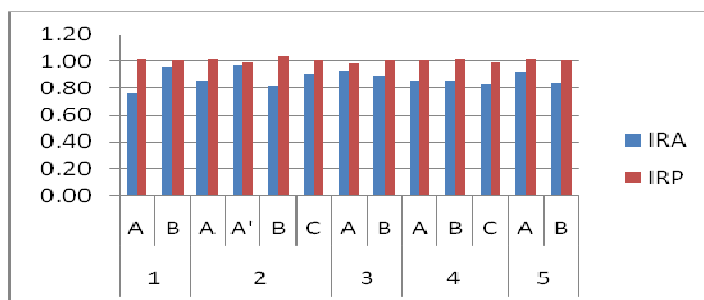
Painel da parede CG4.

I_{RA} e I_{RP} do painel da parede CG4.

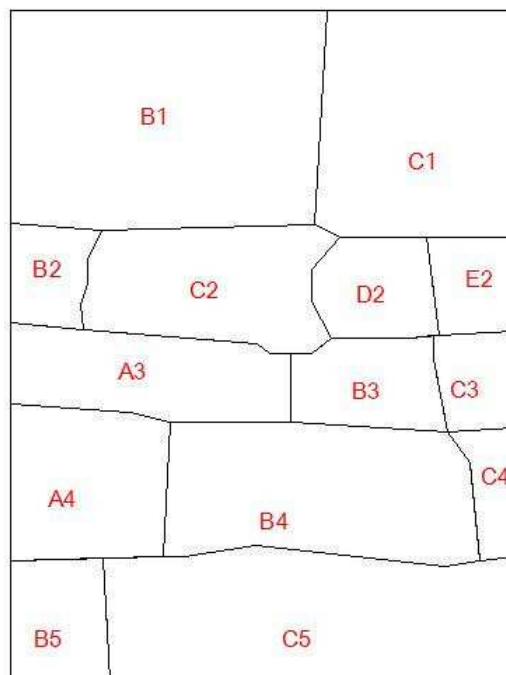
Pedra	I_{RA}					I_{RP}				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
A	0.75	0.78	0.88	0.85	0.93	1.01	1.02	0.98	1.00	1.00
A'	0.85					0.98				
B	0.99	0.78	0.86	0.83	0.86	1.00	1.02	1.01	1.04	1.00
C	0.90		0.84			0.99		0.99		

Valores globais do painel da parede CG4.

\bar{I}_{RP}	I_{RP} Máx.	I_{RP} Mín.	σ_{IRP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I_{RA} Máx.	I_{RA} Mín.	σ_{IRA}	S (%)
1.00	1.04	0.98	0.02	1.56	0.87	0.99	0.75	0.06	7.34



Apresentação gráfica de I_{RA} e I_{RP} do painel da parede CG4.



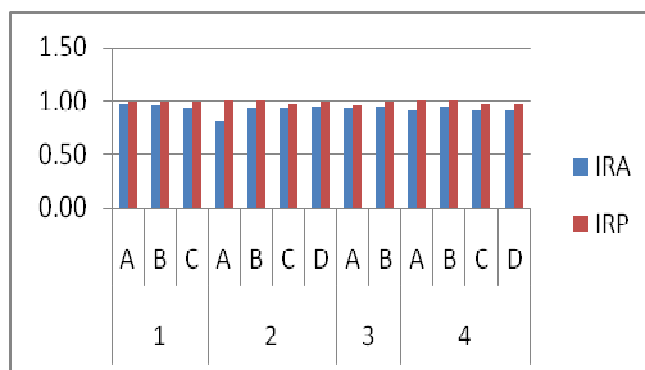
Painel da parede CG5.

I_{RA} e I_{RP} do painel da parede CG5.

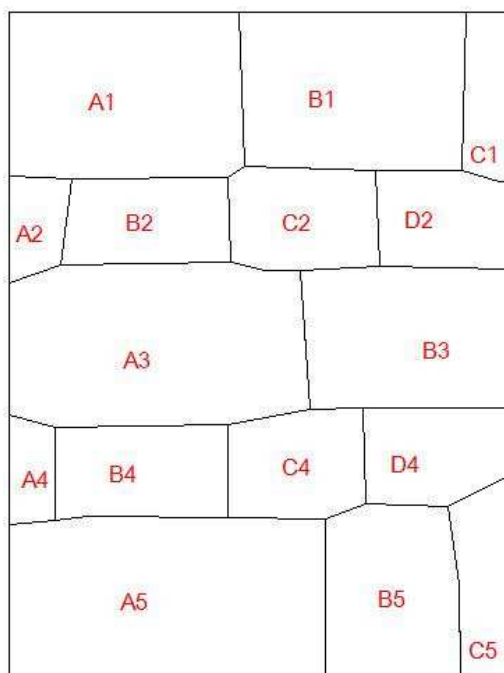
Pedra	I_{RA}					I_{RP}				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
A			0.79	0.90				1.00	0.99	
B	0.96	0.89	0.81	0.88	0.93	1.00	0.99	1.02	1.00	1.02
C	0.97	0.79	0.92	0.77	0.89	0.99	1.03	0.98	1.02	1.00
D		0.87					0.96			
E		0.88					1.00			

Valores globais do painel da parede CG5.

\bar{I}_{RP}	I_{RP} Máx.	I_{RP} Mín.	σ_{IRP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I_{RA} Máx.	I_{RA} Mín.	σ_{IRA}	S (%)
1.00	1.03	0.96	0.01	1.49	0.90	0.97	0.77	0.06	6.93



Apresentação gráfica de I_{RA} e I_{RP} do painel da parede CG5.



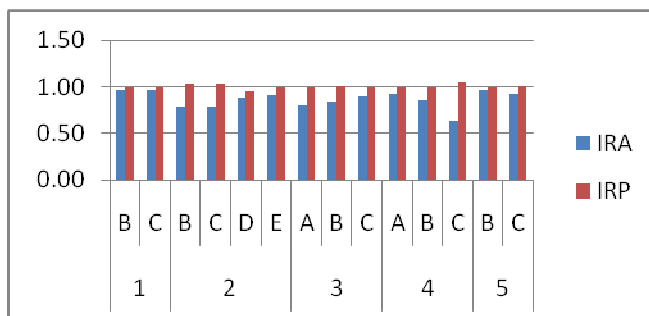
Painel da parede CG6.

I_{RA} e I_{RP} do painel da parede CG6.

Pedra	I_{RA}					I_{RP}				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
A	0.97	0.73	0.92	0.79	0.98	0.99	1.04	0.98	1.03	0.99
B	0.96	0.90	0.96	0.92	0.91	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00
C	0.93	0.88		0.86	0.78	1.00	0.99		0.99	1.02
D		0.96		0.89			0.99		0.98	

Valores globais do painel da parede CG6.

\bar{I}_{RP}	I_{RP} Máx.	I_{RP} Mín.	σ_{IRP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I_{RA} Máx.	I_{RA} Mín.	σ_{IRA}	S (%)
0.99	1.03	0.96	0.01	1.13	0.93	0.97	0.77	0.07	7.76



Apresentação gráfica de I_{RA} e I_{RP} do painel da parede CG6.



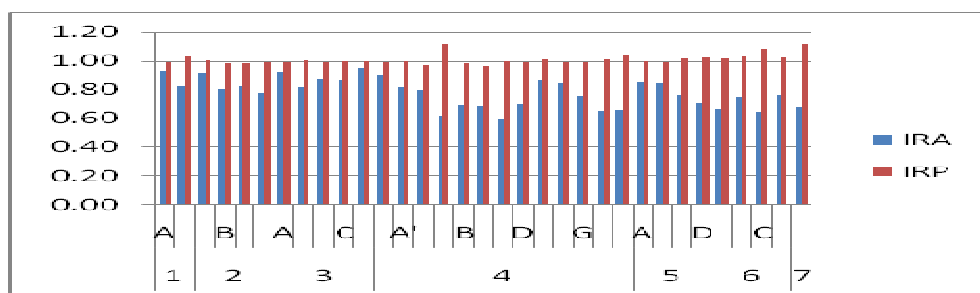
Painel da parede F11.

I_{RA} e I_{RP} do painel da parede F11.

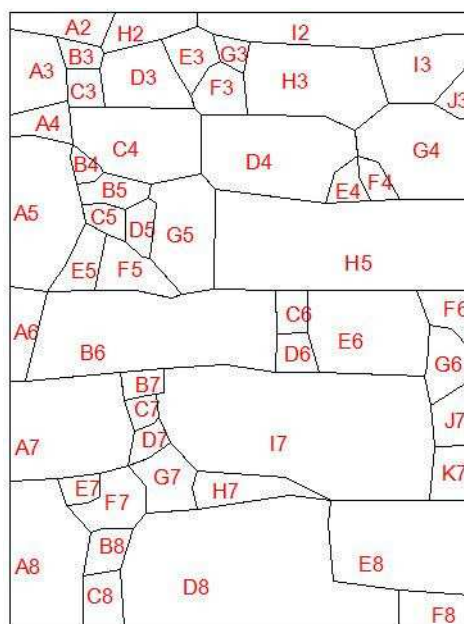
Pedra	I_{RA}							I_{RP}						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
A	0.92	0.91	0.88	0.90	0.88	0.70		0.99	1.01	0.99	0.98	0.99	1.02	
A'			0.73	0.81						1.03	0.99			
A''				0.73							1.00			
A'''				0.61							1.15			
B	0.81	0.85	0.85	0.76	0.86	0.64		1.04	0.98	0.99	0.97	0.99	1.10	
C		0.79	0.80	0.71	0.83	0.65	0.68		0.99	1.00	0.97	0.97	1.08	1.15
C'				0.64							1.00			
D		0.76	0.82	0.65	0.75	0.78			1.00	1.00	0.99	1.02	1.04	
E				0.86							1.00			
F				0.83							1.01			
G				0.73							1.00			
H				0.63							1.01			
I				0.70							0.95			

Valores globais do painel da parede F11.

\bar{I}_{RP}	I_{RP} Máx.	I_{RP} Mín.	σ_{IRP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I_{RA} Máx.	I_{RA} Mín.	σ_{IRA}	S (%)
1.00	1.15	0.95	0.03	2.76	0.84	0.92	0.61	0.09	10.75



Apresentação gráfica de I_{RA} e I_{RP} do painel da parede FI1.



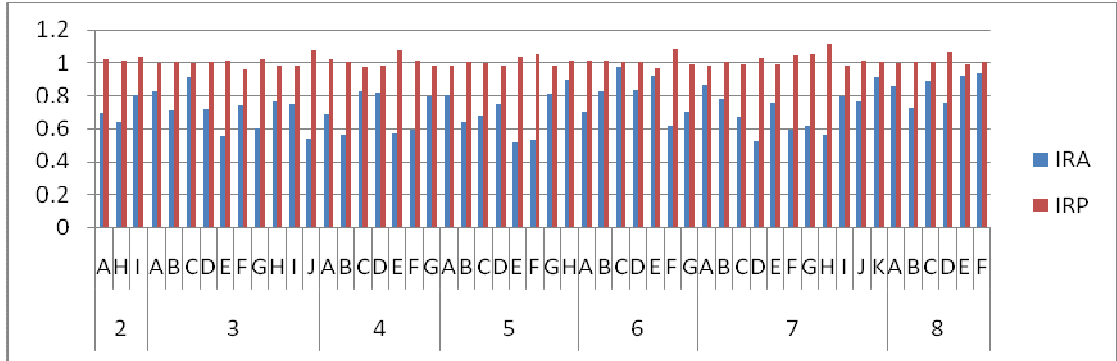
Painel da parede FI2.

I_{RA} e I_{RP} do painel da parede FI2.

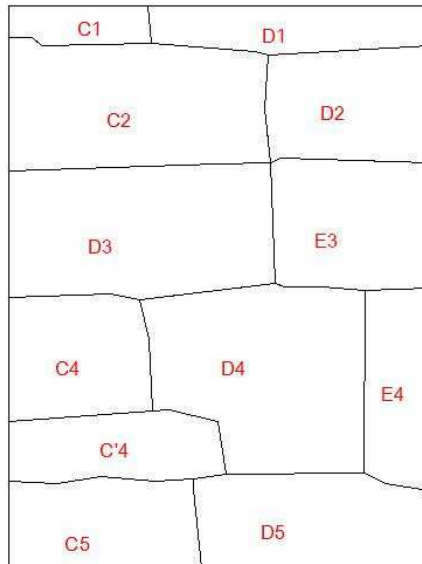
Pedra	I_{RA}							I_{RP}						
	2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6	7	8
A	0.63	0.82	0.65	0.76	0.77	0.86	0.87	1.03	0.98	1.02	1.01	1.01	0.98	0.99
B		0.59	0.54	0.66	0.83	0.78	0.87		1.01	0.98	1.02	1.01	1.00	0.99
C		0.74	0.70	0.60	0.87	0.67	0.94		0.99	0.99	1.03	0.99	0.99	0.97
D		0.71	0.76	0.70	0.87	0.52	0.73		1.01	1.01	0.98	0.96	1.04	1.08
E		0.54	0.51	0.74	0.88	0.67	0.89		1.03	1.10	0.98	0.98	0.98	0.99
F		0.68	0.57	0.52	0.59	0.61	0.97		0.99	1.01	1.02	1.07	1.03	1.00
G		0.62	0.79	0.85	0.69	0.63			1.00	0.99	0.97	1.04	1.04	
H	0.65	0.79		0.88		0.67		1.02	0.99		1.01		1.03	
I	0.78	0.70				0.78		1.05	0.97				0.97	
J		0.51				0.83			1.10				0.98	
K						0.74							1.02	

Valores globais do painel da parede FI2.

\bar{I}_{RP}	I_{RP} Máx.	I_{RP} Mín.	σ_{IRP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I_{RA} Máx.	I_{RA} Mín.	σ_{IRA}	S (%)
1.01	1.10	0.96	0.03	3.35	0.78	0.97	0.51	0.12	15.57



Apresentação gráfica de I_{RA} e I_{RP} do painel da parede FI2.



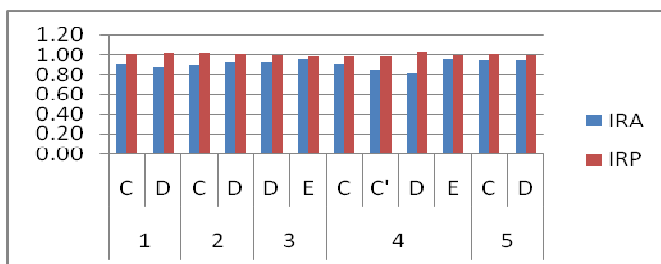
Painel da parede FI3.

I_{RA} e I_{RP} do painel da parede FI3.

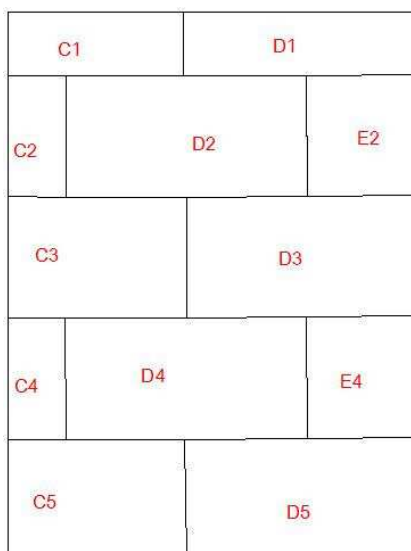
Pedra	I_{RA}					I_{RP}				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
C	0.89	0.87		0.90	0.93	1.00	1.02		1.00	1.00
C'				0.84					0.98	
D	0.89	0.93	0.89	0.81	0.90	1.01	0.99	1.00	1.02	1.00
E			0.91	0.88				1.01	1.00	

Valores globais do painel da parede FI3.

\bar{I}_{RP}	I_{RP} Máx.	I_{RP} Mín.	σ_{IRP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I_{RA} Máx.	I_{RA} Mín.	σ_{IRA}	S (%)
1.00	1.02	0.98	0.01	1.12	0.88	0.93	0.81	0.03	3.80



Apresentação gráfica de I_{RA} e I_{RP} do painel da parede FI3.



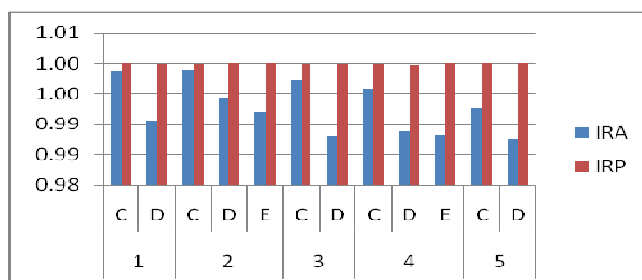
Painel da parede SE1.

I_{RA} e I_{RP} do painel da parede SE1.

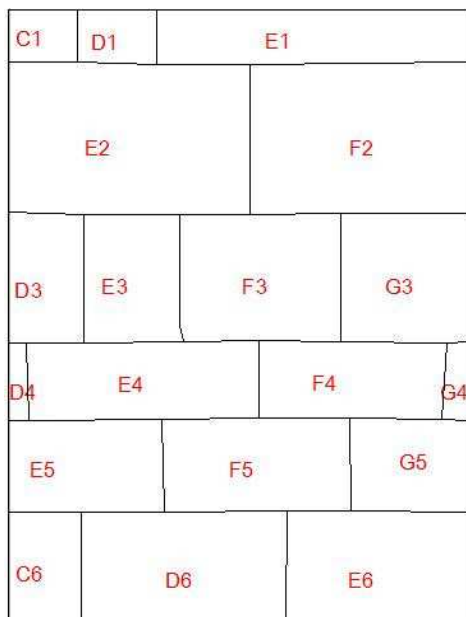
Pedra	I_{RA}					I_{RP}				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
C	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
D	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E		0.99		0.99			1.00		1.00	

Valores globais do painel da parede SE1.

\bar{I}_{RP}	I_{RP} Máx.	I_{RP} Mín.	σ_{IRP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I_{RA} Máx.	I_{RA} Mín.	σ_{IRA}	S (%)
1.00	1.00	1.00	0.00	0.01	0.99	1.00	0.99	0.00	0.40



Apresentação gráfica de I_{RA} e I_{RP} do painel da parede SE1.



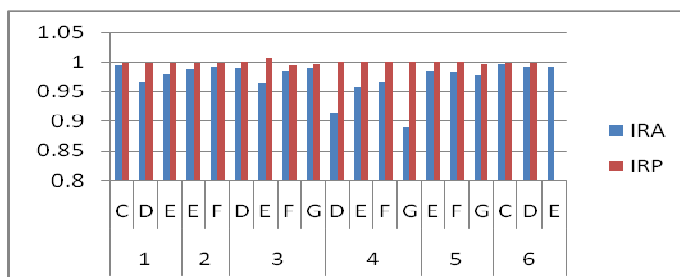
Painel da parede SE2.

I_{RA} e I_{RP} do painel da parede SE2.

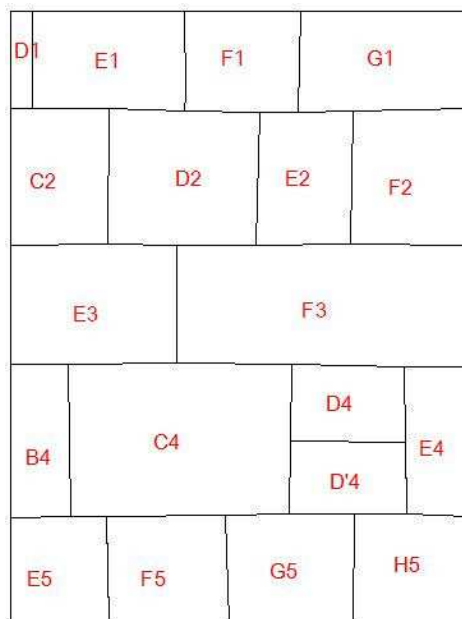
Pedra	I_{RA}						I_{RP}					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
C	0.98					0.99	0.99					1.00
D	0.92		0.96	0.82		0.99	1.02		1.00	1.00		1.00
E	0.99	0.98	0.93	0.92	0.98	0.98	1.00	1.00	1.01	1.01	1.00	1.00
F		0.97	0.96	0.96	0.94			1.00	0.99	1.00	1.00	
G			0.98	0.94	0.88				1.00	0.99	1.03	

Valores globais do painel da parede SE2.

\bar{I}_{RP}	I_{RP} Máx.	I_{RP} Mín.	σ_{IRP}	S (%)	\bar{I}_{RA}	I_{RA} Máx.	I_{RA} Mín.	σ_{IRA}	S (%)
1.00	1.03	0.99	0.01	0.76	0.96	0.99	0.82	0.04	4.56



Apresentação gráfica de I_{RA} e I_{RP} do painel da parede SE2.



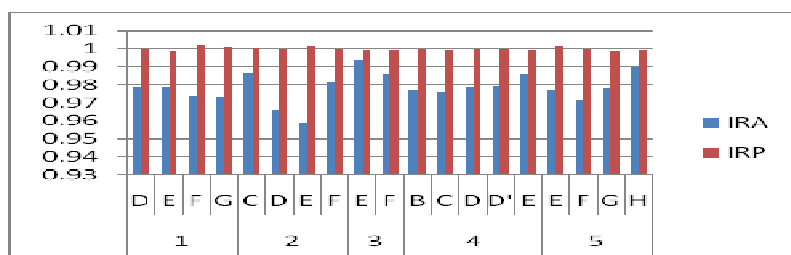
Painel da parede MF1.

I_{RA} e I_{RP} do painel da parede MF1.

Pedra	I_{RA}					I_{RP}				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
B				0.97					1.00	
C		0.98		0.97			1.00		1.00	
D	1.00	0.97		0.98		1.00	1.01		0.99	
D'				0.98					0.99	
E	0.98	0.96	0.99	0.96	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99
F	0.97	0.98	0.98		0.97	1.00	1.00	1.00		1.01
G	0.97				0.98	1.00				1.00
H					0.98					1.00

Valores globais do painel da parede MF1.

\bar{I}_{RP}	I_{RP} Máx.	I_{RP} Mín.	σ IRP	S (%)	\bar{I}_{RA}	I_{RA} Máx.	I_{RA} Mín.	σ IRA	S (%)
1.00	1.01	0.99	0.00	0.35	0.97	1.00	0.94	0.01	1.27



Apresentação gráfica de I_{RA} e I_{RP} do painel da parede MF1.