UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

Departamento de Engenharias

Medidas Preventivas na Execução de Trabalhos de Demolição e Reabilitação de Edifícios Antigos – Técnicas e Equipamentos de Demolição

Givalder Martins Gomes

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO
PARA A OBTENÇÃO DE GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL

Julho de 2010

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

Departamento de Engenharias

Medidas Preventivas na Execução de Trabalhos de Demolição e Reabilitação de Edifícios Antigos – Técnicas e Equipamentos de Demolição

Givalder Martins Gomes

Orientador Científico: Cristina Madureira dos Reis

Co-orientador: Maria Eunice da Costa Salavessa

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO PARA A OBTENÇÃO DE
GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL

Julho de 2010

AGRADECIMENTOS

À Professora Cristina Reis, pela orientação, profissionalismo e apoio, que apesar do período difícil da sua vida, fez com que o trabalho desenvolvido desse resultado.

À Professora Eunice Salavessa, pelo cooperação, disponibilidade, interesse e exigência ao longo desta dissertação, tornando-a possível.

Ao Dr. Henrique Tavares, proprietário da Casa do Muro, pela autorização de visitas e levantamento fotográfico á obra, possibilitando o acompanhamento dos trabalhos e elaboração do caso prático.

Ao Eng. Carlos Oliveira da empresa Buildgest, responsáveis pela empreitada, pela disponibilização de informações e documentos do projecto de intervenção de reabilitação na elaboração do caso prático.

À minha namorada, Eurizanda Ribeiro, pelo carinho, paciência, incentivo e apoio, demonstrado todos os dias.

Aos meus colegas e amigos pelo companheirismo e apoio na realização deste trabalho e durante todo o percurso académico.

RESUMO

Apesar de já existir alguma bibliografia, documentos e informação sobre as técnicas e equipamentos de desmonte e demolição de edifícios bem como descrição de algumas medidas preventivas na execução das tarefas inerentes, esta dissertação permitiu efectuar uma compilação dessas informações com o intuito de actualizar e aprofundar os conhecimentos nesta área tão pouco conhecida a nível técnico e detalhado.

A presente dissertação consiste não só na apresentação das diferentes técnicas e equipamentos de demolição existentes mas também de como todo o processo da actividade se deve proceder, obedecendo a normas e legislações em vigor, com especial destaque na avaliação e implementação de medidas preventivas de segurança na realização de trabalhos de demolição e reabilitação de edifícios antigos, a fim de serem realizados com eficiência e rapidez, promovendo a segurança e saúde no trabalho e a preservação do património arquitectónico. A avaliação e caracterização dos riscos associados à natureza crítica e especial dos trabalhos é um aspecto importante e imprescindível para a criação e implementação das medidas de intervenção na redução ou mesmo a eliminação dos riscos e acidentes.

A preocupação da gestão e aproveitamento dos resíduos de demolição é também um dos temas e aspectos importantes abordados, com a finalidade, cada vez mais arreigada na sociedade actual, de minimização dos impactos negativos ao meio ambiente e à promoção de uma indústria sustentável.

O caso prático efectuado nesta tese, dá uma pequena percepção da harmonia entre as tarefas de demolição e a intervenções de restauro e reabilitação em edifícios antigos, bem como aplicação de medidas práticas de prevenção e segurança na execução dos trabalhos.

Palavras-chave: Técnicas e equipamentos de demolição, demolição e reabilitação, medidas preventivas, riscos especiais, resíduos de construção e demolição.

ABSTRACT

Although there is already some literature, documents and information on techniques and equipment dismantling and demolition of buildings as well as description of some preventive measures in performing the tasks, this work was a way to make a compilation of this information in order to update and deepen the knowledge in this area so little known in technical and detailed.

This work consists not only in the presentation of different techniques and equipment for demolition of existing but also how the whole process of the activity should proceed, obeying rules and laws in force, with particular emphasis on assessment and implementation of preventive safety measures in achieving of demolition and rehabilitation of old buildings in order to be carried out efficiently and quickly, promoting safety and health at work and the preservation of architectural heritage. The evaluation and characterization of risks associated with special and critical nature of the work is an important and indispensable for the creation and implementation of intervention measures in reducing or even eliminating the risk of accidents.

The concern of the management and use of demolition waste is also one of the themes and important aspects, with purpose, increasingly based on today's society, to minimize the negative impacts to the environment and promoting sustainable industry.

The case study conducted in this thesis, gives a small sense of harmony among the tasks of demolition and restoration and rehabilitation interventions in old buildings, as well as implementation of practical measures of prevention and safety in the work involved.

Keywords: Techniques and demolition equipment, demolition and rehabilitation, preventive measures, special risks, construction and demolition waste.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO 1

1.1. Introdução conjuntural do tema 1
1.2. Objectivos 3
1.3. Metodologia 4

2. ENQUADRAMENTO / DESENVOLVIMENTO DO TEMA (DEMOLIÇÃO) 5

2.1. Introdução histórica da demolição 5
2.2. Estado actual da demolição 6
2.3. Considerações gerais 10
2.4. Motivos das demolições 12
2.5. Ciclo / fases de uma demolição 14
2.6. Caracterização construtiva, avaliação estrutural e estado de degradação do edifício 16
2.7. Referências bibliográficas do capítulo 2 19

3. TÉCNICAS E EQUIPAMENTOS DE DEMOLIÇÃO 21

3.1. Demolição manual ou semi-mecânica 23
3.1.1. Equipamentos utilizados na demolição manual 24
3.1.1.1. Ferramentas manuais (tradicionais) 24
3.1.1.2. Máquinas manuais (ou pequenas máquinas portáteis) 24
3.1.1.2.1. Martelo giratório perfurador (ligeiro) 24
3.1.1.2.2. Martelo picareta electrónica (Martelo ligeiro) 25
3.1.1.2.3. Quebrador de cunhas, “Darda” 26
3.1.1.2.4. Quebrador de pistões ou macacos hidráulicos 27
3.1.1.2.5. Martelo perfurador (pesado) 28
3.1.1.2.6. Martelos demolidores 29
3.1.1.2.7. Tesouras hidráulicas manuais 33
3.1.1.2.8. Pinça de esmagamentos 34
3.2. Demolição mecânica 35
3.2.1. Demolição por tracção 36
3.2.2. Demolição por compressão 38
3.2.3. Por impacto – Bola de Ariete 39
3.2.4. Demolição com máquinas hidráulicas 42
3.2.4.1. Demolição com máquinas ligeiras ou pequenas máquinas hidráulicas 43
3.2.4.1.1. Robots de demolição 43

3.2.4.1.2. Mini-escavadoras com rodas ou sobre lagartas 44
3.2.4.2. Demolição com máquinas hidráulicas pesadas 46
3.3. Demolição utilizando processos abrasivos 52
3.3.1. Corte por disco portátil 54
3.3.2. Corte por disco sobre rodas 55
3.3.3. Corte por discos sobre calhas (serra de parede) 56
3.3.4. Corte com fio diamantado 59
3.3.5. Serra portátil com correntes diamantadas (motosserra) 61
3.3.6. Caroteadoras 62
3.3.7. Corte com jacto de água (hidrodemolição) 64
3.3.8. Jacto de água e areia 67
3.4. Demolição utilizando processos térmicos 67
3.4.1. Lança térmica 68
3.4.2. Maçarico 70
3.4.3. Corte a laser 72
3.5. Demolição utilizando processos eléctricos 73
3.6. Demolição utilizando processos químicos 75
3.7. Demolição com uso controlado de explosivos 75
3.7.1. Explosões 76
3.7.1.1. Explosivos utilizados 77
3.7.1.2. Âmbito de aplicação do método 78
3.7.1.3. Plano tipo de execução e medidas de segurança na demolição por uso controlado de explosivos 80
3.7.1.4. Mecanismos de colapso de estruturas por explosões 86
3.7.1.4.1. Mecanismo tipo Telescópio 87
3.7.1.4.2. Mecanismo tipo Derrube 87
3.7.1.4.3. Mecanismo tipo Implosão 88
3.7.1.4.4. Mecanismo tipo Colapso sequencial 91
3.7.2. Micro-explosões 91
3.7.3. Processo de expansão 92
3.7.3.1. Expansão de gás 92
3.7.3.2. Expansão química 93
3.8. Referências bibliográficas do capítulo 3 98
4. RISCOS E CAUSAS MAIS FREQUENTES EM TRABALHOS DE DEMOLIÇÃO / MEDIDAS PREVENTIVAS 101
4.1. Perigos/Riscos mais frequentes 101

4.2. Causas Principais 103
4.3. Medidas de prevenção da actividade de demolição 104
4.3.1. Providências preliminares dos trabalhos de demolições 106
4.3.2. Medidas preventivas na execução de trabalhos de demolição propriamente dita 115
4.3.2.1. Sequência de demolição 115
4.3.2.1.1. Demolição de edifícios de alvenaria tradicional 118
4.3.2.1.2. Demolição de edifícios de betão armado ou pré-esforçado 120
4.3.2.2. Medidas de segurança na execução das tarefas de demolição por parte dos operários 122
4.3.2.2.1. Equipamentos de protecção individual (EPI) 122
4.3.2.2.2. Casos críticos e execução adequada das tarefas 125
4.4. Referências bibliográficas do capítulo 4 137

5. GESTÃO E APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DE DEMOLIÇÃO 139

5.1. Introdução 139
5.2. Actual gestão dos resíduos de demolição 140
5.3. Caracterização e classificação dos RD 142
5.3.1. Caracterização dos RD 142
5.3.2. Classificação dos RD 143
5.4. Utilizações possíveis dos RD após tratamento e reciclagem 147
5.5. Etapas de Gestão dos RD 149
5.6. Processamento dos RD e funcionamento da central de reciclagem 151
5.6.1. Separação na Origem 151
5.6.2. Recepção dos RCD e armazenamento inicial 152
5.6.3. Pré-triagem e Separação Inicial 152
5.6.4. Triagem e Selecção dos Fluxos Contaminados 153
5.7. Conclusões do capítulo 5 157
5.8. Referências bibliográficas do capítulo 5 158

6. CASO DE ESTUDO – REABILITAÇÃO E TRABALHOS DE DEMOLIÇÃO DA CASA DO MURO, OURILHE, CELORICO DE BASTO 159

6.1. Filosofia de intervenção sobre edifícios antigos 159
6.2. Condicionamentos e critérios 160
6.2.1. Autenticidade, compatibilidade e reversibilidade 160
6.2.2. Reabilitação ligeira, média, profunda, restauro e reconstrução 162
6.2.3. Demolição “versus” reabilitação, conservação e restauro de edifícios antigos 164

6.3. Enquadramento do edifício/caso de estudo, no tempo e no espaço 166
6.3.1. Introdução 166
6.3.2. Caracterização do Concelho de Celorico de Bastos 168
6.3.2.1. Território de Basto 168
6.3.2.2. História 170
6.3.2.3. Património Construído 170
6.3.2.4. Acessibilidades 172
6.4. Caracterização do terreno e do Edifício 173
6.5. Diagnóstico das anomalias construtivas da envolvente do edifício 179
6.5.1. Coberturas 179
6.5.2. Fachadas 182
6.5.3. Paredes interiores, pavimentos e tectos 184
6.6. Trabalhos de desmonte e de demolição 187
6.7. Conclusões do capítulo 6 194
6.8. Referências bibliográficas do capítulo 6 195

7. CONCLUSÃO 196

7.1. Conclusões e recomendações finais 196
7.2. Desenvolvimentos futuros da investigação neste domínio 199

ANEXOS 200

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Ciclo sustentável da indústria da construção civil da actualidade 6
Figura 3.1 – Pá, picareta, martelo e escopro, pé de cabra, marreta, carrinho de mão 24
Figura 3.2 – Perfuração em alvenaria de tijolo 24
Figura 3.3 – Perfurações em betão e Extracção de carotes 25
Figura 3.4 – Remoção de revestimento, à esquerda e demolição de alvenaria de tijolo, à direita 25
Figura 3.5 – Demolição de pavimentos 25
Figura 3.6 – Execução do quebrador de rocha e betão com o "Darda" 26
Figura 3.7 – Fases da execução do "Darda" 27
Figura 3.8 – Exemplo: executam-se carotes de 200mm onde são inseridos os macacos hidráulicos originando a rotura de betão e aço pela força, cada macaco com força de 250 TN, são utilizados ate 4 unidades perfazendo com 1000 TN 28
Figura 3.9 – Martelo perfurador pesado 28
Figura 3.10 – Ponteiros mais utilizados em martelos demolidores 30
Figura 3.11 – Trabalhos com o martelo demolidor pneumático 30
Figura 3.12 – Demolição com o martelo demolidor hidráulico 31
Figura 3.13 – Trabalhos de demolição com o martelo demolidor eléctrico 32
Figura 3.14 – Nova geração de martelos demolidores a gasolina 33
Figura 3.15 – Demolição de paredes interiores com tesura hidráulica 33
Figura 3.16 – Pinça de esmagamento e dois exemplos da utilização (no meio: demolição de uma parede interior de 25 cm de espessura; à direita: demolição de uma escada) 35
Figura 3.17 – Demolição por tracção de cabos por máquinas pesadas 37
Figura 3.18 – Guincho manual de tracção de cabos de aço 37
Figura 3.19 – Demolição por tracção de cabos com guincho manual 37
Figura 3.20 – Trabalhos de demolição por compressão com retroescavadora 38
Figura 3.21 – Demolição com Bulldozer 39
Figura 3.22 – Grande Bola de Aríete e conjunto com grua de demolição 41
Figura 3.23 – Demolição por impacto da bola em edifícios 41
Figura 3.24 – Robô de demolição com martelo demolidor (à esquerda) e com tesoura de corte (à direita) 44
Figura 3.25 – Trabalhos de demolição com mini-escavadoras com rodas de pequenas dimensões com uso de martelo demolidor, pinça, pilão, pá 45
Figura 3.26 – Mini-escavadoras com rodas longo braço 45
Figura 3.27 – Trabalhos de demolição com mini-escavadoras com lagartas com longo braço 45
Figura 3.28 – Trabalhos de demolição com grupo hidráulico de uma escavadora sobre lagartas 48
Figura 3.29 – Conjunto hidráulico assente em base sobre rodas 48
Figura 3.30 – Martelo pneumático 50
Figura 3.31 – Pulverizadores 50
Figura 3.32 – Tesoura de demolição com duas maxilas móveis de betão armado (à esquerda) e corte de perfis metálicos (à direita) 51
Figura 3.33 – Pinças para demolir e remover/transportar resíduos e peças de grandes dimensões e pesos 52
Figura 3.34 – Pequenos trabalhos de demolição com serras de disco portátil 55
Figura 3.35 – Serra de pavimento (à esquerda), corte de pavimento de asfalto (à direita) 55
Figura 3.36 – Utilização de serra de pavimento no corte de peças de betão, e betão armado, pavimentos, tabuleiro de viaduto e lajes 56
Figura 3.37 – Serra de parede 57
Figura 3.38 – Várias posições, ângulose sentidos (horizontais e verticais) de utilização das serras de parede 58
Figura 3.39 – Corte de piso com serra de mergulho, sem limitação de diâmetro de corte 58
Figura 3.40 – Algumas aberturas (janelas e portas) e fragmentos de betão de grandes dimensões feitos por serras de parede 58
Figura 3.41 – Grupos de Corte com fio diamantado utilizados no corte de peças em betão armado ou rocha 60
Figura 3.42 – Aplicações de corte de peças de betão armado, com ajuda de gruas 60
Figura 3.43 – Trabalhos de corte de peças de alvenaria de tijolo e betão armado com motosserra 62
Figura 3.44 – Extracção de carotes em trabalhos preparatórios de demolição passagem de infra-estruturas 64

Figura 3.45 – Trabalho de demolição com máquina pesada de hidrodemolição é superfície horizontal (em cima) e com máquina ligeira em superfície vertical (em baixo) 66
Figura 3.46 – Trabalho com sistema de hidrodemolição manual e jacto de água manual 66
Figura 3.47 – Utilização da lança térmica na demolição 70
Figura 3.48 – Componentes e funcionamento do maçarico 71
Figura 3.49 – Algumas ferramentas e acessórios do maçarico 71
Figura 3.50 – Esquema de funcionamento do corte com maçarico a palsma e equipamento de corte 72
Figura 3.51 – Remoção de camadas superficiais em peças de betão com recurso a microondas 74
Figura 3.52 – Analise e acompanhamento pelo técnico responsável e a colocação dos explosivos no interior das peças 82
Figura 3.53 – Simulação em computador do mecanismo e fazes de colapso da estrutura 83
Figura 3.54 – Grande volume de escombros provocado pela queda de edifícios e trabalhos de desfragmentação e remoção do local 86
Figura 3.55 – Sequência de demolição com mecanismo tipo telescópio 87
Figura 3.56 – Demolição de edifícios provocando o seu colapso com explosivos usando o mecanismo tipo derrube, sendo o primeiro semelhante ao mecanismo sequencial, na China 88
Figura 3.57 – Demolição das tuas torres de Troia, com 16 pisos cada, com o mecanismo de implosão 89
Figura 3.58 – Implosão Hotel Atlantis em 2000 89
Figura 3.59 – Demolição por implosão de um edifício de 24 pisos em Abu Dhabi, Emirados Árabes Unidos, Novembro de 2006 90
Figura 3.60 – Alguns exemplos de colapsos progressivos em edifícios 91
Figura 3.61 – Fases da execução da demolição da peça por expansão química 95
Figura 3.62 – Protecção da peça do frio e da chuva e rotura do rochedo 96
Figura 3.63 – Diferenças de números de furos e profundidades na aplicação em betão simples e armado 96
Figura 4.1 – Vedação do edifício com redes de protecção para evitar a projecção de detritos e queda de materiais 111
Figura 4.2 – Rede inclinada e horizontal de protecção contra queda em altura de trabalhadores 112
Figura 4.3 – Utilização de guarda-corpos de protecção de queda em altura 112
Figura 4.4 – Fixação dos guarda-corpos nos elementos da estrutura e colocação em aberturas no pavimento 112
Figura 4.5 – Vedação do local com prumos colocados nos passeios ou em zonas públicas próximas 112
Figura 4.6 – Vedação e exemplo de corredor de passagem de peões 113
Figura 4.7 – Bainha e barreiras de sinalização e protecção 113
Figura 4.8 – Escoramentos de um edifício a demolir (parcialmente) devido a deficiências de construção 113
Figura 4.9 – Travamento de fachada e no interior do edifício 114
Figura 4.10 – Reforço dos pilares e escoramento da cobertura 114
Figura 4.11 – Ligação da estrutura metálica de reforço com a alvenaria (a) – ligação directa parcial; b) – ligação directa total; c) – ligação indirecta) 114
Figura 4.12 – Sequencia de desmonte e demolição manual de edifícios, de cima para baixo 118
Figura 4.13 – Ordem de desmantelamento incorrecto ponto em risco os operários e decida incorrecta de elementos demolidos 129
Figura 4.14 – Trabalho incorrecto dos trabalhadores, operando em níveis diferentes e acumulação de peças materiais sobre as lajes 129
Figura 4.15 – Posição errada do trabalhador que se encontra sobre o elemento a demolir 129
Figura 4.16 – Utilização de arnês de segurança com linha de vida 130
Figura 4.17 – Escoramento de vãos antes da demolição dos elementos estruturais do piso superior e Ordem de desmontagem de arcos e abóbadas para evitar o seu colapso repentino 130
Figura 4.18 – Distâncias dos equipamentos das linhas eléctricas aéreas e protecção da cabine 130
Figura 4.19 – Utilização de escadas de acesso exteriores com os devidos corrimãos 130
Figura 4.20 – Micrografia electrónica de varrimento mostrando fibras de amianto Crisótilo e Amosite. 131
Figura 4.21 – Descontaminação com aspirador de tipo H, no chuveiro com fato-macacos impermeáveis e banho de chuveiro antes da remoção do equipamento de protecção respiratória 134
Figura 4.22 – Equipamentos de protecção na remoção de matérias com presença de amianto 134
Figura 4.23 – Remoção das peças removidas na cobertura do edifício devidamente fixa ao andaime 136
Figura 4.24 – Desfragmentação dos escombros de maiores dimensões para possibilitar a remoção 136
Figura 4.25 – Transporte inadequado dos resíduos sem protecção de projecção, à esquerda, em que deve ser feito por camiões de carroçaria fechada / vedada ou por recipientes próprios de resíduos, à direita .. 136
Figura 5.1 – Fluxograma representativo do funcionamento interno da central de reciclagem 156
Figura 5.2 – Alguns exemplos de impactos negativos provocados pelos resíduos de demolição 156

Figura 6.1 – Enquadramento geográfico de Ourilhe, Celorico de Bastos....169
Figura 6.2 – Localização da Casa do Muro, Ourilhe....169
Figura 6.3 – Castelo de Arnóia e Quinta do Prado....171
Figura 6.4 – Igreja de Veade e ponte de arame de Lourido....171
Figura 6.5 – Mosteiro de Arnóia e a Igreja....172
Figura 6.6 – Um conjunto notável de Casas Solarengas....172
Figura 6.7 – Terreno de Implantação e vista geral do edifício....173
Figura 6.8 – Terreno de Implantação – Escala 1/500....174
Figura 6.9 – Planta de arquitectura e épocas de construção do edifício – Escala 1/200....175
Figura 6.10 – Alçado lateral – Escala 1/200....176
Figura 6.11 – Corte A – Escala 1/200....176
Figura 6.12 – Corte B – Escala 1/200....177
Figura 6.13 – Corte C – Escala 1/200....177
Figura 6.14 – Corte D – Escala 1/200....177
Figura 6.15 – Corte E – Escala 1/200....177
Figura 6.16 – Espigueiro; Escada de acesso à entrada principal....178
Figura 6.17 – Portal de entrada do edifício....178
Figura 6.18 – Danificação e falta de telhas na cobertura....179
Figura 6.19 – Fenómeno de abaulamento excessivo da cobertura....180
Figura 6.20 – Deformação da cumeeira e das vertentes e rotação da cobertura....180
Figura 6.21 – Compartimento 12, rés-do-chão do compartimento 11, deformação e podridão da estrutura de madeira....181
Figura 6.22 – Deterioração da madeira na zona cozinha e zona do forno - compartimento 13....181
Figura 6.23 – Degradação das propriedades mecânicas, fluência, podridão e roturas das ligações, que ocorrem no alpendre da varanda quinhentista - cobertura entre compartimentos 15 e 13....181
Figura 6.24 – Perda de resistência da madeira, deformações, perda de secção dos elementos de madeira, rotura de ligações, eliminação de elementos estruturais - compartimento 11....182
Figura 6.25 – a) Fissuras horizontais e verticais na fachada – Norte do compartimento 2; b) Humidades e vegetação parasitária – fachada, este do compartimento 5; c) Humidades e vegetação parasitária – fachada NW do compartimento 9....183
Figura 6.26 – Podridão da madeira, argamassa de vidraceiro e falta de vidros da fachadas NE do compartimento 3 e SW do compartimento 4....183
Figura 6.27 – Podridão da madeira e corrosão de fechos e outros elementos metálicos....184
Figura 6.28 – Manchas de humidade, bolor e destruição de rebocos nas salas dos compartimentos 1 e 6....185
Figura 6.29 – Rotação da parede interior do compartimento 12 e fendilhação em toda a parede e junto á janela do compartimento 7....185
Figura 6.30 – Podridão, flexão do pavimento devido á perda de resistência dos pisos inferiores dos compartimentos 4 e 12....186
Figura 6.31 – Podridão e perda de ripas de madeira no tecto do compartimento 1 (Sala principal)....186
Figura 6.32 – Sistema de informação na entrada principal do edifício....189
Figura 6.33 – Armazenamento de blocos de pedra, em zona adequada sem impedir a deslocação de pessoas e máquinas para dentro do estaleiro, para posterior remoção e reutilização em paredes de alvenaria ou muros de suporte....189
Figura 6.34 – Remoção dos equipamentos e materiais provenientes de trabalhos de demolição, desimpedindo de caminhos de deslocação de pessoas e máquinas para execução das tarefas....189
Figura 6.35 – Implementação de sistemas de protecção colectiva em torno do topo da estrutura (guarda-corpos na cobertura); caleira de recolha de resíduos provenientes da cobertura e sistema de vedação, protecção da escada de acesso à habitação e posterior colocação de andaimes para realização de trabalhos nas fachadas....190
Figura 6.36 – Isolamentos das partes da coberturas, com lonas impermeáveis, para impedir a infiltração de água que poderia provocar maior degradação dos elementos interiores da cobertura e no interior dos compartimentos, como soalhos, tectos falsos, paredes interiores....190
Figura 6.37 – Remoção das telhas e posterior remoção desmonte da estrutura da cobertura de madeira para tratamento e reutilização....190
Figura 6.38 – Demolição das paredes de tabiques e remoção do pavimento em soalho e da cobertura, ambos em elevado estado de degradação e instáveis....191
Figura 6.39 – Trabalhos de demolição com mini escavadora com lagartas, com martelo demolidor, no interior do edifício com as paredes-mestras devidamente escorados pelo interior....191

Figura 6.40 – Durante a execução de alguns trabalhos de demolição também foram feitos algumas intervenções de restauro aproveitando da enorme quantidade de pedra existente no local, provenientes de trabalhos prévios de demolição. 191
Figura 6.41 – Demolição da empena sob a cobertura, protecção contra as intempéries e posterior reforço, com a construção duma parede de alvenaria de blocos de betão 192
Figura 6.42 – Sistemas de reforço da estrutura com perfiz metálicos, escoramento das aberturas das janelas e portas, escoramento da parede-mestra pelo exterior 192
Figura 6.43 – Remoção da estrutura degradada da cobertura e colocação do novo revestimento da cobertura (com telha nova) sempre com a presença de guarda-corpos 192
Figura 6.44 – Reforço das bases do compartimento com implementação de elementos de betão armado. 192
Figura 6.45 – Tratamento da madeira, com remoção de peças metálicos e ferrosos, armazenamento, protecção e transporte dos mesmos para locais de tratamento especial para a sua reutilização 193

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Edifícios Licenciados, segundo o Tipo e Destino da obra, em Portugal, por NUTS III – 2008 7
Tabela 2.2 – Fogos licenciados, segundo o tipo e destino da obra, em Portugal, por NUTS III – 2008 8
Tabela 2.3 – Prazo previsional de execução das obras licenciadas, segundo o tipo de obra, em Portugal, por NUTS III – 2008 9
Tabela 3.1 – Sistema de classificação das técnicas de demolição 22
Tabela 3.2 – Processos e características da decomposição química dos explosivos 77
Tabela 4.1 – Classificação dos Principais Riscos Ocupacionais em Grupos, de Acordo com sua Natureza 102
Tabela 4.2 – Os nove princípios gerais de prevenção de acordo com a Directiva 89/391/CEE 106
Tabela 4.3 – Tipos e características dos pictogramas para sinalização de segurança 111
Tabela 4.4 – Equipamentos de protecção individual 124
Tabela 4.5 – Exemplos de materiais que contêm amianto, com indicação do teor de amianto 132
Tabela 5.1 – Principais origens e tipos de resíduos de RCD 143
Tabela 5.2 – Lista Europeia de Resíduos, resíduos de construção e demolição 144

SIGLAS

ACT	Autoridade para as condições de trabalho
ANFO	Ammonium Nitrate / Fuel Oil (mistura de fuel com nitrato de amónio)
CDR	Combustível Derivado dos Refugos
CICCOPN	Centro de formação profissional da indústria da construção civil e obras públicas do norte
CEE	Comunidade Económica Europeia
EPC	Equipamentos de Protecção Colectiva
EPI	Equipamentos de Protecção Individual
ESTIG-IPB	Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Beja
EUA	Estados Unidos da América
GPL	Gás de Petróleo Liquefeito
IEFP	Instituto do Emprego e Formação Profissional
INE	Segundo o Instituto Nacional de Estatística
IST	Instituto Superior Técnico
LER	Lista Europeia de Resíduos
NUTS III	Subdivisão das Regiões do Território Português
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
RD	Resíduos de Demolição

1. INTRODUÇÃO

1.1. Introdução conjuntural do tema

A demolição é uma actividade da indústria da construção civil que consiste na eliminação de parte ou de todo o conjunto de elementos de um edifício ou de infra-estruturas, muitas vezes também denominada de remoção, destruição, desmonte, desmantelamento, desmoronamento, de forma o mais controlada possível, retirando tudo aquilo que não se encontra nas devidas condições de efectuar as suas funções. É caracterizada por uma actividade que possui riscos especiais tanto para os trabalhadores como pela especificidade de cada edifício e natureza dos trabalhos a executar. É empregue, quando necessário, em todo o tipo de construção, sejam edifícios antigos e recentes de habitação, em edifícios públicos e industriais bem como em grandes infra-estruturas colectivas, situadas em centros de cidades ou zonas isoladas.

A necessidade de adquirir novos espaços nos centros urbanos, cada vez mais confinados e com reduzidos terrenos para construção de novas edificações ou infra-estruturas; a existência de elevado número de edifícios antigos, em estado de degradação extrema ou em fim de vida, na qual pretende efectuar novas construções ou efectuar intervenções de restauro e reabilitação; a necessidade de efectuar reparações, ampliações e alterações nos usos dos edifícios; e por último, na presença de edifícios fortemente abalados por acções ambientais (sismos, inundações provenientes de chuvas torrenciais, tornados, ventos fortes) ou acidentais (incêndios, explosões/bombardeamentos, vandalismo); são os principais motivos do aumento da intervenção de tarefas de demolição e a existência de diferentes métodos e equipamentos utilizados, com elevado progresso científico e tecnológico, perante inúmeras e diferentes situações.

Quando se fala em demolição associa-se, quase sempre, na remoção total ou parcial dum edifício sem grandes preocupações de intervenção relativos ao sistema de organização das tarefas e na escolha dos métodos e equipamentos a empregar. Essa mentalidade tem-se vindo a modificar ao longo dos tempos com grande preocupação com a segurança dos trabalhadores, estabilidade do edifício a demolir e das estruturas vizinhas bem como das interrupções, alterações e inconvenientes provocados ao meio

envolvente. Essas preocupações derivam, de certo modo, da imposição de legislação específica de segurança e saúde no trabalho por parte das autoridades competentes.

A "indústria da demolição" deixa de ser uma actividade descontrolada e irrelevante, de utilização de equipamentos rudimentares e métodos de demolição inadequados e efectuados de forma empírica, passando por uma actividade bastante controlada, obedecendo a uma sequência adequada dos trabalhos, escolha do método a empregar o mais compatível possível com a natureza dos trabalhos e utilização de equipamentos potentes, sofisticados e de redução do esforço humano na execução das respectivas tarefas.

Devido às restrições de espaço de trabalho, das legislações em vigor e das exigências dos trabalhos, é necessário elaborar e implementar planos de segurança e saúde, nomeadamente, plano de demolição, que deve conter a descriminação e sequência dos trabalhos a efectuar e as medidas preventivas de segurança a fim de assegurar a eficácia e rendimento dos trabalhos.

A demolição é uma tarefa que pode ser dividida em vários parâmetros de destruição de edifícios, passando pela demolição total de edifícios, quando se encontram em zonas isoladas com espaço livre nas imediações do mesmo, com processos muito destrutivos, utilizando máquinas e equipamentos pesados ou até mesmo o uso de explosivos; pela demolição total de edifícios situados em zonas críticas, ou seja, na proximidade de outras estruturas e espaços públicos, onde há um aumento das restrições em relação ao espaço de trabalho, em que se deve efectuar com utilização de equipamentos e métodos controlados; e pela demolição parcial de edifícios antigos para reabilitação ou edifícios recentes em que se pretende efectuar alterações ou reparações.

1.2. Objectivos

Esta dissertação tem como principal objectivo a apresentação das medidas preventivas de segurança e eficácia na execução dos trabalhos de demolição de diferentes tipos de edifícios, de tarefas a executar antes, durante e depois da demolição, mas com maior destaque em edifícios antigos para posterior intervenção de trabalhos de restauro e reabilitação. O seu desenvolvimento integra diversos estudos que tiveram como objectivos complementares:

- Aplicação das diferentes técnicas e equipamentos de demolição nas diferentes tarefas de demolição assegurando a integridade física dos trabalhadores e segurança dos edifícios e do meio envolvente;
- Identificação das diferentes causas de intervenção de trabalhos de demolição nos edifícios e esquematizando a diferentes fases e procedimentos na execução das tarefas em segurança;
- Identificação dos riscos e acidentes provocados pela natureza critica dos trabalhos e posterior apresentação das medidas de prevenção para a execução das tarefas inerentes, reduzindo ou eliminado os riscos e acidentes possíveis, em que as estruturas e os operários estão expostos.
- Apresentação das técnicas de demolição utilizadas, sendo umas mais do que outras conhecidas e utilizadas em Portugal, como por exemplo a demolição tradicional (a mais utilizada) e a demolição com uso de explosivos (a mais desconhecida e empregue), apresentando em cada uma delas as vantagens, desvantagens, procedimentos e medidas preventivas de execução; demonstração dos equipamentos de demolição utilizados em cada um dos métodos e com a apresentação das características técnicas, forma de execução e os respectivos cuidados especiais no seu manuseamento.
- Demonstração da preocupação da gestão e aproveitamento dos resíduos de construção e demolição (RCD) mas com maior atenção, como não podia deixar de ser, na recolha, armazenamento, transporte e aproveitamento dos resíduos provenientes dos trabalhos de demolição.
- Por fim, a aplicação das medidas preventivas e alguns métodos de demolição, num caso prático, na execução de trabalhos de desmonte e

demolições parciais de um edifício antigo sob projecto de restauração e reabilitação.

1.3. Metodologia

Este trabalho teve como base a revisão da bibliografia existente, acerca do tema abordado, em que foi feito: uma compilação e apresentação das informações relativas a todo um conjunto de trabalhos de demolição; a avaliação das fases e execução das tarefas de demolição; da caracterização do estado de conservação dos edifícios; a identificação das providências preliminares e implementação das medidas preventivas na execução dos trabalhos, para uma adequada aplicação dos métodos e equipamentos de demolição salvaguardando a segurança e saúde no trabalho e a estabilidade e solidez das estruturas a manter.

Desenvolveu-se uma análise e caracterização exaustiva das diferentes técnicas e equipamentos utilizados na demolição de edifícios com especial cuidado na apresentação das características e dos procedimentos de execução dos mesmos e, também, a identificação dos riscos de acidentes e possíveis causas e com apresentação de medidas de prevenção para prevenir possíveis acidentes provenientes dos trabalhos de demolição. Fez-se, ainda, a investigação sobre a gestão e aproveitamento dos resíduos de demolição, caracterizados por um processo de recolha, triagem, reciclagem e reaproveitamento.

Com o contributo do trabalho realizado na unidade curricular de “Manutenção e Reabilitação de Edifícios”, do 2ºAno de Mestrado em Engenharia Civil, foi realizado o caso prático desta tese, com aplicação de alguns métodos e medidas preventivas na execução de trabalhos de demolição em edifícios antigos para posterior intervenção de restauro e reabilitação. Neste estudo foi realizado o diagnóstico de anomalias para a adequada intervenção de restauro e reabilitação no edifício antigo (Casa do Muro, situada em Orilhe freguesia do concelho de Celorico de Basto) e com o fornecimento do projecto de reabilitação, por parte da empresa responsável, foi efectuado o trabalho de campo de acompanhamento dos trabalhos de demolição com levantamento fotográfico da evolução dos trabalhos.

2. ENQUADRAMENTO / DESENVOLVIMENTO DO TEMA (DEMOLIÇÃO)

2.1. Introdução histórica da demolição

Ao longo dos séculos e no que respeita à indústria da construção, foi-se verificando uma mudança significativa na utilização dos materiais e dos métodos construtivos empregues, face a um conjunto de exigências e objectivos que se pretendia atingir, das contingências económicas das épocas e também das disponibilidades tecnológicas existentes. Em meados do século XI, ainda não existiam processos de demolição específicos, visto que as necessidades e exigências eram irrelevantes ou mesmo nulas em que se recorria aos métodos de demolição simples ou tradicionais com processos e equipamentos muito rudimentares.

A história de demolição é remota, contemporâneo das épocas de guerra em que havia a necessidade, por parte dos governos, de limpar e reconstruir as cidades devastadas por enormes ataques dos inimigos, passando assim pela demolição parcial ou total dos edifícios destruídos e despedaçados, para dar origem a novas construções ou a intervenções de reconstituição e reabilitação dos mesmos. Essa demolição era realizada com uma enorme insuficiência de recursos e métodos existentes.

"A necessidade de se encontrarem novos métodos de demolição, mais rápidos e eficientes, começou a delinear-se entretanto, como complemento indispensável á indústria da construção. Esses métodos tiveram na sua origem três necessidades que podemos considerar básicas:

- «A substituição parcial de peças componentes das estruturas dos edifícios, tais como lajes, vigas e pilares, para um novo arranjo dos volumes;
- O desmantelamento puro e simples de um conjunto determinado de peças estruturais, para a criação de espaços livres, de maiores dimensões, ou diferente disposição;
- A necessidade da demolição completa dos edifícios, com a finalidade de criar um maior desafogo no tecido urbano, ou ainda para permitir a realização de novas obras com características mais actualizadas, ou com outra função específica de carácter mais permanente [1].»

A arte de demolir, conforme se vai avançando no tempo, vai adquirindo um peso cada vez maior, por força de várias circunstâncias, dando origem a um tipo específico de serviços altamente especializados, que hoje em dia e como foi já referido, dá-se pelo nome de "Indústria da demolição" com uma enorme diversidade de métodos e mecanismo existentes aumentando a eficiência e a rapidez e reduzindo os custos, riscos, acidentes graves provocados em trabalhos bem como no meio envolvente.

2.2. Estado actual da demolição

Os equipamentos e os processos de demolição actuais têm muito pouco a ver com os utilizados no passado, onde o trabalho se resumia a destruir o edifício. A simples destruição do "tecido" do edifício e a remoção dos detritos misturados para um local de deposição evoluiu para um processo de alta tecnologia de construção regressiva. Ferramentas de demolição avançada garantem um controlo preciso deste processo e facilitam a separação dos materiais para a reciclagem e reaproveitamento para utilização em novas construções, proporcionando, na medida do possível, uma actividade sustentável.

Figura 2.1 – Ciclo sustentável da indústria da construção civil da actualidade (Fonte: http://www.atlascopco.pt)

Em Portugal tem-se verificado um aumento significativo de licenças de demolição, por parte das câmaras, devido á necessidade de efectuar trabalhos de reabilitação, reparação e demolição total de edifícios. Grande parte do parque habitacional Português, fruto da sua idade avançada, encontra-se bastante degradada e com uma enorme fragilidade estrutural cujo período de vida útil está a chegar ao fim. Tal facto constitui um prenúncio de crescimento acentuado da indústria da demolição, na qual deverá necessariamente ser conhecedora de todos os mecanismos necessários para fazer frente aos desafios futuros [2].

Segundo o Instituto Nacional de Estatística (INE), Estatísticas da Construção e Habitação, em 2008 foram licenciados 38 551 projectos de obras de edificação ou demolição, dos quais 72,3% corresponderam à construção de novos edifícios. O número de novos edifícios licenciados em 2008 registou uma diminuição de 18,4% em relação a 2007, isto é, vêem-se verificando um aumento de licenças para trabalhos de reabilitação e reparação fazendo parte a execução de demolições.

Tabela 2.1 – Edifícios Licenciados, segundo o Tipo e Destino da obra, em Portugal, por NUTS III – 2008

								Edifícios
		Alterações e Ampliações		Construções novas		Reconstruções		Demolições
	Total	Habitação Familiar	Total	Habitação Familiar	Total	Habitação Familiar	Total	Habitação	Total
Portugal 2007	**45 592**	**34 810**	**7 854**	**5 629**	**34 146**	**28 252**	**1084**	**929**	**2 508**
2008	**38 551**	**28 198**	**7 339**	**5 128**	**27 873**	**22 241**	**977**	**829**	**2 362**
Continente	**36 170**	**26 371**	**6 841**	**4 761**	**26 090**	**20 807**	**938**	**803**	**2 301**
Norte	**12 736**	**9 604**	**1888**	**1321**	**9 515**	**7 800**	**553**	**483**	**780**
Minho-Lima	1345	1005	199	157	898	758	97	90	151
Cávado	1880	1535	139	100	1680	1413	26	22	35
Ave	1965	1509	309	183	1590	1305	24	21	42
Grande Porto	1878	1483	382	253	1408	1217	19	13	69
Tâmega	2 814	2 225	517	415	2 140	1755	60	55	97
Entre Douro e Vouga	278	192	82	52	193	140	0	0	3
Douro	1386	842	174	111	731	547	217	184	264
Alto Trás-os-Montes	1190	813	86	50	875	665	110	98	119
Centro	**11 496**	**7 923**	**2 181**	**1434**	**8 389**	**6 239**	**300**	**250**	**626**
Baixo Vouga	1518	1124	199	119	1263	1004	1	1	55
Baixo Mondego	1278	959	129	89	1079	853	21	17	49
Pinhal Litoral	967	670	181	54	780	616	0	0	6
Pinhal Interior Norte	967	573	245	175	518	331	77	67	127
Dão-Lafões	1809	1188	316	226	1338	913	56	49	99
Pinhal Interior Sul	326	188	53	36	222	140	16	12	35
Serra da Estrela	309	186	144	110	113	64	15	12	37
Beira Interior Norte	696	451	238	202	303	201	59	48	96
Beira Interior Sul	407	234	109	81	189	118	40	35	69
Cova da Beira	393	275	119	78	271	196	1	1	2
Oeste	1899	1447	183	110	1703	1336	3	1	10
Médio Tejo	927	628	265	154	610	467	11	7	41
Lisboa	**5 176**	**4 026**	**1209**	**920**	**3 535**	**3 104**	**2**	**2**	**430**
Grande Lisboa	3 488	2 543	1099	842	1973	1699	2	2	414
Península de Setúbal	1688	1483	110	78	1562	1405	0	0	16
Alentejo	**4 129**	**2 682**	**1016**	**662**	**2 788**	**1969**	**65**	**51**	**260**
Alentejo Litoral	652	486	188	141	421	337	9	8	34
Alto Alentejo	690	422	257	174	367	237	13	11	53
Alentejo Central	674	499	163	125	438	357	21	17	52
Baixo Alentejo	667	371	175	109	379	247	21	15	92
Lezíria do Tejo	1446	904	233	113	1183	791	1	0	29
Algarve	**2 633**	**2 136**	**547**	**424**	**1863**	**1695**	**18**	**17**	**205**
Algarve	2 633	2 136	547	424	1863	1695	18	17	205
Reg. Aut. Açores	**1570**	**1119**	**317**	**219**	**1156**	**875**	**38**	**25**	**59**
Reg. Aut. Açores	1570	1119	317	219	1156	875	38	25	59
Reg. Aut. Madeira	**811**	**708**	**181**	**148**	**627**	**559**	**1**	**1**	**2**
Reg. Aut. Madeira	811	708	181	148	627	559	1	1	2

(Fonte: INE)

Tabela 2.2 – Fogos licenciados, segundo o tipo e destino da obra, em Portugal, por NUTS III – 2008

									Fogos
	Fogos		Alteração e Ampliação		Construção Nova		Reconstrução		Demolição
	Total	Habitação Familiar	Total	Habitação Familiar	Total	Habitação Familiar	Total	Habitação Familiar	Total
Portugal 2007	**77 340**	**73 365**	**7 542**	**7 239**	**65 482**	**65 103**	**1051**	**1023**	**3 265**
2008	**57 820**	**53 849**	**7 906**	**7 579**	**45 915**	**45 366**	**922**	**904**	**3 077**
Continente	**54 148**	**50 236**	**7 652**	**7 336**	**42 556**	**42 028**	**890**	**872**	**3 050**
Norte	**16 698**	**15 866**	**1568**	**1544**	**13 932**	**13 804**	**527**	**518**	**671**
Minho-Lima	1425	1321	138	136	1091	1090	98	95	98
Cávado	2 338	2 301	97	92	2 194	2 185	25	24	22
Ave	2 207	2 159	201	199	1947	1939	21	21	38
Grande Porto	5 144	4 974	487	475	4 487	4 476	25	23	145
Tâmega	2 832	2 736	442	441	2 253	2 240	55	55	82
Entre Douro e Vouga	253	251	43	43	208	208	0	0	2
Douro	1268	1058	108	108	757	753	199	197	204
Alto Trás-os-Montes	1231	1066	52	50	995	913	104	103	80
Centro	**12 323**	**11 839**	**1479**	**1393**	**10 214**	**10 178**	**275**	**268**	**355**
Baixo Vouga	1473	1441	79	78	1367	1362	1	1	26
Baixo Mondego	1619	1574	100	96	1463	1457	23	21	33
Pinhal Litoral	1076	1068	51	46	1023	1022	0	0	2
Pinhal Interior Norte	871	770	170	166	538	537	71	67	92
Dão-Lafões	1740	1663	210	207	1396	1395	61	61	73
Pinhal Interior Sul	229	208	38	36	160	160	12	12	19
Serra da Estrela	248	239	132	128	99	99	13	12	4
Beira Interior Norte	559	497	206	202	248	245	50	50	55
Beira Interior Sul	373	355	68	68	253	252	35	35	17
Cova da Beira	486	481	77	76	407	404	1	1	1
Oeste	2 654	2 626	126	121	2 515	2 504	1	1	12
Médio Tejo	995	917	222	169	745	741	7	7	21
Lisboa	**14 538**	**12 547**	**3 445**	**3 294**	**9 349**	**9 251**	**2**	**2**	**1742**
Grande Lisboa	10 541	8 603	3 361	3 211	5 486	5 390	2	2	1692
Península de Setúbal	3 997	3 944	84	83	3 863	3 861	0	0	50
Alentejo	**4 095**	**3 897**	**782**	**745**	**3 125**	**3 096**	**58**	**56**	**130**
Alentejo Litoral	663	637	164	162	470	467	8	8	21
Alto Alentejo	629	565	228	206	355	345	14	14	32
Alentejo Central	670	628	138	128	482	482	20	18	30
Baixo Alentejo	618	578	107	105	461	457	16	16	34
Lezíria do Tejo	1515	1489	145	144	1357	1345	0	0	13
Algarve	**6 494**	**6 087**	**378**	**360**	**5 936**	**5 699**	**28**	**28**	**152**
Algarve	6 494	6 087	378	360	5 936	5 699	28	28	152
Reg. Aut. Açores	**1932**	**1883**	**192**	**183**	**1683**	**1669**	**31**	**31**	**26**
Reg. Aut. Açores	1932	1883	192	183	1683	1669	31	31	26
Reg. Aut. Madeira	**1740**	**1730**	**62**	**60**	**1676**	**1669**	**1**	**1**	**1**
Reg. Aut. Madeira	1740	1730	62	60	1676	1669	1	1	1

(Fonte: INE)

Tabela 2.3 – Prazo previsional de execução das obras licenciadas, segundo o tipo de obra, em Portugal, por NUTS III – 2008

Meses

	Prazo Previsional de Execução					
	Total	Construção nova	Ampliação	Alteração	Reconstrução	Demolição
	Duração média em meses					
Portugal	**19**	**21**	**13**	**11**	**18**	**16**
2008	**17**	**19**	**12**	**9**	**16**	**13**
Continente	**17**	**19**	**13**	**9**	**16**	**13**
Norte	**22**	**24**	**20**	**13**	**19**	**19**
Minho-Lima	29	29	24	29	30	31
Cávado	23	23	21	24	23	26
Ave	23	24	23	13	21	20
Grande Porto	21	24	12	9	15	13
Tâmega	26	27	22	16	20	21
Entre Douro e Vouga	24	27	19	7	//	5
Douro	15	16	11	8	16	15
Alto Trás-os-Montes	16	17	12	11	15	14
Centro	**16**	**18**	**12**	**10**	**13**	**12**
Baixo Vouga	22	24	14	9	24	15
Baixo Mondego	17	18	9	11	14	15
Pinhal Litoral	17	18	10	12	//	13
Pinhal Interior Norte	13	15	12	11	14	13
Dão-Lafões	15	16	13	7	13	10
Pinhal Interior Sul	16	17	10	15	12	15
Serra da Estrela	12	14	11	5	13	9
Beira Interior Norte	14	16	13	10	13	11
Beira Interior Sul	12	13	11	8	13	12
Cova da Beira	13	15	11	1	12	7
Oeste	17	17	11	24	13	10
Médio Tejo	15	17	11	9	12	12
Lisboa	**14**	**17**	**7**	**6**	**9**	**8**
Grande Lisboa	12	17	7	6	9	8
Península de Setúbal	16	17	7	2	//	6
Alentejo	**11**	**13**	**8**	**6**	**9**	**9**
Alentejo Litoral	12	15	8	6	10	11
Alto Alentejo	10	12	8	7	10	9
Alentejo Central	12	14	9	7	8	10
Baixo Alentejo	10	12	7	6	11	8
Lezíria do Tejo	11	12	6	3	//	6
Algarve	**16**	**18**	**12**	**8**	**15**	**10**
Algarve	16	18	12	8	15	10
Reg. Aut. Açores	**10**	**10**	**9**	**8**	**11**	**9**
Reg. Aut. Açores	10	10	9	8	11	9
Reg. Aut. Madeira	**13**	**14**	**10**	//	**12**	**18**
Reg. Aut. Madeira	13	14	10	//	12	18

(Fonte: INE)

As Técnicas de demolição encontram-se actualmente muito reforçadas através dum bom planeamento dos trabalhos para atingir uma maior precisão, maior rendimento e segurança, com novos equipamentos e novas ideias de execução. Além disso, a legislação rigorosa bem como as preocupações ambientais têm tido um grande impacto na indústria. Muitas organizações estão agora a aventurar-se e a implementar uma gestão de resíduos e programas de reciclagem. Por outro lado, devido à alarmante diminuição de terrenos para construção e centros muito compactos, as nações estão apelando para o uso estratégico de edifícios existentes para atender à demanda actual. Por conseguinte, a demolição pode desempenhar um papel importante na construção da nação futura, dando espaço para novas construções ou pequenas reparações nos existentes. A indústria, que era até então desconhecida e pouco sofisticada, e como já foi referida, executada por processos rudimentares e empíricos, encontrou-se finalmente

no centro das atenções com maior valorização. A demolição de edifícios, seja ela parcial ou total, não é uma operação simples, exige um planeamento cuidado de um conjunto de operações e também alguma estratégia.

Ao executar uma demolição procura-se que:

- As operações ocorram com toda a segurança e com rapidez;
- Tenha pouco ou nenhum impacto sobre o ambiente envolvente;
- Permita uma fácil remoção e transporte dos resíduos do local;
- Haja uma triagem dos componentes e dos materiais para a reciclagem ou reutilização.

2.3. Considerações gerais

Qualquer demolição pode ser definida por um conjunto de trabalhos realizados com o objectivo de eliminar fisicamente uma estrutura ou tornar possível o reaproveitamento do seu espaço, pelo que essa demolição pode ter um carácter global ou parcial, tanto em edifícios antigos como em edifícios recém-constituídos [3].

A demolição, para ser realizada, deve seguir normas técnicas e de segurança, e ser dirigida por um técnico responsável, legalmente idóneo, que responderá pela aplicação das medidas previstas e exigidas pela natureza especial dos trabalhos a fim de evitar ocorrência de factos indesejados, como prejuízos sobre o património, a saúde ou a vida das pessoas que nela trabalham ou venham a ter contacto bem como o meio envolvente[4]. Devem ser realizadas por empresas especializadas neste tipo de trabalhos, considerando a necessidade de serem dominados os processos necessários à realização destes trabalhos com rapidez, eficiência e segurança. Por outro lado, a especificidade de tais trabalhos requer a utilização de mão-de-obra especializada e o enquadramento dos técnicos responsáveis. Deve, ainda, ser sempre proibida a qualquer pessoa não autorizada, a entrada na área onde decorrem os trabalhos de demolição [5].

Apesar de poderem ser utilizados vários tipos e técnicas de demolição num edifício, existem basicamente três tipos ou categorias de demolição de edifícios:

Demolição parcial (Remoção de elementos) – São trabalhos de remoção e demolição parcial de uma estrutura para efectuar algumas modificações, reparações ou

reabilitações, bem como corrigir alguns defeitos de construção (como se verifica em alguns casos por falta de cumprimento adequado do projecto), ou seja, demolição de uma pequena fracção de um edifício em que se requer um enorme controlo dos trabalhos a fim de preservar e garantir a integridade estrutural do mesmo.

Demolição progressiva (Sequencialmente) – Consiste na remoção e demolição controlada de secções de uma estrutura, ao mesmo tempo mantendo a sua estabilidade, a fim de evitar o colapso da estrutura no decorrer dos trabalhos. É mais prático em áreas urbanas muito confinadas, como centros de cidades. A demolição progressiva é a mais frequente e a mais tradicional, conhecida também como "Top-down" em que os trabalhos de demolição são iniciados a partir do topo de um edifício progredindo sequencialmente até ao chão, ou pisos inferiores (base da estrutura), ou seja, no sentido inverso da construção. É aquele em que se pode ter um maior controlo dos trabalhos de demolição e aproveitamento dos materiais para a reutilização e reciclagem (demolição selectiva) [6].

Mecanismo de colapso – Consiste na remoção dos elementos chave da estrutura a fim de provocar o colapso total da estrutura. Só pode ser aplicado em edifícios que se encontram em sítios razoavelmente isolados, para não provocar danos em edifícios vizinhos não só a nível estrutural como a propagação de detritos e poeiras. A estrutura a ser demolida totalmente tem que estar situada em zonas niveladas. Tal é concretizado utilizando meios mecânicos, máquinas de grande porte, ou por meio de explosivos. São empregues em estruturas em que se pretende demolir num curto espaço de tempo ou que apresentam riscos de colapso, como por exemplo:

- Edifícios antigos ou que apresentam uma enorme fragilidade estrutural
- Edifícios de grande porte
- Edifícios com grandes deficiências na fase de construção
- Edifícios que sofreram danos devido a catástrofes naturais, explosões, incêndios, choques.

2.4. Motivos das demolições

De uma formal geral os motivos que levam à execução dos trabalhos de demolição, profundos ou não, são de carácter arqueológica, estrutural, patrimonial, ambiental ou urbanística, em que se pretende garantir a segurança dos utentes e segurança pública. A decisão de efectuar a demolição de um edifício, ou demolição de pequenas fracções do mesmo, é de acordo com uma recolha exaustiva e detalhada de várias informações, desde inspecção visual, consulta do projecto inicial da estrutura, avaliação dos materiais e métodos construtivos, a fim de analisar o estado de conservação do mesmo. Verifica-se actualmente um forte crescimento de edifícios a demolir devendo-se a vários motivos, entre as quais se destacam:

- A necessidade de um melhor aproveitamento do solo, que se encontra cada vez mais escasso, sobretudo em grandes cidades e zonas de alta densidade populacional. Demolição de edifícios que se encontram no fim de vida útil;
- O rápido avanço e mudança tecnológica na indústria da construção, em espaços de tempo cada vez mais curtos, exigindo pelo menos alterações parciais dos edifícios a fim de manter um alto grau de competitividade, eficazes e que acompanhem a evolução, como por exemplo demolições em zonas costeiras, que ao serem zonas turísticas necessitam de uma continua renovação das instalações hoteleiras;
- Necessidade de adaptação dos edifícios a novas funções e utilizações;
- Trabalhos de demolições parciais para o reforço estrutural ou ainda intervenções de reabilitação;
- Dar espaço para novas construções, modernas, com a utilização de novos métodos construtivos e materiais, possibilitando maior conforto como por exemplo em zonas climatéricas problemáticas e ainda adquirir espaço para construção de novas infra-estruturas publicas, como recintos desportivos, escolas, hospitais, vias de comunicação, entre outros;
- Imposições regulamentares, ou seja, em que os edifícios não possuem condições mínimas de segurança e conforto aos utentes;
- Demolição de edifícios fortemente abalados por catástrofes naturais, sismos, tornados, chuvas torrenciais, deslizamento de terras, ou danos provocados pelos humanos, incêndios, explosões, vandalismo;
- Demolição de edifícios recém-constituídos ou em fase de construção devido:

- Alteração do projecto;
- Incompatibilidade entre projectos de diferentes especialidades;
- Erros / deficiências de projecto e/ou de construção;
- Acidentes.

❖ O principal motivo, da maioria das demolições realizadas, é devido à enorme deterioração e fragilidade estrutural dos edifícios, que com o passar do tempo os materiais vão perdendo alguma resistência e características próprias, dando origem a anomalias irreversíveis em que é necessária a sua demolição para remodelações ou modernizações que implicam obras de reparação, reforma levando, em certos casos, à demolição integral da estrutura. Essas anomalias, por outro lado, são consequências de [7]:

- Degradação por utilização;
- Envelhecimento dos materiais e sistemas;
- Diminuição ou ausência de obras de conservação;
- Intervenções inadequadas ao longo dos tempos;
- Alteração das condições de utilização;
- Fogos vagos / abandono;
- Vãos abertos;
- Ocupação abusiva / vandalismo;
- Degradação das coberturas (telhas e clarabóias);
- Degradação dos zincos (caleiras, algerozes, abas e trapeiras);
- Infiltrações;
- Apodrecimento de estruturas em madeira;
- Apodrecimento de elementos metálicos;
- Degradação de revestimentos;
- Degradação das argamassas das alvenarias;
- Debilitação dos sistemas de travamento;
- Excesso de cargas.

2.5. Ciclo / fases de uma demolição

Para a execução de trabalhos de demolição é preciso haver um bom planeamento e uma boa organização. O ciclo distribui-se em três fases principais de uma demolição pode-se classificar em três fases:

- Fase de pré-demolição
- Fase de demolição propriamente dita
- Fase pós-demolição

Fase de pré-demolição

- *Avaliação dos factores de degradação do edifício e das características do meio envolvente* – Antes de qualquer trabalho de demolição, deve ser elaborado um estudo pormenorizado, quer da estrutura a ser desmantelada quer das estruturas vizinhas, verificando o estado de estabilidade e solidez, com inspecção visual, estudos e realização de ensaios, especialmente nos casos em que apresentam enorme fragilidade, em edificações que sofreram catástrofes naturais, incêndio, abandono prolongado ou edifícios antigos, para se poder determinar as medidas de prevenção e os métodos de demolição mais adequados para a execução dos trabalhos. Esse estudo possibilita obter a maior quantidade possível de informações para minimizar acidentes em que envolva o edifício em causa e os edifícios vizinhos [8].
- *Processo de licenciamento* – Acompanhado de um plano de segurança e saúde (plano de demolição) ou de uma ficha de procedimentos, em caso de pequenas intervenções, em que consta um plano de trabalhos, cuja memória descritiva contenha a descrição das operações a executar, da ordem de trabalhos, tendo em conta a condição de que nenhum desses trabalhos ponha em risco a segurança dos trabalhadores, das construções vizinhas e do público que circule nas imediações da zona a demolir, procedimentos específicos e adequados à natureza dos trabalhos, métodos escolhidos, equipamentos e pessoal necessário, com as devidas medidas preventivas de execução das tarefas. Também devem constar planos de detalhe de elementos estruturais ou construtivos que envolvam riscos especiais (amianto, betão pré-esforçado, edifícios que foram abalados por incêndios ou sismos graves) [9].

- *Aplicação das providências preliminares* – Medidas tomadas antes do inicio de qualquer trabalho de demolição, essencialmente caracterizado por isolamento do edifício relativamente ao meio envolvente, incluindo o desvio ou protecção das infra-estruturas publicas, bem como a protecção da zona dos trabalhos e implementação dos sistemas de sinalização e protecção colectiva [10].

Fase de demolição propriamente dita

- *Remoção dos componentes do edifício* – Consiste na retirada de todos os equipamentos que não faz parte da estrutura a desmantelar (equipamentos electromecânicos), materiais e utensílios valiosos ou reutilizáveis do edifício (como por exemplo: móveis, azulejos, loiças sanitárias, telhas, antenas, madeira para tratamento etc.,).
- *Aplicação das medidas de prevenção de riscos* – Aplicação das medidas preventivas em todos os trabalhos de demolição seja ela manual, mecânica ou com recurso a explosivos, com o devido acompanhamento pelo técnico responsável ou por uma pessoa escolhida pelo técnico para esse fim. Esta fase consiste na implementação de medidas de segurança a fim de reduzir ou eliminar os riscos associados aos trabalhos a executar.
- *Execução dos trabalhos de demolição propriamente dida* – Começo dos trabalhos de remoção e demolição das componentes do edifício, mediante os métodos previamente escolhidos, de carácter parcial ou total, executado por operários e empresa especializada na área, de forma organizada e precisa obedecendo uma adequada sequencia de execução das tarefas.

Fase pós-demolição

- *Remoção, transporte e tratamento dos resíduos de demolição* – Fase de limpeza de todas da área ocupada durante os trabalhos e gestão dos resíduos de demolição (RD). A gestão dos RD é um processo que consiste na recolha e transporte dos resíduos para locais apropriados, para triagem, tratamento e reciclagens, para possíveis reutilizações ou mesmo depósito em vazadouro.
- *Retoma da normalidade da envolvente* – Visto que no início dos trabalhos são tomadas algumas medidas de isolamento do edifico e efectuado algumas alterações no normal funcionamento das actividades do meio envolvente,

nomeadamente, da deslocação de pessoas, dos serviços públicos ou mesmo alteração do trânsito, é necessário retomar todas as funções iniciais.

2.6. Caracterização construtiva, avaliação estrutural e estado de degradação do edifício

Esta fase consiste no reconhecimento prévio do edifício a demolir e o seu meio envolvente, em que se pretende recolher o máximo de informações possíveis das características estruturais e construtivas bem como o seu estado de degradação, onde deve ser alvo de uma vistoria pormenorizada e exaustiva e devem ser registadas todas a situações potencialmente perigosas para a segurança colectiva no decorrer dos trabalhos de demolição, como por exemplo estruturas ou cargas em balanço e mesmo elementos muito frágeis ou com ligações com elevado risco de ruína. Estes estudos base devem ainda contemplar a análise da disponibilidade de áreas livres para administração dos resíduos provenientes da demolição, desde a sua deposição até às condições da sua deposição, à recolha e ao transporte. Mediante essas informações, então, posteriormente, são tomadas as decisões a cerca dos trabalhos a realizar, dos métodos e equipamentos a serem empregues e na decisão de uma demolição total ou parcial. Essa avaliação é feita por parte dos responsáveis pelos trabalhos e de gestão dos RD, que deverão fazer visitas rotineiras ao edifício.

O reconhecimento prévio da edificação consiste, numa primeira fase, reunir e analisar todas as informações, documentação do edifício, existentes relativamente ao projecto inicial de construção (recorrendo aos arquivos camarários) e as intervenções sofridas ao longo do tempo, estudo dos projectos de arquitectura, estabilidade e instalações especiais, contendo nomeadamente: memória descritiva, plantas, alçados e pormenores construtivos, a fim de determinar a idade do edifício, as características construtivas da estrutura original bem como as transformações e reparações que foram feitas na estrutura ao longo do tempo e os materiais de construção predominantes, procurando identificar, entre outros aspectos, as dimensões dos elementos da estrutura, as partes com capacidade de carga, as eventuais juntas ou pontos da estrutura que possam afectar o mecanismo projectado e a caracterização do tipo de fundação. Caso não haja documentação relativamente ao edifício, não se sabe exactamente o que se irá encontrar à medida que as estruturas vão sendo desmanteladas, neste caso, os detalhes

dos elementos construtivos terão de ser estabelecidos através da observação, testes e inspecção cuidada, sondagens, medições e em muitos casos por comparação com construções vizinhas (da mesma época e natureza), dando especial atenção às redes de gás e electricidade e fazendo uma inventariação dos materiais existentes no edifício [11].

De seguida, numa segunda fase, é muito importante que se faça a análise das condições actuais dos elementos estruturais, dos elementos construtivos que podem influenciar a estabilidade e resistência do edifício e do estado das instalações, para que se possa escolher o método de demolição mais adequado para cada caso. Esses estudos preliminares vão reduzir as incertezas e que vão possibilitar não só a identificação dos materiais mas também a capacidade e a resistência actual da estrutura [12].

Estes processos de inspecção são imprescindíveis, sobretudo em edifícios que têm muitos anos, uma vez que é bastante comum que os elementos construtivos, especialmente a parte estrutural, estejam muito degradados. Verifica-se então que as causas principais e determinantes da degradação dos materiais são derivadas do envelhecimento e danos relacionados com sua utilização, contribuindo para a diminuição e heterogeneidade da sua resistência mecânica, tornando-se difícil saber a capacidade resistente que resta a cada elemento.

A verificação das condições de estabilidade do edifício é extremamente importante na determinação da sua capacidade para receber maquinaria ou outro equipamento pesado nos pisos, para desmantelamento, sem que estes entrem em ruína (ruína precoce), situação que nunca pode ser ignorada, visto que no dimensionamento estrutural de edifícios mais antigos (caso tenha havido sequer um projecto de cálculo estrutural) não se aplicavam as acções de sobrecarga que se aplica em edifícios modernos, de forma a saber a capacidade de cada piso em receber sobrecargas de equipamentos ou sistemas de demolição.

Deve-se, ainda, ter em consideração se a estrutura em estudo foi danificada por catástrofes naturais ou acidentais, como por exemplo incêndio, inundação, sismo, explosão, ou qualquer outra catástrofe, originando uma situação de elevada fragilidade estrutural, que obriga a tomar medidas especiais e adequadas para protecção de trabalhadores e de estruturas próximas. Deve-se ter, também, em conta a existência de qualquer tipo de substâncias químicas perigosas, gases explosivos ou tóxicos, material

inflamável, ou outras substâncias perigosas semelhantes que tenham sido utilizadas ou armazenadas no local.

Para além do reconhecimento feito ao edifício a demolir, deverá ser feita uma avaliação do meio envolvente, fazendo vistorias às construções e outras infra-estruturas vizinhas, para determinação de medidas preventivas de protecção contra possíveis danos provocados pelos trabalhos de demolição em que os resultados dessas vistorias devem ser compilados num relatório pormenorizado, com registos escritos e fotográficos, de forma que se possa fazer uma comparação do estado actual dessas estruturas com seu estado posterior aos trabalhos de demolição. As vistorias consistem em inspecções às estruturas adjacentes, com visitas, em que deverão ser recolhidos algumas informações, nomeadamente, tirar fotografias (ou mesmo fazer vídeos), efectuar a colocação de alvos para controlo topográfico e selos (testemunhos) para controlo de fendilhação. Se durante a realização das vistorias na envolvente do edifício a demolir, for constatado alguma possibilidade de ruína eminente (por parte de edifícios antigos ou estruturalmente muito frágeis), devem ser tomadas de imediato algumas medidas de intervenção para anular ou forçar a ruína dos mesmos antes do começo dos trabalhos, prevenindo-se assim muitos acidentes e danos indesejados.

Na presença de edifícios muito antigos nas proximidades do edifício a demolir, que sobretudo são edifícios de alvenaria tradicional, os cuidados são acrescidos em que é necessário inspeccionar o estado das paredes resistentes, das paredes divisórias, das lajes, e acima de tudo, das fachadas, e sempre que for necessário, efectuar escoramentos com prumos em madeira ou metálicos com molduras a servir de travessas.

Contudo, todo o processo de reconhecimento da estrutura a demolir e do seu meio envolvente, não se pode limitar apenas à fase prévia das actividades, mas deve ser continuado à medida que se vão efectuando os trabalhos, em cada momento e mediante o estado real do edifício, verificar se é possível continuar com a demolição em condições de segurança e eficiência ou se torna necessário repensar ou corrigir alguns aspectos relacionadas com os processos de demolição.

2.7. Referências bibliográficas do capítulo 2

[1] – CONSTRULINK, PRESS – *Tecnologia da Construção, Técnicas de Demolição,*2003 (http://www.construlink.com/Homepage/2003_ConstrulinkPress/Ficheiros/MonografiasPrimeirasPaginas/demol_cons6.pdf)

[2] – GOMES, Raul – *Demolição de estruturas pelo uso controlado de explosivos,* Dissertação de Mestrado, Ed. Instituto Superior Técnico (IST)Lisboa, 2000.

[3] – LOURENÇO, Cristina Isabel de Campos – *Optimização de sistemas de demolição - Demolição selectiva*, Dissertação de Mestrado, Dissertação de Mestrado, 2007, pp. 3.1-3.27.

[4] – TECHINE Construtora, São Paulo, Brasil – http://www.techine.com.br; Decreto-lei nº 41821 de 11 de Agosto de 1958, regulamento de segurança no trabalho da construção civil.

[5] – CARDOSO, Rui – Segurança na execução de trabalhos de demolição, Segurança e higiene no trabalho, Artigo nº 174, Instituto do Emprego e Formação Profissional (IEFP), Lisboa, Setembro/Outubro de 2006, pp. 37-40.

[6] – NAVARATNAM, Visvan A/L. – *A survey of demolition works in malaysia*, Borang pengesahan status tesis, Faculty of Civil Engineering, Universiti Teknologi Malaysia, November 2005, pp.13.

[7] – DELGADO, José Manuel Mendes – *Demolições e contenção de fachadas*, 1º Ciclo de Seminários de Engenharia Civil, Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Beja (ESTIG-IPB), Beja, 2005: http://www.estig.ipbeja.pt/~rasmi/seminarios/1_ciclo/Demolicoes_e_Contencao_de_Fachadas.pdf

[8] – Opus cit. nº5

[9] – PINTO, Abel – *Manual de Segurança - Construção, conservação e restauro de edifícios*, Edições Sílabo – Lda , Lisboa, 2008.

[10] – MASCARENHAS, Jorge Morarji dos Remédios Dias – *Sistemas de Construção X – Jóias da coroa em terra. Demolições. Betão tensionado. Cabos de aço utilizados em obra*, Ed. Livros Horizonte, Lisboa, Outubro de 2008, pp. 53-126.

[11] – Opus cit. nº3

[12] – BRITO, Jorge – *Técnicas de demolição de edifícios correntes*, Cadeira de Processos de Construção, Licenciatura em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Setembro de 1999.

Bibliografia consultada e hiperligações:

Desmontes e demolições, Cap. II, Materiais de Construção II, Engenharia civil, Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2008, pp. 48-50: http://www2.ufp.pt/~jguerra/PDF/Construcoes/Desmonte%20e%20demolicoes.pdf

Decreto n.º 41 821 de 10 de Julho de 1957, Regulamento de Segurança no Trabalho da Construção Civil

Construlink – Portal da Construção: http://www.construlink.com/Homepage/2003_ConstrulinkPress/Ficheiros/MonografiasPrimeirasPaginas/demol_cons6.pdf

Instituto Nacional de Estatística (INE): http://www.ine.pt

3. TÉCNICAS E EQUIPAMENTOS DE DEMOLIÇÃO

Em geral, em trabalhos de demolição, emprega-se mais de que um método de demolição e em alguns casos utilizam-se quase todos. Numa primeira fase, algumas partes da construção são demolidas ou removidas pelo método manual, em elementos mais frágeis e mais susceptíveis de provocar riscos humanos, e de seguida a intervenção mecânica ou até mesmo o uso de explosivos.

Nas operações de demolição de edifícios correntes ou qualquer outro tipo de estrutura existe uma variedade de técnicas e equipamentos disponíveis. Estas técnicas e equipamentos são, em muitos casos, facilmente integrados em grupos, em face da sua semelhança ou proximidade do seu princípio de funcionamento. Em alguns casos, no entanto, cai-se em situações de fronteira dificilmente classificáveis e, noutros ainda, recorre-se a equipamentos de origem diversa. Finalmente, regista-se um desenvolvimento significativo em termos de sistemas inovadores, ao memo tempo que em alguns outros se tornam funcional ou economicamente obsoletos, nalguns casos nunca chegam a ultrapassar a fase experimental [1].

A escolha dos métodos a empregar deve pois basear-se num conjunto de factores que tem a ver com as características da construção a demolir, com as construções e o meio envolventes, do aproveitamento ou não dos materiais demolidos, do tempo disponível para a execução dos trabalhos, da dimensão do edifício, dos riscos associados aos tipos de materiais e das soluções construtivas. A ponderação de todos os factores conduzirá à decisão final, que em alguns casos não será a mais desejável mas a viável.

Tabela 3.1 – Sistema de classificação das técnicas de demolição

Grupo principal	Subgrupo	Variante
Com recurso a equipamentos mecânicos	Por embate, empuxe, tracção ou escavação	Com ferramentas manuais
		Com martelos pneumáticos, hidráulicos, eléctricos e a gasolina
		Por impacto (bola de grande massa ou pilão)
		Com retroescavadoras, giratórias ou pá de arrasto e acessórios (tesoura, *ripper*, *nihhler*, alicate, triturador, pinças, martelo, etc.)
		Por tracção de cabos
		Derrube ou afundamento
	Por rebentamento interior	Quebrador de cunhas *(Darda)*
		Quebrador de Pistões ou Macacos hidráulicos
	Por esmagamento exterior	Pinça de esmagamento Tesouras hidráulicas
Processos térmicos	Lança térmica	A oxigénio
		A pólvora
	Maçarico	A pólvora
		A plasma
	Laser	
Uso controlado de meios explosivos	Explosões (no meio ambiente)	Mecanismo tipo telescópio
		Mecanismo tipo derrube
		Mecanismo tipo implosão
		Mecanismo tipo colapso sequencial
	Micro-explosão	
	Expansão	Com gás
		Química
Processos abrasivos	Corte diamantado	Serra com disco (portátil, de piso e parede)
		Serra com fio
		Caroteadoras
	Motosserras	
	Corte com carborundo	
	Jacto de água (hidrodemolição)	
	Jacto de água e areia	
Processos eléctricos	Aquecimento das armaduras	
	Electrofractura	
	Aquecimento induzido de um material ferromagnético	
	Arco voltaico	
	Microondas	
Processos químicos	Ataque químico	
	Ataque electroquímico	

(Fonte: Brito, Jorge, 1999, pag.5)

3.1. Demolição manual ou semi-mecânica

Consiste, essencialmente, na demolição ou na desmontagem precisa de elementos não estruturais, como paredes interiores, revestimentos de tectos e pavimentos, telhados, na retirada de portas, janelas, caixilharia diversa, equipamentos, cabos eléctricos, materiais de isolamento, redes de abastecimento e recolha de água, remoção de revestimentos e pavimentos, entre outros trabalhos que são efectuados de forma precisa e controlada, para maximizar a reutilização e reciclagem dos materiais removidos. Estas demolições manuais permitem, ainda, desligar estruturas a demolir de estruturas a manter ou preparar a entrada de equipamentos que efectuem a demolição mecânica das estruturas. Para efectuar estes trabalhos utilizam-se ferramentas manuais de pequeno porte, como marretas, alavancas, rebarbadoras, martelos de demolição eléctricos, hidráulicas, pneumáticos, discos de corte e grupos de oxi-corte. [2]

A demolição manual, como método tradicional e mais rudimentar, é empregue em pequenas demolições por andares e no sentido de cima para baixo (sentido inverso de construção), com o uso da força humana. Este tipo de demolição é empregue em edifícios antigos muito degradados, em espaços muito confinados como por exemplo em grandes centros urbanos, com risco de desabamento, em que efectuado um trabalho cuidadoso bem administrado para não provocar danos em edifícios vizinhos e espaços públicos.

Hoje em dia com a existência de vários equipamos mecânicos de pequeno porte, manuseáveis, a demolição torna-se mais fácil e eficiente, devido á diminuição da aplicação da força humana e aumento da potencia dos golpes nas peças a demolir. Os detritos produzidos são conduzidos dos pisos superiores aos pisos inferiores através de caleiras de transporte de resíduos, cordas, cabos, roldanas e guinchos, em zonas vedadas à permanência ou circulação de pessoas e de forma adequada para não pôr em risco a integridade física dos trabalhadores.

3.1.1. Equipamentos utilizados na demolição manual

3.1.1.1. Ferramentas manuais (tradicionais)

São empregues como recurso de pequenos trabalhos de demolição e na remoção de elementos secundários antes da demolição, na remoção de soalhos, asnas, tabiques, lambrins, equipamentos sanitários, clarabóias, bem como pequenos trabalhos em alvenarias e pavimentos e na recolha e transporte de pequenas quantidades de resíduos de demolição, sem o uso de meios mecânicos ou eléctricos mas sim de trabalho braçal. Usualmente as ferramentas manuais utilizadas na demolição são de pequeno porte e leves como por exemplo a pá, a picareta, o martelo e escopro, pé de cabra, a marreta e o carrinho de mão. [3]

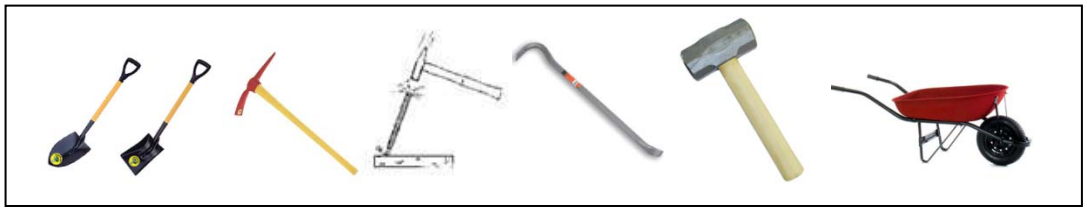


Figura 3.1 – Pá, picareta, martelo e escopro, pé de cabra, marreta, carrinho de mão (Fonte: Catálogos de "The trademark USAG",EUA)

3.1.1.2. Máquinas manuais (ou pequenas máquinas portáteis)

3.1.1.2.1. Martelo giratório perfurador (ligeiro)

É essencialmente um instrumento de execução de pequenas perfurações, instrumento leve que consiste em furar (por meio de brocas), demolir e efectuar pequenos trabalhos em alvenaria, madeira, pedra, aço e materiais plásticos bem como extrair pequenos carotes. É muito utilizado em trabalhos de demolição por desmonte de vigas, pilares entre outros elementos, em que se faz algumas perfurações para se efectuar a amarração com cabos de aço, em trabalhos com gruas no desmonte das estruturas [4].

Figura 3.2 – Perfuração em alvenaria de tijolo (fonte: www.wurth.pt)

Figura 3.3 – Perfurações em betão e Extracção de carotes (fonte: www.bosch.br)

3.1.1.2.2. Martelo picareta electrónica (Martelo ligeiro)

Também conhecido como martelo demolidor ou rompedor é um instrumento, tal como o martelo perfurador, para pequenos trabalhos em alvenarias, pavimentos, remoções de revestimentos. Alguns destes martelos têm a opção de perfuração em que são denominados martelos perfuradores e rompedores.

Cinzela em qualquer posição, superfícies verticais e aéreos, e com vários ponteiros de utilização torna-se um equipamento muito eficiente devido ao seu reduzido peso (5 a 20 kg) e elevada quantidade de impactos (900 – 3000 golpes por minuto) [5].

Figura 3.4 – Remoção de revestimento, à esquerda e demolição de alvenaria de tijolo, à direita (Fontes: www.bosch.br; www.wurth.pt)

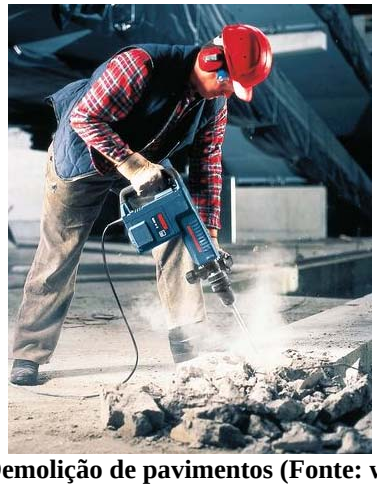


Figura 3.5 – Demolição de pavimentos (Fonte: www.bosch.br)

3.1.1.2.3. Quebrador de cunhas, "Darda"

Baseado no princípio do guilho, que quebra a rocha, só que aqui a tremenda força de rebentamento é obtida hidraulicamente por uma cunha, sistema de rebentamento interior, que faz afastar as palmetas previamente introduzidas no furo feito na rocha ou betão armado, em que é possível quebrar varões de pequeno diâmetro. Permite demolir junto a habitações, ou espaços onde o processo de demolição por explosivo é absolutamente proibido como por exemplo valas citadinas e complexos industriais [6].

Características [7]:

- Força de até 413 ton/cunha (4048 kN)
- Redução de pó e ruído
- Sem vibração
- Económico
- Aplicável em locais de difícil acesso e subaquáticos
- Fácil de transportar e manusear
- Durável e quase sem manutenção
- Quebra em segundos
- Direcção do quebramento pré-determinada

Figura 3.6 – Execução do quebrador de rocha e betão com o "Darda" (Fonte: Michaëlis de Vasconcelos, Lda)

Fazes de execução:

1- Após a execução de um furo com diâmetro e profundidade adequados, um conjunto de cunha e contra-cunhas, acoplados a um cilindro hidráulico, é inserido no mesmo.
2- A cunha avança determinando a separação das contra-cunhas com uma força hidráulica de até 413 toneladas, resultando no rompimento do material em questão de segundos.
3- Substituindo as contra-cunhas por alargadores, a fratura pode ser ampliada permitindo a melhor separação dos blocos.

Figura 3.7 – Fases da execução do "Darda" (Fonte: Visvan A/L Navaratnam, 2005)

3.1.1.2.4. Quebrador de pistões ou macacos hidráulicos

Também com o mecanismo de rebentamento interior e semelhante ao quebrador de cunhas, o aparelho consiste num cilindro com um determinado número de pistões radiais em que o betão é separado por blocos através da sua fractura em planos perpendiculares ao eixo dos pistões. A força de rebentamento é produzida por uma bomba a óleo alimentada por um compressor a ar ou, alternativamente, por uma bomba manual de uma mistura de água e óleo solúvel. Para a sua utilização são efectuados furos de secção circular (entre 80 a 160 mm de diâmetro), sendo a distância entre os furos e a sua profundidade função da qualidade e espessura do betão e da taxa de armaduras. O aparelho é introduzido nesse furo, havendo o cuidado de tentar uniformizar o nível das pressões introduzidas em peças de espessura entre 20 a 80 cm, onde se pretende obter uma eficiência de demolição sem provocar ruídos, poeiras,

vibrações e evitar a fragmentação de escombros de grandes dimensões criados por outros métodos [8].

Figura 3.8 – Exemplo: executam-se carotes de 200mm onde são inseridos os macacos hidráulicos originando a rotura de betão e aço pela força, cada macaco com força de 250 TN, são utilizados ate 4 unidades perfazendo com 1000 TN (Fonte: Dijaico Lda, Demolições e corte de betão)

3.1.1.2.5. Martelo perfurador (pesado)

São martelos de grande porte e potência de percussão e rotação, que foram concebidos para trabalhos pesados de perfuração de betão e rocha, de perfuração com rebentamento suave. Existem uma variedade de martelos perfuradores relativamente ao seu peso e potência, em que são escolhidos de acordo com a natureza dos trabalhos. Possuem diâmetros de furo de 8 a 38 milímetros e com penetrações de 3 metros vertical e 1 metro na horizontal.

Figura 3.9 – Martelo perfurador pesado (Fonte: Atlas copto, Portugal)

3.1.1.2.6. Martelos demolidores

Apesar dos Martelos picareta electrónica também serem considerados martelos demolidores, pelas pequenas intervenções de demolição, estes são denominados de martelos demolidores por possuir maior porte e maior potência. Utilizando o mecanismo de percussão de grande intensidade provocando a rotura do betão por tracção, proporcionando um óptimo rendimento em trabalhos de demolição. Devido ao elevado peso são essencialmente utilizados em demolição de pavimentos de betão, pedra ou mesmo em asfalto, em que beneficia do seu peso e do pistão para demolir, que varia em função da dureza dos materiais a demolir e da extensão do trabalho. Numa posição em que o operador não tem que o carregar mas sim de o guiar e aguentado as vibrações por ele provocado. São ferramentas de grande durabilidade e rentabilidade.

Proporciona uma elevada fiabilidade técnico/funcional, sendo ideal para realizar tarefas de demolição que não estão ao alcance de máquinas de grande e médio porte [9].

Estes martelos podem ser:

- Pneumáticos
- Hidráulicos
- Eléctricos
- A gasolina ou diesel

Vantagens

- Eficientes (em trabalhos pesados de demolição);
- Não necessita de operadores especializados;
- São potáveis (podem atacar zonas de difícil acesso);
- Não precisam de grande manutenção;
- São duráveis e seguros;
- São precisos.

Desvantagens:

- Provocam ruídos
- Provocam vibrações
- Provocam poeiras
- Rendimento baixo em estruturas muito armadas

- Provocam a fadiga do trabalhador
  - Riscos de danos auditivos quando trabalham longos períodos.
  - Riscos de doença dos "dedos brancos" (perda da sensibilidade nas mãos devido a danos nas células nervosas)

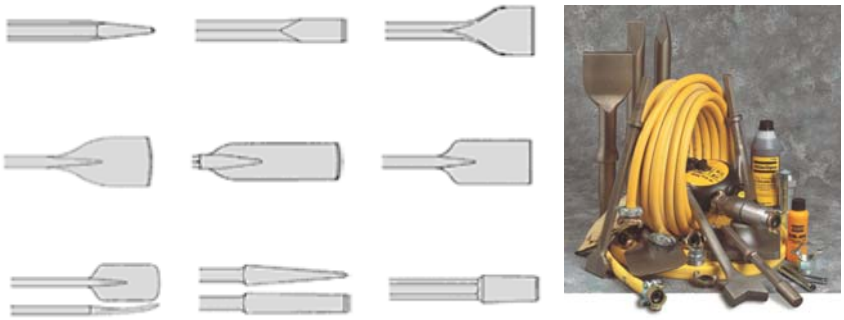


Figura 3.10 – Ponteiros mais utilizados em martelos demolidores (Fonte: Atlas copto, Portugal)

- **Martelo demolidor pneumático [10]**

A energia do impacto desse martelo é obtida através do ar comprimido, expandindo no cilindro do martelo, dirigindo o pistão rapidamente contra a bigorna, que transmite o impacto da energia libertada para o cinzel. Esta ferramenta funciona baseado no movimento induzido pela expansão de ar comprimido.

Um compressor de ar é normalmente usado para fornecer ar comprimido para o martelo. As vantagens são que ele pode ser facilmente montados em suportes de luz, requer menos acessórios, bem como a manutenção, funciona melhor em espaços confinados, devido à sua relação peso-potência e é adequado para uso subaquático.

Figura 3.11 – Trabalhos com o martelo demolidor pneumático (Fonte: Atlas copto, Portugal)

- **Martelo demolidor hidráulico**

A energia de impacto é obtida a partir do óleo hidráulico fornecido a uma pressão bastante alta. Desde que o óleo hidráulico é um fluido incompressível, a pressão não pode ser convertida em movimento sem um meio auxiliar. A fim de tornar possível uma tal moção, martelos hidráulicos estão equipados com uma lâmpada de azoto ou de câmara.

O nitrogênio compressível é separado do óleo por um diafragma e prevê a conversão necessária de pressão em movimento. Desta forma, o pistão é capaz de impulso rapidamente contra a bigorna. A bigorna então transmite o impacto da energia liberada no cinzel. O martelo hidráulico opera com um sistema completamente fechado hidráulico. Entanto, ao contrário do martelo pneumático, não é adequado para trabalhar debaixo d'água a menos que sua oferta tem sido adaptado para o efeito.

Figura 3.12 – Demolição com o martelo demolidor hidráulico (Fonte: www.engemac.com.br)

- **Martelo demolidor eléctrico**

A energia é obtida a partir de um motor eléctrico que através de um ressalto excêntrico, produz um movimento alternativo. Em comparação com o martelo picareta electrónico o martelo demolidor aplica golpes mais potentes, já que normalmente tem cerca de 35% mais de energia, isto devido à redução dos componentes bem como ao recurso do pistão mais longo e ao aumento do peso.

Embora aplique poucos golpes por minuto, em comparação com a picareta electrónico, o aumento da força da ferramenta torna mais rápida e mais eficiente a demolição de betão.

Figura 3.13 – Trabalhos de demolição com o martelo demolidor eléctrico (Fonte: www.Bosch.br)

- **Martelo demolidor a gasolina**

A energia obtida a partir da rotação dum motor a gasolina, é convertido num movimento alternativo. Neste tipo de martelo, que normalmente pesa entre 10-40kg, apesar de produzir menos curso energia, em comparação com os martelos pneumáticos e hidráulicos, garante uma total autonomia na execução das tarefas mais exigentes, em trabalhos de demolição quando o acesso a equipamento com outras fontes de energia é difícil ou impossível, devido à ausência de uma permanente fonte de energia na proximidade, como se verifica com os martelos eléctricos, pneumáticos e hidráulicos.

Algumas marcas já constroem este tipo de equipamentos com especial atenção nas questões ambientais, com a redução de emissões de hidrocarboneto (HC) e de óxido de azoto (NOx), com sistemas de carburador e filtro melhorados e um sistema de redução de ruído reformulado e ajustado, incluindo um elemento catalítico; as perfuradoras e os martelos demolidores a gasolina da nova geração cumprem com os requisitos de emissões de escape conforme exigido pelos mais rigorosos limites de emissões.

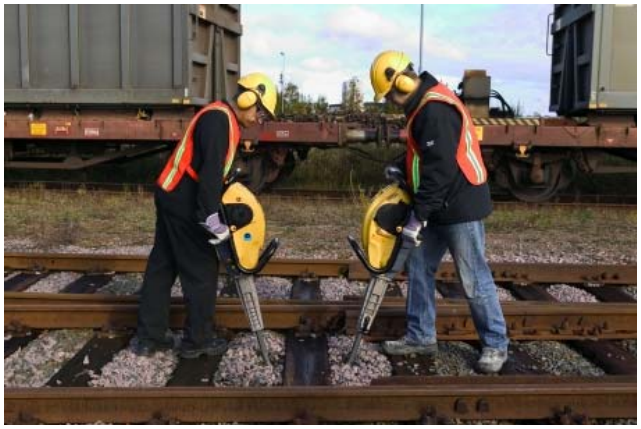


Figura 3.14 – Nova geração de martelos demolidores a gasolina (Fonte: Atlas copto, Portugal)

3.1.1.2.7. Tesouras hidráulicas manuais

São ferramentas de corte de tubos, cabos e chapas, perfis metálicos, madeiras, materiais ferrosos e não ferrosos, tais como cobre e alumínio e também rebenta construções em pedra de forma eficaz. Compreendendo duas grandes lâminas de corte articuladas por um pino e que se abrem em cruz como numa tesoura, sendo que na parte do cabo tem-se um pistão pneumático ou hidráulico, por onde se aplica a força necessária para que as lâminas possam cortar os materiais ali colocados. É um instrumento apto para trabalhos no interior de edifícios, desempenhando a sua função sem produzir vibrações, ruídos e poeiras. Possuindo uma força de corte cerca de 310 kN, com aberturas até 12,5cm e com pesos de 13 a 15kg é fácil de operar [11].

Figura 3.15 – Demolição de paredes interiores com tesura hidráulica (Fonte: www.logismarket.pt)

3.1.1.2.8. Pinça de esmagamentos

A pinça de esmagamento é um processo de demolição manual através da pressão de êmbolos que, ao se comprimirem, esmagam. É aplicado para a demolição de pequenos volumes de betão, betão armado ou em muros de alvenaria de pedra. Tem uma particularidade, no caso de betão armado deixa as armaduras intactas. Normalmente o limite da espessura a demolir é de 0,30m. O equipamento possui um corpo central maciço, ligado a um grupo hidráulico auxiliar, que tem nas suas extremidades, em forma de U, dois veios metálicos de aço especial (pinças) accionados por pressão hidráulica. O equipamento é intercalado no elemento a demolir e, ao ser accionado, os veios deslocam-se em constante movimento de vaivém que fragmenta completamente a peça a demolir [12].

Vantagens [13]:

- Equipamento versátil;
- Equipamento de simples utilização e manutenção;
- Não gera ruído, poeira e vibração;
- Executa os trabalhos de esmagamento de betão armado em lajes, escadas, vigas, paredes, pilares, bem como alvenaria de pedra;
- Evita a necessidade de ter que içar peças em locais confinados e de ter que quebrar o betão para transportá-lo já que o mesmo fica triturado;
- Trabalho livre de emissões;
- Força de pressão de 30 toneladas;
- Não necessita de água de refrigeração para a ferramenta de esmagamento;
- Possibilita a adaptação a equipamentos de escavação (ao braço mecânico de retroescavadora ou “giratória”).

Desvantagens:

- Baixo rendimento de corte/ demolição;
- Espessura a demolir deve ser inferior a 30 cm (podendo atingir os 50 cm com um adaptador especial)
- Necessidade de cortar as armaduras para prosseguir o trabalho
- Superfícies de corte muito irregulares
- Necessidade de remover constantemente os produtos de demolição

- Relação custo de aquisição / produtividade muito elevada

Figura 3.16 – Pinça de esmagamento e dois exemplos da utilização (no meio: demolição de uma parede interior de 25 cm de espessura; à direita: demolição de uma escada) (Fonte: http://www.hidrobetao.pt/)

3.2. Demolição mecânica

É empregue em trabalhos de demolição de estruturas de grandes dimensões e em trabalhos que exigem uma maior rapidez e eficácia, seja ela integral ou parcial em edifícios ou estruturas industriais de betão armado, alvenarias de tijolo, pedra, madeira ou em estruturas metálicas e mistas. São utilizados equipamentos com elevada potência, que com os avanços tecnológicos, permitem aumentar exponencialmente o rendimento e a rapidez dos trabalhos de demolição, diminuindo o esforço físico e salvaguardando a integridade e a segurança dos trabalhadores.

Para a realização desses trabalhos pesados são utilizadas máquinas ligeiras ou muito pesadas e de grandes dimensões como por exemplo bulldozers, retroescavadoras e giratórios hidráulicos de grande alcance e elevada força motriz, equipados com acessórios próprios como tesouras de corte do betão e aço, fresas, pinças e martelos demolidores hidráulicos. A utilização de acessórios é desenvolvidas para esta actividade de modo a permitir uma demolição controlada, minimizando a produção de poeiras, ruído e vibrações e garantindo a integridade das estruturas enquanto as mesmas são demolidas e minimizando riscos de derrocadas não controladas [14]. Todo o trabalho é concretizados devido á elevada potência e devido ao peso próprio das máquinas, com o controle manual dos operários com as devidas medidas preventivas de segurança, a fim de efectuar um trabalho eficaz com segurança tanto pelo meio envolvente como pelos intervenientes da obra.

A demolição mecânica é efectuada utilizando vários métodos:

- Por tracção
- Por compressão
- Por impacto – Bola de aço (bola de Ariete)
- Demolição com máquinas hidráulicas

3.2.1. Demolição por tracção

A demolição é feita com o derrube da estrutura por meio de um cabo de aço. O mecanismo consiste em passar o cabo por entre as partes a serem demolidas e depois puxa-las (tracionando) por um guincho manual, em pequenas demolições, ou por uma máquina de elevada potência, devidamente amarrada, usando a força de tracção ou utilizando um guincho mecânico. São utilizados bulldozers ou quaisquer outras máquinas capazes de derrubar a estrutura com a tracção do cabo. O cabo tem que ser bem afixado na zona a ser demolida, para que não se solte e provoque o efeito de "chicotada", o que possivelmente iria provocar outros danos.

A tracção manual é feita por um guincho em que é presa o cabo e puxado por uma alavanca que tracciona o cabo de aço até levar ao colapso de parte da estrutura. Este processo tem muitos aspectos a ter em conta desde o manuseamento do guincho á ancoragem do cabo no solo, como suporte de tracção do cabo, e a amarração á estrutura a demolir. Para a segurança do operador, este deve ficar a uma distância maior que 1,5 vezes superiora a altura do objecto a demolir. Para reduzir a força de tracção e facilidade do trabalho deve-se procurar previamente enfraquecer a estrutura a ser desmantelada, através de rasgos nos elementos resistentes verticais, como por exemplo o corte de armadura no piso térreo.

O cabo não deve ser puxado obliquamente, em relação ao eixo longitudinal da máquina, sob pena de criar tensões desiguais nos seus dois ramos. Nos ângulos agressivos e nas zonas de contacto do cabo com a estrutura, principalmente nas esquinas, deve proteger-se o cabo com pedaços de madeira para evitar que ele "serre" a construção a demolir antes do desmoronamento.

Pode-se operar quando a máquina está equipada com um braço largo telescópico, munido de uma ferramenta de demolição com dentes. Em obras de

alvenarias principalmente, e no derrube de estruturas de betão de pequena espessura e debilmente armadas, é um método muito rápido uma vez que não requer a montagem de andaimes.

Mesmo assim, o espaço necessário é muito grande e exige uma grande distância de segurança, devido à produção de efeito de derrubamentos incontrolados desfavoráveis. O impacto ambiental é muito elevado e os escombros devem fragmentar-se antes de se proceder ao seu carregamento. A capacidade depende da máquina, do tamanho do edifício e dos materiais construtivos [15].

Sendo rápida e de baixos custos, para alem do risco de "chicotada" do cabo em caso de rotura da estrutura sem derrube também é necessário efectuar o escoramento dos elementos que se encontrem instáveis, para evitar o desabamento não controlado em que por exemplo por acção do vento passam ocorrer.

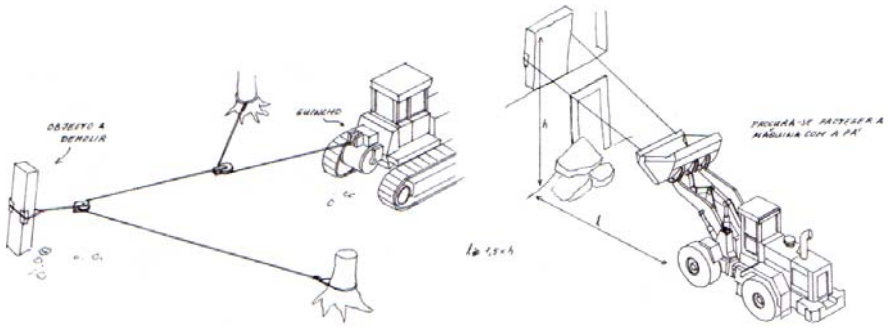


Figura 3.17 – Demolição por tracção de cabos por máquinas pesadas (Fonte: Mascarenhas, Jorge, 2008)

Figura 3.18 – Guincho manual de tracção de cabos de aço (Fonte: http://portuguese.alibaba.com/)

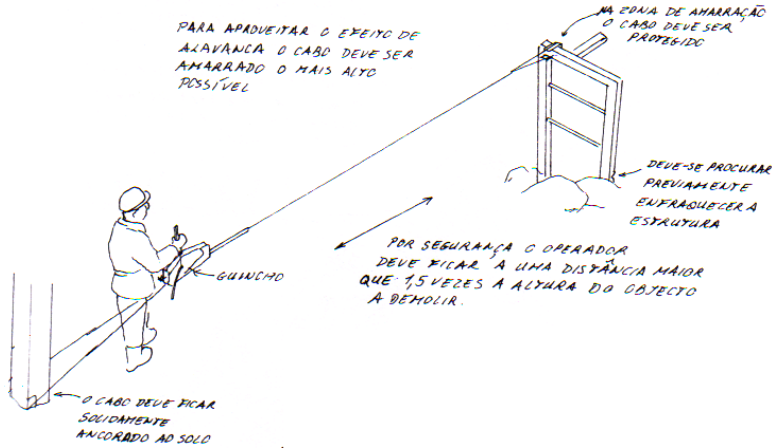


Figura 3.19 – Demolição por tracção de cabos com guincho manual (Fonte: Mascarenhas, Jorge, 2008)

3.2.2. Demolição por compressão

Efectuada por máquinas pesadas capazes de derrubar estruturas em betão armado ou pedra por empuxe com retroescavadores com pás mecânicas ou tractores bulldozer, que embatendo contra a construção a empurraram ou fazem desmoronar-se por efeito de pancadas fortes. É necessário um espaço considerado para a realização desta técnica devido á projecção dos fragmentos e posteriormente o seu transporte, bem como condições de terreno que permitam a adequada manobra da máquina sempre em perfeita estabilidade no decorrer dos trabalhos. Este processo é limitado ao alcance do braço da máquina, quando são utilizados escavadoras por empuxe com uso da pá também se pode recorrer a um conjunto industrial de martelos e outros acessórios hidráulicos de demolição, quando a altura da construção não é superior ao comprimento do braço da máquina, medido na projecção horizontal. Uma altura superior levaria a que os materiais caíssem atingindo a máquina durante a queda. Com a utilização de bulldozers, de rasto ou de rodas, deve-se ter em atenção que os telhados são demolidos previamente para não escorregarem sobre as máquinas.

Desvantagens deste método:

- Execução dos trabalhos a uma acentuada distância de segurança;
- Impossibilidade de controlar com exactidão a direcção da queda dos materiais provenientes dos desmontes;
- Possibilidade de desmoronamento não controlo da estrutura.

Figura 3.20 – Trabalhos de demolição por compressão com retroescavadora (Fonte: http://umarizal.com/demolicao)

Figura 3.21 – Demolição com Bulldozer (Fonte: http://www.atarde.com.br)

3.2.3. Por impacto – Bola de Ariete

Consiste basicamente na demolição de edifícios por meio do impacto provocado por uma bola de aço de grande massa, 500 a 5000 kg, suspensa no braço de uma grua móvel, devidamente equipada para esse efeito, numa posição elevada por um cabo ou uma corrente, com movimentos pendulares ou em queda livre, fazendo embater com grande impacto no edifício provocando rotura e destruição das partes da construção, seja ela de betão armado, tijolo ou pedra. Esta operação é repetida as vezes que for necessário até se conseguir a demolição da estrutura, obtendo fragmentos de grandes dimensões.

A massa da bola é escolhida de acordo com a natureza da obra a demolir, mas sobretudo com as capacidades da máquina que a suporta e movimenta. Para além do cabo ou corrente que o carrega, cabo de trabalho, também possui um cabo de reposicionamento, para retornar à posição inicial e ser solto novamente de encontro á construção, que também tem a função de agarrar a bola no caso de rotura do cabo de trabalho, pelo que os pontos de união dos dois cabos à bola devem ser claramente distintos. Com o objectivo de amortecer ou reduzir os efeitos dinâmicos no cabo de trabalho e reduzir as vibrações à máquina, pode-se intercalar um pneu entre o mesmo e a bola ou ainda outra extensão de corrente.

Este método exige uma operação extremamente especializada realizada pelo operário da grua, capacitado, e só deverá ser realizada dentro de limites claramente definidos para evitar a sobrecarga da grua e esforços excessivos da lança e do terreno. Pode efectuar-se em qualquer tipo de estrutura não muito alta e que não possua elevadas espessuras de betão armado. É empregue em obras em que se pretende rapidez de

execução e não em demolições parciais, em face da imprecisão do seu controlo e produção de vibrações, sendo pois aplicado em desmantelamento total das construções e sem grandes possibilidades de aproveitamento dos materiais para reutilização.

Pode ser ainda utilizada para fragmentar estruturas tombadas, recorrendo a outro método de demolição, para maximizar e facilitar a remoção dos escombros.

Vantagens:

- Processo económico
- Processo com pouco desgaste do equipamento
- Permite a fragmentação de peças tombadas
- Eficaz na demolição de estruturas mais rígidas e de grande porte (em pedra ou em betão armado)

Desvantagens:

- Por se tratar de um método não controlado e potencialmente perigoso para os trabalhadores, quer durante quer depois na remoção dos escombros, exige muito espaço livre à volta do edifício a demolir bem como espaço para a manobra do equipamento que é de grande dimensão;
- Provoca vibrações no terreno (que deve ser firme) e em eventuais estruturas em contacto;
- Alta produção de ruídos e poeiras bem como projecção de fragmentos devido ao embate;
- Método limitado a uma altura até 30 m, em que a altura da lança deve ser maior para que a bola tenha balaço, em termos do ângulo do braço da grua, a 60˚;
- Não é muito eficaz em estruturas de betão fortemente armado, visto que é difícil cortar varões de aço;
- Existe o risco de danificar redes de infra-estruturas subterrâneas;
- É muito dependente em termos de rendimento do operador da máquina, uma vez que possui uma visão reduzida;

- Devido á produção de médios a grandes fragmentos dos materiais, obriga a trabalhos complementares posteriores de fragmentação e transporte dos escombros de maiores dimensões;
- É utilizado em casos excepcionais, em trabalhos de grandes dimensões devido aos inconvenientes do transporte da maquinaria pesada.

Medidas de segurança do método:

- Proibição de entrada no edifício e deslocação de pessoas nas proximidades durante os trabalhos de demolição;
- Espaço de trabalho e de manobra da maquinaria superior a 6 m do edifício e afastamento de pelo menos 1 m de edifícios vizinhos;
- Como ao atingir o solo provoca vibrações significativas deve-se assegurar uma distância de segurança de pelo menos 1 m das infra-estruturas subterrâneas;
- Neste método é vulgar começar por remover manualmente o telhado e 50% a 70% dos pavimentos antes de iniciar os trabalhos de demolição com bola.

Figura 3.22 – Grande Bola de Aríete e conjunto com grua de demolição (Fontes: www.guiadaobra.net; http://www.rdidemolition.com)

Figura 3.23 – Demolição por impacto da bola em edifícios (Fontes: www.underflash.com; Navaratnam, Visvan A/L, 2005, pag.32)

3.2.4. Demolição com máquinas hidráulicas

Esta demolição é efectuada por equipamentos hidráulicos, que são constituídos por um conjunto motriz, ligeiro ou pesado, conjugado com máquinas locomotoras assentes sobre lagartas (mais favoráveis em superfícies irregulares), rolados (mais rápidos) e em pontos fixos (gruas móveis), com grande força de tracção e rotura, em que os apoios têm que possuir uma indispensável estabilidade. Essas máquinas possuem uma lança articulada em que na extremidade actuam ferramentas/acessórios especializadas de pequenas e grandes dimensões e elevada potência de precursão e impulso, reportando um rendimento considerável em trabalhos de demolição, remoção e transporte de materiais. Esses acessórios são escolhidos de acordo com as características e exigência dos trabalhos bem como a capacidade de suporte das bases, que podem ser: martelo demolidor hidráulico, macaco hidráulico, pulverizador de maxilas, tesouras de maxilas, baldes, pás de arrasto, alicates, trituradores, pinças (“power grapples”), “ripper”, nibbler”, garras, de diferentes tamanhos e potência [16].

Fazendo o uso da incompressibilidade, propriedade característica dos fluidos, foram introduzidas no mercado, a partir dos anos 50, instrumentos de variado tipo, que executam inúmeras funções de corte, esmagamento e desmantelamento de estruturas sejam elas de betão armado, pedra, madeira, metálicas ou mistas e que possuem ferramentas de transporte de resíduos, muito úteis e rápidos em trabalhos de demolição.

Como já foi referido essas máquinas são classificadas como ligeiras ou pesadas. e pesadas. As máquinas ligeiras ou pequenas são constituídas por robôs de demolição (controlados por um controlo remoto) e mini-escavadoras, com rodas ou lagartas. As máquinas pesadas ou de grandes dimensões são retroescavadoras, escavadoras, giratórias, conjunto industrial sobre rodas, lagartas de grande alcance e potência, podendo ainda os acessórios estarem ligadas sobre gruas móveis. Essas máquinas, ligeiras ou pesadas, são escolhidas de acordo com as exigências e necessidades dos trabalhos, desde das dimensões dos edifícios, fragilidade, processos construtivos, materiais utilizados [17].

3.2.4.1. Demolição com máquinas ligeiras ou pequenas máquinas hidráulicas

Para a diminuição de riscos de acidentes, danos e redução do esforço humano são utilizados estes equipamentos que são muitos úteis, visto que podem ser utilizados em sítios de difícil acesso ou de elevado risco como por exemplo queda de componentes a serem demolidos, queda em altura de pessoas ou trabalho em zonas com elevada produção de poeiras, ruídos e vibrações, que exige um maior esforço humano. Devido á elevada potência, pequena dimensão, facilidade de deslocação e uma variedade de acessórios com sistema hidráulico (tesoura, pá, pinça, fresa e martelo), de acordo com a natureza e necessidade dos trabalhos, são instrumentos muito precisos e eficazes em trabalhos de demolição de betão armado, tijolo, construção em pedra ou estruturas mistas. São utilizados essencialmente em pequenos trabalhos de demolição por perfuração, tracção, esmagamento e desmantelamento em pavimentos, cobertura, lajes, vigas, pilares bem como corte de varões de aço.

Existem hoje em dia uma variedade de máquinas, de muito pequenos a grandes dimensões, de conjunto ou apenas do braço, bem como de potência debitada, o que depende muito dos fabricantes.

3.2.4.1.1. Robots de demolição

O robôs de demolição trazem criatividade aos trabalhos de demolição. Proporciona grande flexibilidade em relação aos métodos de demolição e ainda oferecem ganhos de eficiência e lucratividade. Compacto e de grande manobrabilidade, um robô tem fácil acesso em qualquer lugar, garantia de que os trabalhos de demolição e de escavação leve serão realizados de forma perfeita, tanto nas áreas internas como externas, onde haja restrição de espaço, perigo de queda do equipamento e em zonas de atmosfera perigosa (riscos biológicos, químicos). É ideal para demolições em edifícios industriais como em áreas com tubagens e condutas, pátios, caixas de escada, tectos, revestimentos de fornos e muito mais. O seu projecto inovador ainda o credencia para a obtenção de resultados extremamente eficientes em ambientes delicados. Equipados com martelos hidráulicos, tesouras, colunas de perfuração, ferramentas de corte de varões de aço, pinças, pás, fresas etc.

São máquinas de demolição, perfuração e corte que combinam uma extraordinária potência com reduzidas dimensões permitindo que o operário que o

manuseia, com alguma distância, não esteja exposto a diversos riscos. Todos os robôs oferecem vantagens como por exemplo:

- São operados por controlo remoto de fácil manuseamento;
- São fáceis de manejar e transportar;
- Apresentam ampla gama de acessórios;
- Muito eficazes e resistentes;

Figura 3.24 – Robô de demolição com martelo demolidor (à esquerda) e com tesoura de corte (à direita) (Fontes: www.rdidemolition.com; www.anzeve.com)

3.2.4.1.2. Mini-escavadoras com rodas ou sobre lagartas

Tal como os robôs de demolição, as mini-escavadoras são máquinas de pequenas dimensões utilizados em diversos trabalhos de demolição, devido aos vários acessórios de encaixe. Apesar de ser maior que o robô, devido á cabine de protecção do operário ou devido à maior dimensão do braço, desempenha as mesmas funções e utiliza os mesmos acessórios já acima mencionados, efectuando trabalhos de demolição em espaços reduzidos com eficácia; também possui um acessório útil na remoção de pavimentos em betão, não muito armados, como o pilão que consiste numa massa com um a dois metros de altura que cai ao ritmo de 25 a 12º pancadas por minuto, em superfícies planas horizontais. Podem estar assentes em rodas ou em lagartas e de diversos tamanhos e formas. Apesar de serem pequenos, possuem uma enorme potência em trabalhos de desmantelamento, esmagamento, corte e transporte de resíduos ou pequenas peças, com pinças, pás ou ganchos.

Figura 3.25 – Trabalhos de demolição com mini-escavadoras com rodas de pequenas dimensões com uso de martelo demolidor, pinça, pilão, pá (Fonte: Bobcat ; www.bobcat.eu)

Figura 3.26 – Mini-escavadoras com rodas longo braço (Fonte: Bobcat; www.michaelis.pt)

Figura 3.27 – Trabalhos de demolição com mini-escavadoras com lagartas com longo braço (Fonte: Bobcat ; www.bobcat.eu)

3.2.4.2. Demolição com máquinas hidráulicas pesadas

Para trabalhos de demolição de edifícios de grande porte e maior rigidez construtivo em que se exige uma maior rapidez e eficácia, os mesmos são feitos por máquinas de elevado alcance e potência. São também utilizados na demolição de estruturas em espaços muito confinados, entre edifícios, em que se exige uma precisão e minimização de riscos de desmoronamento, embate e vibrações excessivas em edifícios vizinhos ou em espaços públicos.

Utiliza-se retroescavadoras, escavadoras (giratórias) com rodas ou lagartas, sendo as lagartas mais eficientes em trabalhos em superfícies muito irregulares e de muitos obstáculos e com braços de pequena ou elevado alcance, o necessário, na execução dos trabalhos com a ajuda dos diversos acessórios, de várias dimensões. Com enorme potência os acessórios possibilitam o desmantelamento (martelo demolidor), esmagamento, corte das estruturas em betão armado (tesouras), corte de armaduras e perfiz metálicos. São utilizados também na limpeza da zona de demolição (pinças e ganchos), com o transporte dos resíduos e fragmentos de maiores dimensões bem como a desfragmentação (pulverizadoras) para um melhor transporte.

Vantagens:

- É um método caracterizado pelo elevado alcance e potência dos equipamentos, empregue na execução de trabalhos em zonas de difícil alcance e acesso (edifícios ou estruturas muito altas, subaquáticos, espaços muito confinados ou subterrâneos) em que a estrutura, seja ela de betão armado, pedra, madeira, tijolo, metálica ou mista, tem que ser demolida de forma deliberada e sequencialmente, ou seja, sem ocorrência de riscos de derrube ou colapso das estruturas;
- É eficaz em estruturas mais rígidas com escolha adequada dos acessórios utilizados;
- Pouca utilização de mão-de-obra;
- Redução significativa dos riscos de acidentes com operários, visto que o trabalho é feito por um operário especializado e há pouca intervenção de mão humana nos trabalhos;
- Demolição de forma controlada e precisa;

- Rapidez de execução e limpeza da zona de demolição.

Desvantagens:

- Produção de ruídos, poeiras e vibrações;
- Limitação da base sobre a qual se apoie a máquina de suported a carga e do alcance do braço seja suficiente;
- Deficiências na determinação de potência necessária para a realização dos trabalhos dos diferentes materiais e métodos construtivos;
- Apesar de ser empregue em espaços confinados e de difícil acesso é necessário um espaço considerável para a manobra da máquina em segurança;
- Riscos associados ao manuseamento e intervenção das máquinas: capotamento, acidentes com pessoal presentes nas imediações dos trabalhos (atropelamento, esmagamento), colisão, danos acidentais com estruturas vizinhas ou mesmo danos na estrutura de suporte e queda de nível superiores ou ainda contactos com redes aéreas e enterradas de electricidade, água, gás ou telefónico.

Medidas preventivas:

Como não poderia deixar de ser em trabalhos com máquinas pesadas é necessário tomar algumas medidas de prevenção para reduzir ou combater todos os riscos de acidentes associados aos trabalhos de demolição, medidas essas relacionadas com a própria estabilidade da estrutura, dos riscos de derrube ou colapso da estrutura e com os trabalhadores presentes nas imediações dos trabalhos.

- O operário das máquinas deve ter formação adequada para manobrar o equipamento específico;
- No perímetro ocupado pela maquinaria, especialmente escavadoras giratória, não devem permanecer nem transitar ninguém quando o equipamento se encontra em funcionamento;
- Quando as máquinas encontram-se assentes sobre rodas, deverá efectuar o trabalho com estabilizadores actuados;

- O manobrador tem que saber quais os locais onde existem redes enterradas com o intuito sobre os procedimentos a tomar na aproximação dessas infra-estruturas;
- Para as redes de electricidade aéreas é necessário ter atenção para não haver choque com o braço do equipamento;
- As manobras com a maquinaria pesada tem que ser de forma cuidadosa, com velocidades baixas e possuir sistemas de aviso sonoro e luminoso ema manobras de marcha atrás;
- *Especial precaução quando se aplica à* demolição de muros verticais ou pilares de certa altura para evitar o embate sobre a máquina ou operário [18].

Figura 3.28 – Trabalhos de demolição com grupo hidráulico de uma escavadora sobre lagartas (Fonte: www.construlink.com, www.demotri.com)

Figura 3.29 – Conjunto hidráulico assente em base sobre rodas (Fontes: Atlas copto, Portugal; http://www.rdidemolition.com/)

Figura 5. 1 – Sistema hidráulico fixo, grua móvel, trabalhos em zonas muito altas (à esquerda); Trabalhos em zonas subaquáticas com escavadora sobre lagartas (à direita) (Fonte: Atlas Copto, Potugal)

Alguns acessórios utilizados na demolição com uso de conjuntos hidráulicos [19]:

Martelo demolidor – O mecanismo deste acessório é similar ao martelo demolidor hidráulico manual, possuindo maior potência de percussão é manuseada á distância pelo operador da máquina de suporte. Possui igualmente vários ponteiros de encaixe, semelhante ao do martelo manual mas, como é lógico, de maiores dimensões, de acordo com a natureza dos trabalhos. Estes martelos devem possuir um sistema automático que permita variar a energia e frequência dos golpes em função da dureza do material.Com os golpes no vazio são nefastos para o equipamento o pistão deve parar quando o guilho não está em contacto com o material. Devido às exigências dos trabalhos a carcaça do martelo deve ser muito resistente, com reforços em zonas de maior desgaste, e ser estreito para possibilitar uma maior visibilidade na execução dos trabalhos.

Os martelos devem estar equipados com um sistema de pressurização quando:

- Trabalham debaixo de (para que não entre água)
- Trabalham em tectos de túneis (por causa do pó)

Quando maior for o martelo:

- Mais compridos serão os ponteiros
- Menor será o número de impactos (pequenos 1500 golpes/minuto enquanto os grandes 900 golpes/minuto)

Figura 3.30 – Martelo pneumático (fonte: Atlas Copto, Potugal)

Pulverizadores – Trata-se de um acessório utilizado pelas máquinas hidráulicas no esmagamento de peças tombadas, estão dotados também de lâminas para o corte de varões de aço, na demolição secundária, ou seja, fragmentação dos resíduos de maiores dimensões e separação do betão das armaduras no local da demolição ou em zonas de tratamento e reciclagem. O esmagamento é executado por uma mandíbula, superior, com movimento lento (2,3 a 3 segundos de fecho e 2,4 a 3,5 de abertura, com dispositivo para acelerar o fecho quando se move no vazio) de um cilindro hidráulico mas com uma elevada força de esmagamento e com apoio de uma maxila inferior fixa e curva para içar melhor as peças tombadas e possibilitar o esmagamento. Os Pulverizadores podem também ser equipados com uma unidade de rotação hidráulica a 360º, o que permite a sua utilização na demolição primária, como uma pinça.

Figura 3.31 – Pulverizadores (fonte: Atlas Copto, Potugal)

Tesouras de maxilas – Com as duas maxilas móveis de elevada potencia são instrumentos muito eficazes em trabalhos de demolição de alvenarias, lajes, pilares, coberturas, entre outros componentes dos edifícios, em que permite torcer, cortar, esmagar e comprimir. Com a elevada potência de esmagamento e corte dos cilindros hidráulicos as mandíbulas actuam com os dentes e lâminas com perfeita aderência na

peça a demolir. Estes instrumentos possuem conjuntos de maxilas substituíveis de acordo com a natureza dos trabalhos, como por exemplo: pulverizar, "standart" esmagar betão e cortar varões de aço, cortar chapas metálicas (cisala), desmantelar fábricas, cortar depósitos, alicate triturador e de corte.

Na demolição de uma estrutura metálica, como essencialmente é composta por pilares e vigas em aço, para assegurar uma separação e redução de tamanho utiliza-se tesouras com mandíbulas em aço, como se pode verificar na fig. 4.33. As mandíbulas de aço distinguem-se das unidades convencionais universais por apresentarem um desenho exclusivo baseado em lâminas em vez de dentes. As lâminas e o formato das mandíbulas de aço facilita o corte de chapas de aço e estruturas fechadas [20].

Algumas características:

- Quanto mais estreita for as maxilas menores serão os esforços de torção
- Devido á elevada força hidráulica de esmagamento as maxilas levam alguns segundos a fechar (abertura 3s e fecho 3-6s)
- Peso de 154 a 3400kg
- Abertura máxima de 129cm
- Força de corte 100 a 280ton
- Força de Esmagamento 65 a 137ton
- Força de esmagamento 78 a 480ton

Figura 3.32 – Tesoura de demolição com duas maxilas móveis de betão armado (à esquerda) e corte de perfis metálicos (à direita) (Fontes: http://frd-abbruchtechnik.de; Atlas Copto, Potugal)

Garras, pinças ("power grapples") – Utilizada essencialmente em trabalhos de remoção de peças de betão armado, pedras e perfis metálicos de grandes dimensões mas também possuem potentes cilindros hidráulicos para a execução de pequenas demolições, como por exemplo alvenarias de betão armado, de pedra e de tijolo de pequenas espessuras.

São utensílios muito úteis durante e depois dos trabalhos de demolição, devido à elevada potencia (força de fecho) e rapidez (com fecho das duas maxilas e rotação do conjunto), visto que possibilita uma rápida retirada das peças de grandes dimensões num curto espaço de tempo, reduzindo os trabalhos secundários de fragmentação e transporte dos mesmos.

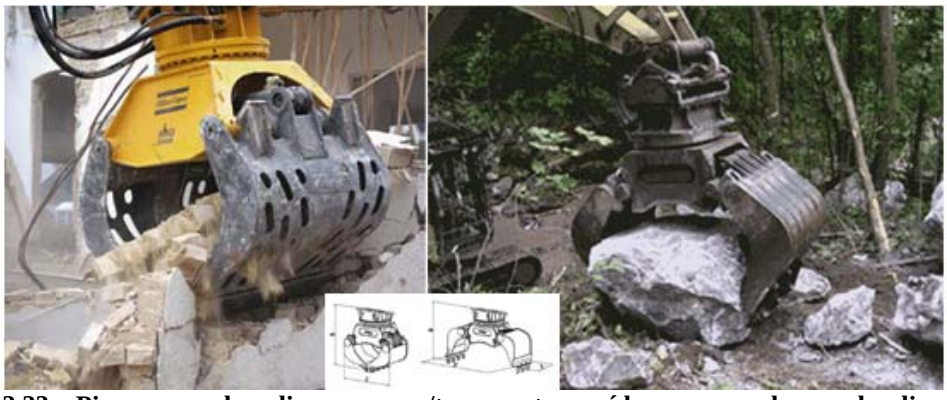


Figura 3.33 – Pinças para demolir e remover/transportar resíduos e peças de grandes dimensões e pesos (Fonte: http://frd-abbruchtechnik.de)

3.3. Demolição utilizando processos abrasivos

Este método é utilizado em casos em que se pretende efectuar demolições, trabalhos de reabilitações e reparações ou ainda corte de partes de uma estrutura devido a deficiências na fase de construção, em estruturas de betão armado. Devido ao seu elevado custo é empregue, na maior parte, em trabalhos de remodelações e reabilitação de estruturas, em que se pretende uma grande precisão no corte de partes de uma estrutura, no corte em paredes exteriores ou divisórias, pavimentos, corte em viadutos e pontes e pequenos trabalhos de aberturas de valas em pavimentos asfaltadas. Na demolição, é utilizada quando se pretende cortar parte de uma estrutura com muita precisão e sem pôr em risco a estabilidade e integridade das partes a serem mantidas. É ainda utilizado quando é feita uma demolição por desmonte controlado dos elementos construtivos, os seja, a separação sequencial de vigas com pilares, lajes, escadas, e posterior remoção com gruas móveis ou elevatórias.

Nos métodos a seguir descritos, o aspecto em comum é o facto do sistema de demolição ser o de brasão do betão (armado ou não e pré-esforço), pedra e asfalto, provocando cortes precisos nas peças a demolir. O corte é feito por dentes metálicos com grãos de diamante industrial retidos numa matriz geralmente metálica, em que consoante a natureza dos trabalhos, qualidade do betão e os inertes e densidade das

armaduras, são escolhidos os equipamentos mais adequados em termos do tipo de aparelho, sua dimensão e velocidade de processamento, a potência do motor, a profundidade do corte e a velocidade do mesmo. Na demolição por processos abrasivos o corte é feito por disco, serra, caroteadora ou fio, com as seguintes ferramentas:

- Corte por disco portátil;
- Corte por disco sobre rodas (corte de pavimentos, pisos e lajes);
- Corte por discos sobre calhas (serra de parede);
- Serra portátil com correntes diamantadas (motosserra);
- Corte com fio diamantado;
- Caroteadoras.

Outras formas de corte abrasivo, sem ferramentas cortantes, também podem ser realizadas por jacto de água (hidrodemolição) e jacto de água e areia a alta pressão.Os sistemas de corte por processos abrasivos são em geral serem efectuados por máquinas com motores hidráulicos, apesar de também existirem eléctricos e a gasolina ou diesel, isto porque:

- Podem trabalhar em ambientes húmidos sem problemas;
- São completamente fechados pelo que o seu funcionamento não é afectado por poeiras, resíduos ou água;
- Ocupam muito pouco espaço;
- A manutenção é simples [21].

<u>Como medida de prevenção de riscos é necessário:</u>

- Segurar nas peças a demolir, antes do começo dos trabalhos, para evitar que a sua queda súbita ponha em os operadores e o equipamento;
- Trabalhos realizados por empresas e operários com especializados;
- Utilização dos equipamentos de segurança individual e muito cuidado no deslocamento das pessoas nas imediações dos trabalhos de corte.

3.3.1. Corte por disco portátil

Sendo um equipamento de pequenas dimensões e portátil (equipamento manual ligeiro) mas com uma elevada potência de corte, é uma ferramenta muito útil no corte de pequenas fracções de uma estrutura, tombada ou não, por um operário devidamente equipado para a realização do trabalho.

Alguns aspectos técnicos:

- O material abrasivo está colocado na periferia do disco;
- O arrefecimento do disco é feito por água;
- O motor de tracção pode ser eléctrico, a diesel ou hidráulico;
- A bordadura do disco com o material abrasivo varia com a natureza do material a cortar;
- Profundidades de corte até 27cm;
- Lâminas abrasivas ou diamantadas.

Vantagens:

- Versátil e com uma variedade de disco de utilização;
- O corte pode ser húmido ou seco;
- Corta com facilidade peças de betão armado;
- O corte é feito com precisão;
- Não provoca fissuras nas peças cortadas.

Desvantagens:

- Provoca ruídos;
- A espessura do corte é limitada pelo diâmetro do disco;
- É necessário escoar a água;
- Não corta por completo o interior dos cantos de polígonos.

Figura 3.34 – Pequenos trabalhos de demolição com serras de disco portátil (Fontes: www.tyrolit.com.br; www.soporfuso.com)

3.3.2. Corte por disco sobre rodas

É um instrumento de corte de pavimentos de betão (fresco ou endurecido) ou de asfalto; é chamado de serra de pavimento ou de pisos, com grande precisão (devido ao guiamento frontal que quando pousado no pavimento alinha com disco de corte) e rapidez de corte. Podemos encontrar máquinas de pequenas e grandes dimensões. Possuem diversos tipos de discos, de acordo com o material a cortar, com uma variedade de tamanhos que podem atingir 63cm de penetração de corte, com discos de diâmetro de 1.2m. Com cortador a gasolina (mais usual) e com pesos de 37 até 2180kg, são manuseadas por um operário.

Figura 3.35 – Serra de pavimento (à esquerda), corte de pavimento de asfalto (à direita) (Fonte: www.logismarket.pt)

Figura 3.36 – Utilização de serra de pavimento no corte de peças de betão, e betão armado, pavimentos, tabuleiro de viaduto e lajes (Fontes: www.democorte.pt; www.hidrobetao.pt)

3.3.3. Corte por discos sobre calhas (serra de parede)

Este tipo de serra aplica-se ao corte de betão, betão armado (devido à facilidade de corte de aço) e rocha; como o próprio nome indica é o tipo de serra por excelência para cortar em parede, muros e também pavimentos. O corte pode ser vertical, horizontal, obliquo e com grau de inclinação (tipo chanfro), com uma grande versatilidade na mudança do tamanho do disco com alguma facilidade e, graças à denominada "serra de mergulho", não fica limitado pelo diâmetro do disco. O processo consiste na fixação de uma calha, ao paramento a cortar, na qual o disco executa o corte deslizando sobre a calha. O sistema possui três motores hidráulicos, eléctricos ou a diesel, para a execução de três movimentos distintos: motor de rotação do braço do disco (para atingir a profundidade desejada), motor de rotação do disco e motor de avanço ou deslocamento sobre a calha [22].

É uma ferramenta muito útil na demolição de parte de uma estrutura, de forma muito controlada e precisa, bem pequenos trabalhos de reabilitação e correcção de defeitos de construção como já foi referido. É ideal na abertura de vãos para passagem de tubagens, juntas de dilatação, portas, janelas, entre outros, em paredes exteriores ou divisórias, de betão armado ou em lajes e em cortes de vigas e pilares na demolição por desmonte controlado, dando origem a blocos de betão que podem ser posteriormente segurados e removidos com auxilio de uma grua. É um processo, que para além de ser

muito preciso, eficaz e rápido, não produz vibrações e consegue atingir uma profundidade de corte até 1100mm, com discos que podem atingir mais de 1m de diâmetro [23].

Algumas vantagens deste método:

- Corta com facilidade betão armado e blocos de pedra;
- Elevado rendimento de corte, ainda que claramente reduzido pela existência de muitas armaduras;
- Manipulação simples (versão compacta);
- Secção de corte muito lisa, sem necessidade de trabalhos adicionais, e sem afectar o betão adjacente;
- Grande precisão de corte (com adaptação adequada da calha);
- Não tem riscos de fissuração e é seguro para os trabalhadores (por ser manuseado à distancia, por controle remoto, e possuem uma caixa de protecção do disco)

Em contrapartida, apresenta também algumas desvantagens:

- Exige alguma experiencia na utilização do equipamento;
- Apesar de já existirem novos equipamentos mais eficazes e mais compactos, apresenta dificuldades na montagem do conjunto e na colocação da calha em diversas superfícies;
- O corte pode ser limitado pelo raio do disco;
- É necessário evacuar o líquido de refrigeração;
- O equipamento produz algum ruído e poeiras.

Figura 3.37 – Serra de parede (Fonte: www.soporfuso.com)

Figura 3.38 – Várias posições, ângulose sentidos (horizontais e verticais) de utilização das serras de parede (Fontes: www.hidrobetao.pt; www.tyrolit.com.br)

Figura 3.39 – Corte de piso com serra de mergulho, sem limitação de diâmetro de corte (Fonte: www.hidrobetao.pt)

Figura 3.40 – Algumas aberturas (janelas e portas) e fragmentos de betão de grandes dimensões feitos por serras de parede (Fonte: www.democorte.pt)

3.3.4. Corte com fio diamantado

Esta técnica é semelhante à anterior a nível de corte, para o mesmo tipo de trabalhos, em que esta exige acesso às duas superfícies opostas da peça a cortar. O corte por abrasão no betão, betão armado e rocha é feito por um cabo de aço diamantado, com um diâmetro de 5mm possuindo cerca de 40 anéis ("perlinas") em cada metro; é feito graças a várias rodas de orientação e por onde o cabo roda em grande velociadade, depois de estar traccionado, provocando o corte preciso dos materiais referidos. O corte pode ser vertical, horizontal ou oblíquo, tanto ao ar livre como submerso e aplica-se em casos que a espessura da fracção a cortar ultrapasse os 70cm.

Forma de funcionamento:

- São executados furos dum lado ao outro;
- Com a ajuda de um arame são introduzidos os cabos;
- As rodas são orientadas e ajustadas estabelecendo a direcção pretendida de corte;
- Com um motor hidráulico o cabo é traccionado, com uma roda de maior dimensão que se encontra na máquina;
- Começa-se a cortar a peça por rotação do cabo.

Vantagens da utilização deste método:

- A grande vantagem deste método consiste no corte de peças de grandes dimensões e para grandes áreas é o sistema mais económico;
- Grande facilidade e rendimento de corte de betão armado (não muito armado);
- Elevada versatilidade de adaptação ao uso e a ambientes de trabalho;
- Não produz poeiras, ruídos e vibrações;
- Rigor, precisão de corte;
- A superfície de corte fica lisa, não provoca fissuras e não afecta o betão adjacente;
- Permite cortes em todas as direcções numa amplitude de 360° (horizontal, vertical, obliqua e parabólicas)

- É seguro para os trabalhadores visto que o operador se mantém longe da zona de corte;

Apresenta no entanto algumas desvantagens:

- Exige alguma experiencia por parte do operador do equipamento;
- Requer a execução de furos (com perfuradoras ou caroteadoras) nas peças a cortar para fazer passar o cabo e no caso de peças com elevadas espessuras é muito inconveniente;
- Tal como a serra de parede a montagem do equipamento é moroso;
- Como é arrefecido por água é necessário a evacuação do líquido.

Figura 3.41 – Grupos de Corte com fio diamantado utilizados no corte de peças em betão armado ou rocha (Fontes: www.hidrobetao.pt; www.tyrolit.com.br)

Figura 3.42 – Aplicações de corte de peças de betão armado, com ajuda de gruas (Fontes: www.hidrobetao.pt; www.tyrolit.com.br; www.soporfuso.com)

3.3.5. Serra portátil com correntes diamantadas (motosserra)

Apesar de ser utilizado na sua maioria no corte de árvores e lenha, é também uma ferramenta manual portátil de manuseio fácil, compacta e leve com boa relação peso/potência, de corte do betão, betão armado (não muito armado), blocos de pedra bem como alvenarias de tijolo, trabalhos de pouca envergadura na construção civil, e neste caso da demolição, que pode ser equipado, com várias correntes para o corte dos diversos materiais já referidos. Com uma potência em geral de 15cv, o corte é auxiliado através de arrefecimento com água e com cerca de 5500 rotações por minuto; é um instrumento muito útil em demolição, corte e aberturas em paredes interiores, fachadas e lajes bem como no corte de fragmentos tombados.

Outras características:

- Cortes profundos até 60cm;
- Os cantos dos polígonos ficam completamente cortados ao contrário dos discos;
- Pode-se fazer orifícios pequenos;
- Processo de corte rápido e expedito;
- O corte é preciso e não provoca danos nas zonas adjacentes;
- A manutenção é reduzida;
- Pode-se efectuar cortes circulares.

Tal como a disco portátil, é um instrumento em que é necessário ter muito cuidado no seu manuseamento, devido à menor protecção na zona da corrente e à projecção de fragmentos das peças a cortar, a fim de evitar riscos, principalmente, de integridade física do operário. Por esses motivos é necessário ter cuidados especiais e medidas de prevenção tais como:

- Ser realizado por um operário especializado ou com alguma experiencia para tal;
- Antes de dar o arranque na motosserra, verificar se os dispositivos de segurança estão em perfeitas condições para o trabalho visto que é expressamente proibido realizar qualquer tipo de manutenção quando estiver em funcionamento (seja

abastecimento, reparos mecânicos, testar ou regular a corrente, etc);

- O arranque da motosserra nunca deve ser feito no ar (sem apoio);
- Operar a motosserra sempre com as duas mãos bem firmes;
- O operador deve manter sempre uma posição firme e segura durante o trabalho;
- Nunca transportar a motosserra com o motor em funcionamento;
- Não transportar a motosserra sobre o ombro;
- Usar obrigatoriamente os equipamentos de protecção individual (EPI) necessários, conforme exigências do trabalho:
  - ☑ Capacete;
  - ☑ Botina de segurança;
  - ☑ Óculos de proteção;
  - ☑ Luva de vaqueta;
  - ☑ Protetor auricular;
- Durante o trabalho com motosserra, não usar vestimentas ou acessórios que possam prender-se na madeira ou em estruturas do equipamento [24].

Figura 3.43 – Trabalhos de corte de peças de alvenaria de tijolo e betão armado com motosserra (Fontes: www.anzeve.com; www.logismarket.pt)

3.3.6. Caroteadoras

As caroteadoras, com motores eléctricos ou hidráulicos, foram criadas para a recolha de amostras, extracção de carotes, de betão e rocha, para realização de ensaios em laboratórios, porém, hoje são também muito utilizadas para executar aberturas em estruturas de betão armado para a passagem de infra-estruturas (tubos de água, cabos de electricidade, entre outros). Em trabalhos de demolição parcial, são utilizados para passagem de cabos de aço para a remoção de grandes blocos de betão.

É um instrumento muito versátil, manuseada pelo operário ou automáticas, e graças aos sistemas de suporte, permite utilizações em superfícies horizontais, verticais e até mesmo em superfícies curvas. A extracção consiste num movimento rotativo de um cilindro metálico oco com uma coroa diamantada na sua extremidade, com dentes abrasivos, na qual o betão fica retido na interior no cilindro metálico, devido á elevada potência do sistema com a refrigeração com água durante todo o processo. As brocas possuem vários diâmetros de extracção de carotes desde 10mm a 1m.

Vantagens do uso das caroteadoras:

- Grande precisão de corte;
- Sem riscos de fissuração;
- É relativamente silencioso e sem poeiras;
- Corta o aço com facilidade e sem vibrações;
- Manipulação simples;
- A superfície de corte fica lisa;
- Trabalha em diversas posições;
- Prolongamento do braço da broca possibilitado grande profundidade de penetrações;
- Trabalho cómodo e sem fadiga;

Algumas desvantagens do método:

- A furação é limitada pelo comprimento e diâmetro da broca, bem como da altura do suporte;
- Sistema de baixo rendimento;
- Processo moroso;
- É necessário retirar o líquido refrigerante.

Apesar de ser um processo com reduzidos riscos de acidentes, em comparação com o método anterior, é sempre necessário tomar algumas precauções e cuidados antes e durante o processo como por exemplo:

- Assegurar a perfeita montagem do equipamento e do suporte (uma fixação estável, sem trepidações);
- Admissão de água suficiente para a refrigeração;

- Apesar de possuir uma manipulação simples é necessário que seja executado por um operário qualificado e como não pode deixar de ser com os devidos EPI.

Figura 3.44 – Extracção de carotes em trabalhos preparatórios de demolição passagem de infra-estruturas (Fonte: www.itecons.uc.pt; www.olx.pt; www.oz-diagnostico.pt)

3.3.7. Corte com jacto de água (hidrodemolição)

É um método eficiente, com um rendimento muito superior a qualquer dos - métodos tradicionais, sendo a demolição realizada de uma forma selectiva, sem causar vibrações nem danos secundários (micro-fissuração) em que a espessura de betão a remover é controlada pela combinação da pressão, fluxo de água e movimento do jacto. O método consiste em vencer a resistência da argamassa de betão à tracção, com a pressão do jacto de água a uma pressão de 900 a 2500bar com um caudal de 227 litros por cada minuto e com rendimentos de 0,5 a 1m3 por hora (dependendo da qualidade do betão, tipo de armadura de ferro, como também da profundidade a ser removida e qualidade dos agregados), deixando os inertes de maiores dimensões soltos a cair ou a serem arrastados. A energia necessária é fornecida por ar comprimido, o qual impulsiona a água através de uma bomba de alta pressão.

Feita manualmente mas com maior rendimento e ausência de perigos quando é executada por automatização (máquinas automáticas ou robôs) e com a possibilidade de serem acoplados ao braço de uma escavadora, é uma técnica muito utilizada essencialmente em trabalhos de remoção de camada superficial deteriorada de betão em grandes superfícies. A superfície de remoção do betão fica irregular e rugosa, ideal para aderência de novo betão ou uma nova camada de revestimento; fazem apenas a remoção de betão deixando as armaduras existentes intactas mas limpando-as de substâncias desagradáveis como as provenientes de corrosão. Com diversas aplicações em estruturas de betão em particular superfícies planas verticais ou horizontais, como do tecto, em docas, pavimentos, tanques, portas e pilares, barragens, túneis, canais de água, pontes, cais, etc.

A hidrodemolição tem as seguintes vantagens:

- Ideal em trabalhos de reparações e reabilitações devido ao melhor tratamento das superfícies para trabalhos posteriores;
- Mais rápida e de menor custo efectivo do que os métodos tradicionais;
- Não provoca danos secundários como formação de micro-fissuras à estrutura adjacente;
- Remoção selectiva e limpeza da armadura existente;
- A superfície final é mais rugosa proporcionando melhor aderência ao betão novo;
- Livre de vibrações, menos ruído do que os métodos tradicionais e sem poeira;
- Mais ergonómico ao operador e sem risco de incêndio;
- Corte relativamente preciso em qualquer direcção;

Algumas desvantagens:

- Equipamento caro (e se recorrer a areia, devido ao custo dos consumíveis, passa a ser elevado)
- Baixo rendimento em peças fortemente armadas;
- Necessidade de evacuar a água e detritos;
- Necessidade de produzir enormes pressões “in-situ”;
- Utilização de mão-de-obra especializada.

Como medidas de prevenção de riscos de acidentes e danos aos operários, o manobrador das máquinas ou trabalho com a lança manual deve possuir os devidos equipamentos de protecção individual como por exemplo: capacete com viseira, adequada a esse trabalho, luvas, botas e vestuário especifico.

Figura 3.45 – Trabalho de demolição com máquina pesada de hidrodemolição é superfície horizontal (em cima) e com máquina ligeira em superfície vertical (em baixo) (Fonte: www.hidroquimica.pt)

Figura 3.46 – Trabalho com sistema de hidrodemolição manual e jacto de água manual (Fontes: http://www.sartago.com/hidrodemo.html; www.balhidrojato.com.br)

3.3.8. Jacto de água e areia

Inicialmente foi desenvolvido um sistema de jacto de areia, sem água, mas devido ao alto carácter poluente dessa solução fez com que fosse necessário utilizar a água. O jacto de água- areia é um sistema com as mesmas características do anterior, mas é composto por um depósito de material abrasivo, normalmente areia quartzosa de granulometria de 0,5 a 1,5mm, e água que permite aumentar significativamente o poder abrasivo da hidrodemolição. Outros aspectos que melhoram o rendimento desta técnica são: o diâmetro, a orientação da agulheta ao elemento a cortar e velocidade do jacto. Com a possibilidade de cortar peças armadas e mesmo corte de armaduras não é aconselhável em trabalhos de pequenas reparações e reabilitações.

Uma mangueira que com a ajuda de um compressor, despeja a areia a uma pressão variável; alta ou baixa. Para além deste equipamento básico, existe uma cabine de protecção, uma máquina de aspiração, um depósito de reaproveitamento de abrasivo. O bico de saída do abrasivo, na ponta da mangueira, é importante pois a abertura dele depende da variação do jacto de abrasivo. Pode-se então dizer que esta técnica é a alternativa à hidrodemolição na demolição de peças de betão armado (ainda que sem serem fortemente armadas), mantendo de um modo geral as vantagens e as inconvenientes, sendo esta naturalmente mais cara [25].

3.4. Demolição utilizando processos térmicos [26]

Também designado como demolição por corte a quente, deve ser seleccionado apenas em casos em o trabalho não possui nenhuns riscos de incêndio ou explosão, ou seja, localizada em áreas longe de combustíveis e materiais inflamáveis. As técnicas de corte são os métodos que podem, potencialmente, gerar calor suficiente sob a forma de fricção, faíscas ou chamas devido ao facto de durante o seu uso, se utilizam gases combustíveis. O seu uso na “indústria da demolição” consiste no facto de recorrerem a uma fonte térmica muito intensa e localizada para aquecer o betão e o aço, provocando através do enorme choque térmico a fractura e fragmentação. É um método que diferencia-se fundamentalmente em função dos aparelhos utilizados e da respectiva fonte de energia e calor. Esta técnica possui vários processos:

- Lança térmica;
- Maçarico:

- Combustão de pó de ferro e alumínio;
- Combustão de plasma.

- Laser.

3.4.1. Lança térmica

É um processo que consiste num jacto de metal derretido que corta com toda a facilidade quase todos os tipos de materiais, aço, betão, betão armado, pedra, chapas metálicas, em que o operador fica a uma distância considerável da peça a cortar (a mais dum metro), prevendo-se de riscos de acidentes e lesões derivado á elevada temperatura produzida e projecção de faíscas e fragmentos do material a cortar em que também se pode reforçar a protecção com um painel metálico de protecção .

O corte é executado através de um jacto de metal fundido, que é conseguido pela fusão de um sistema de oxi-acetileno, conduzida por uma lança (tubo) de ferro com varões de ferro e alumínio no seu interior, que é derretido devido a uma fonte de injecção de oxigénio pela extremidade oposta, conseguindo por combustão do material da barra derreter, perfurar e cortar aço e peças em betão armado. Existe ainda a possibilidade de utilizar um sistema de mistura de pólvora – oxigénio, que possibilita maior rendimento de corte mas também um consumo maior de oxigénio, logo mais dispendioso.

O sistema exerce sobre as peças a cortar um conjunto de três acções: Térmica – com uma temperatura de aquecimento na ordem dos 2000°C a 4000°C; Química – por combinação dos óxidos de ferro com as componentes da peça que acabam por fundir; Cinética – provocada pelo impacto da pressão do jacto de oxigénio contra a peça. Este método é utilizado em casos específicos de demolição ou de aberturas de vãos, como por exemplo trabalhos em zonas sem provocar vibrações ou ruídos em que se pretende cortar grandes espessuras fortemente armadas.

Esta técnica apresenta as seguintes vantagens:

- Corta facilmente todo tipo de materiais, nesse caso peças de betão, betão armado e até em pré-esforço;
- Possibilidade de cortar peças de grande espessura (a um ritmo de 50cm/min) e com formas irregulares;

- Permite trabalhar em espaço ao ar livre, fechados e debaixo de água;
- Técnica sem produção de ruídos e vibrações;
- Equipamento muito simples e ligeiro (à excepção da reserva de garrafas de oxigénio) em que a mão-de-obra rapidamente se familiariza com a técnica;
- Permite trabalhar em zonas de difícil acesso;
- Pouca alteração do betão na zona de corte (das zonas a manter intactas)

Porém, apresenta também algumas desvantagens:

- Ao contrário dos processos abrasivos este apresenta pouca precisão de corte;
- É um processo lento e oneroso;
- Origina escorrimento de escora de combustão, que em contacto com superfícies de betão adjacentes ficam marcados/manchados;
- Apesar de possibilitar trabalhos em zonas fechadas, estas têm que possuir uma ventilação muito eficiente para evacuar os fumos produzidos;
- Elevado risco de incêndio, principalmente na proximidade de combustíveis e materiais inflamáveis, e integridade física do operador principalmente no inicio do corte, devido à projecção de materiais em fusão;
- Utilização de vestuário específico para o processo para a protecção do operador;
- Processo utilizado só em casos específicos e com custo do equipamento e do processo muito elevado.

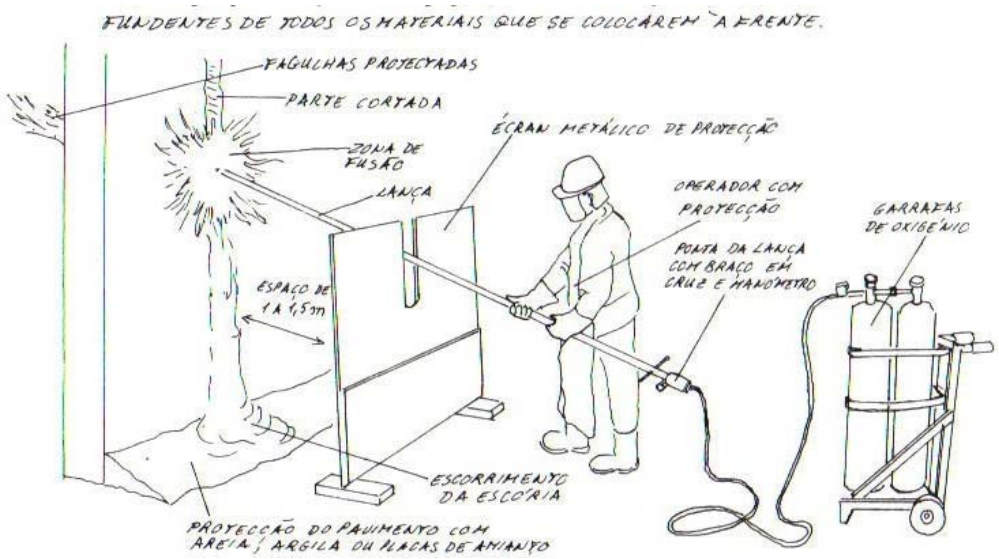


Figura 3.47 – Utilização da lança térmica na demolição (Fonte: Mascarenhas, Jorge, 2008)

3.4.2. Maçarico

O maçarico é um equipamento pertencente ao conjunto dos oxi-corte e soldadura de grande aplicação industrial, em trabalhos de soldadura, aquecimento, limpeza de pedra e também no corte de armaduras e chapas metálicas. Este processo é de apoio aos vários métodos de corte de betão armado e perfiz metálicos já referidos.

- **Combustão de pó de ferro e alumínio**

Um metal (liga de ferro) é aquecido à temperatura de ignição ou queima (abaixo do ponto de fusão) por uma chama oxi-combustível (chama de pré-aquecimento). A operação prossegue auto-sustentada, pois a reacção química entre o ferro e o oxigénio se dá com forte desprendimento de calor (reacção exotérmica). Neste processo um gás combustível qualquer é usado, acetileno, hidrogénio, propano. O maçarico de corte requer duas canalizações: um para o gás da chama ou gás de aquecimento (acetileno, GPL ou outro) e outro para o gás de corte (oxigénio). O maçarico do oxi-corte aquece a superfície superior do aço com seu combustível da chama, e à abertura da válvula do oxigénio causa uma reacção química de oxidação com o ferro da zona afectada, e o transforma no óxido férrico (Fe2O3), que derrete a uma temperatura da fusão inferior ao do aço carbono. Por se tratar de uma reacção química de oxidação, o oxi-corte não corta aço inox por ser um aço com características anti-oxidação. O aço inox é cortado por outros processos de corte como: corte por plasma, corte por jacto de água, corte mecânico por atrito e abrasão.

O processo de oxi-corte pode ser manual com o bico do maçarico fazendo 90º com o seu comprimento, ou mecanizado com um ângulo de 180º entre o bico e o comprimento, em que consegue-se cortar peças até 130cm, ainda que a partir dos 60cm o consumo se torne muito elevado; o rasgo apresenta uma largura da ordem dos 3 a 4cm.

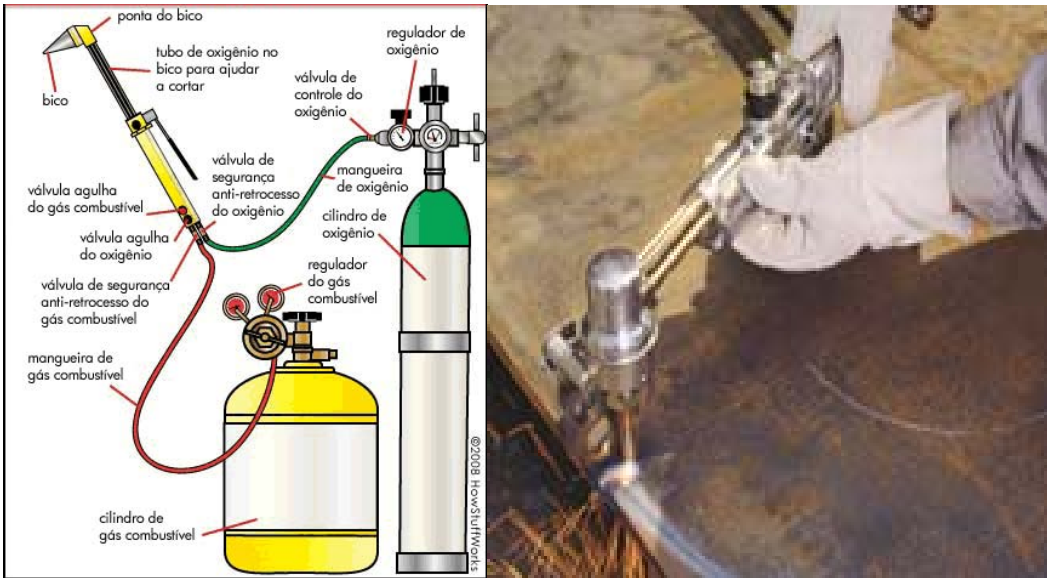


Figura 3.48 – Componentes e funcionamento do maçarico (Fonte: www.ciencia.hsw.uol.com.br)

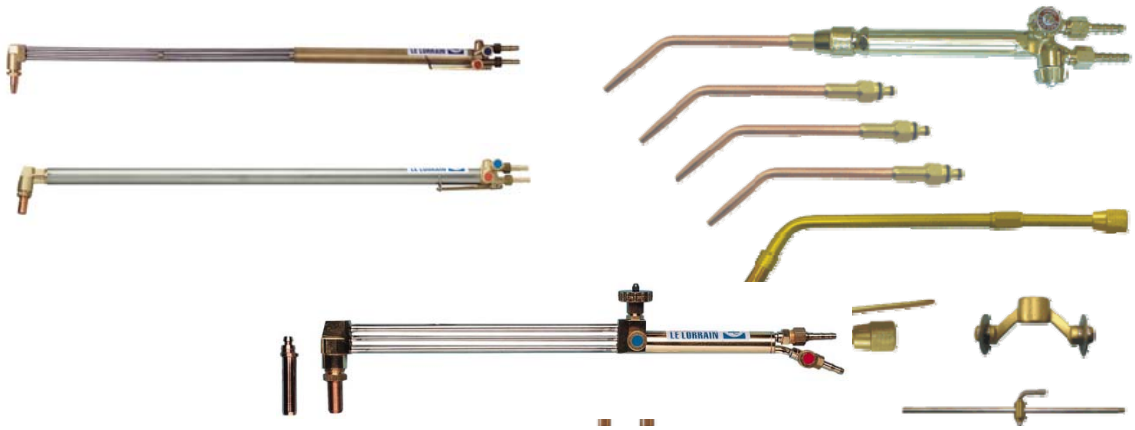


Figura 3.49 – Algumas ferramentas e acessórios do maçarico (Fontes: www.slavi.com.pt; www.jgsferramentas.com.br)

- **Combustão de plasma**

É sabido que qualquer substância pode existir em três estados: sólido, líquido a gasoso, cujo exemplo clássico é a água que pode apresentar em forma de gelo, líquido ou vapor. Todavia há muito poucas substâncias que se encontram nestes três estados, que se consideram indiscutíveis a difundidos, mesmo tomando, como exemplo, o Universo no seu conjunto. É pouco provável que superem o que em química se

considera como vestigios infinitamente pequenos. Toda a substância restante do universo subsiste no estado denominado plasma [27]. Em Física, o plasma é denominado o quarto estado da matéria. Difere-se dos sólidos, líquidos e gasosos por ser um gás ionizado, constituído por átomos ionizados e electrões numa distribuição quase-neutra (concentrações de iões positivos e negativos praticamente iguais) e que possuem comportamento colectivo. A pequena diferença de cargas torna o plasma electricamente condutível, fazendo com que ele tenha uma forte resposta a campos electromagnéticos [28]

No processo de corte a plasma, o material base é fundido e, parcialmente vaporizado, antes de ser removido para fora da área de corte pela força do jacto plasma. Um arco plasma é utilizado como fonte de calor a exemplo da solda a plasma. Devido a alta temperatura do arco, o processo de corte a plasma pode ser utilizado para aços inoxidáveis, cobre, alumínio e suas ligas.

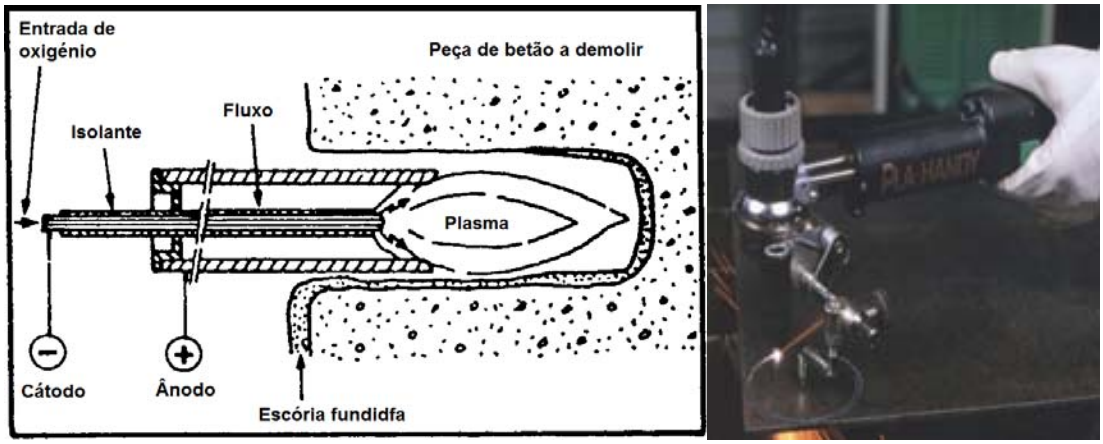


Figura 3.50 – Esquema de funcionamento do corte com maçarico a palsma e equipamento de corte (Fonte: Pigeon, M. et Beaupré, D. 1990; www.electroportugal.com)

3.4.3. Corte a laser

O Laser é a abreviação de "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation", ou seja Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação. É um sistema que produz um feixe de luz coerente e monocromático, conseguido por excitação do dióxido de carbono de que resulta uma única e grande densidade de energia. Na demolição a fragmentação de peças de pedra e betão é concebida através do choque térmico numa pequena área a cortar em que parte da energia emitida pelo laser é absorvida provocando aumento da temperatura provocando um choque térmico do betão.

3.5. Demolição utilizando processos eléctricos

São técnicas iniciadas em 1982, numa fase de desenvolvimento em que foram plausíveis mas vieram a ser abandonadas; hoje em dia são pouco correntes devido às suas limitações, inconvenientes e sem hipóteses de demolição global das estruturas. Porém, existem vários sistemas de demolição sendo o que recorre ao sistema microondas o mais utilizado (na remoção de betão superficial).

- *Aquecimento das armaduras (indução de calor)* – Baseia-se na passagem de corrente eléctrica às armaduras, através da ligação por soldadura a um sistema de baixa tensão, comportando-se como resistências eléctricas que são levadas ao rubro por efeito de joule. O betão mantém-se á temperatura ambiente em que a diferença de temperatura com as armaduras, faz perder a aderência entre betão e os varões de aço dando origem a fissura da peça, com a ajuda com a desidratação do betão e da expansão entre os inertes. É um método limitado pelos diâmetros dos varões (10mm) e riscos de curto-circuito, que exige uma grande potência eléctrica, tornando o processo dispendioso.

- *Electrofractura* – É um método em que se pretende fragilizar as peças de betão por dilatação, através de um sistema eléctrico em que a peça é submetida a uma corrente de alta frequência, e os eléctrodos são fixos a uma tenaz montada numa braçadeira, tornando-a condutora, sendo este processo seguido de perdas dieléctricas no seu interior. A pós a aplicação do circuito eléctrico á peça de betão é mais fácil e rápido efectuar a sua demolição com recurso a ferramentas mecânicas. O processo de passagem da corrente de alta tenção é enviada durante 2 a 3 minutos enquanto que a peça é fortemente apertada por macacos hidráulicos, provocando o desmantelamento da peça.

- *Aquecimento induzido de material ferromagnético*

- *Arco voltaico* - A descarga por arco eléctrico é gerado entre dois eléctrodos de grafite, montados axialmente e separados por certa distância, sendo mantido por uma fonte de potência pré-estabelecida, atingindo temperatura entre 4000 e 8000°C. As vantagens desta técnica são: não produz ruídos,

vibrações nem poeiras e é eficaz no corte de superfícies irregulares, mas apresenta algumas desvantagens como: danifica o betão que não se pretende demolir; é um método lento e dispendioso; produz fumos; existe riscos de electrocussão e o equipamento não está disponível comercialmente.

- *Microondas* – É um método utilizado na remoção de camadas de betão superficialmente deterioradas em maciços de betão simples, utilizando ondas electromagnéticas de hiper-frequências. O sistema consiste em aquecer o betão, projectando as ondas electromagnéticas sobre a peça e de acordo com o princípio do campo electrónico, provocando microfissuras. O betão superficial é removido por esfoliação, devido á aplicação de elevadas temperaturas no interior da peça, retirando água no seu interior, provocando a sua desfragmentação e separação dos inertes, com um rendimento de 20cm de profundidade por metro quadrado em cerca de 5 minutos. Esta técnica apresenta algumas vantagens como: rapidez, ausências de ruídos, fumos, vibrações, projecção de detritos e interferências com redes de telecomunicação. Porém, apresenta alguns inconvenientes tais como: não corta armaduras, o que obriga à necessidade de cortar por outros processos; o processo é perigoso; o equipamento é pesado e para a sua aplicação é necessário operário altamente qualificado.

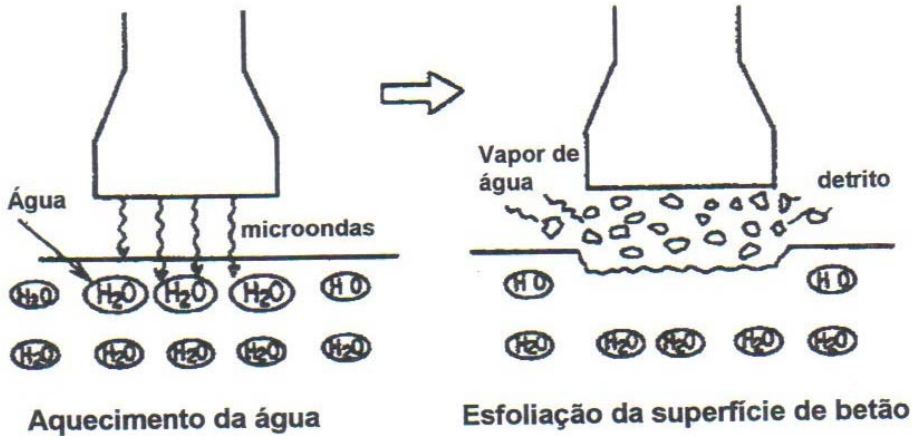


Figura 3.51 – Remoção de camadas superficiais em peças de betão com recurso a microondas (Fonte: Brito, Jorge, 1999)

3.6. Demolição utilizando processos químicos

É um processo de demolição pouco utilizado devido á sua lentidão e baixo rendimento, em comparação com outros métodos, sendo muitas vezes utilizado em projectos de investigação. A técnica consiste na deterioração de peças de betão através de reacções químicas quando se encontra em contacto com determinadas substâncias.

Com o sistema de **"ataque químico"** pretende-se deteriorar o betão com ácidos, uma vês que o betão é um meio alcalino. No entanto, segundo alguns estudos e autores, não existe qualquer produto químico suficientemente eficaz para vencer a baixa permeabilidade das argamassas de betão e a fraca capacidade de dispersão da solução ácida na matriz de argamassa.

Uma outra técnica, o **"ataque electroquímico"**, consiste em banhar a superfície de betão com uma solução salina corrosiva (cloreto de sódio e potássio) aplicando às armaduras, uma corrente eléctrica contínua, acelerando assim o processo de corrosão das armaduras, em que funcionam como ânodo. Após a realização do sistema, passados cerca de 3 horas, a camada de corrosão produzida nas armaduras provoca o aumento do volume do aço inicial, provocando a separação e falta de aderência ao betão de recolhimento dando origem às fissuras e destruição da peça. Este método é silencioso e completamente isento de vibrações em que há pouco consumo de energia, mas em contrapartida, apresenta alguns riscos e inconvenientes na sua utilização tais como: necessidade de cortar as armaduras por outros meios; processo muito lento; existem riscos de electrocussão e possibilidade de propagação indesejada de corrente eléctrica, através de armaduras, a toda a estrutura.

3.7. Demolição com uso controlado de explosivos [29]

Considerado como um meio não controlado de destruição, usualmente empregue pelos militares, verifica-se no entanto que, em muitos casos, os explosivos podem fornecer o meio mais rápido, económico e, paradoxalmente, mais seguro na execução de tarefas habituais de engenharia, tais como: o desmonte de pedreiras; a abertura de túneis e galerias e a demolição total ou parcial de estruturas. Os explosivos são substâncias químicas, em que na maior parte dos casos são comercializados no estado sólido, que quando convenientemente iniciadas provocam uma rápida reacção e subsequente

passagem ao estado gasoso. Esta reacção é acompanhada de uma elevação brusca de temperatura, originando um aumento considerável de volume, que é acompanhado de uma forte produção de energia expansiva, por unidade de tempo, capaz de se transformar em trabalho mecânico. É essa energia que é utilizada nas tarefas habituais de engenharia, na remoção de grandes volumes de material rígido via inserção de dispositivos explosivos numa série de furos.

Em alternativa aos métodos de demolição tradicional e com o avanço tecnológico, proporcionou-se o aparecimento de métodos alternativos de demolição de edifícios, com vista à substituição de estruturas degradados (ou com elevados risco de colapso devido á fragilidade estrutural).

No processo de demolição com uso de explosivos distinguem-se fundamentalmente três tipos de técnicas com diferentes mecanismos de colapso: **explosões** no meio ambiente, de carácter global e a uma grande escala; **micro-explosões** e **processo de expansão**, ocorrendo no interior de elementos e de carácter localizado para trabalhos de demolição parcial.

3.7.1. Explosões

Este método de demolição caracteriza-se por efectuar uma demolição de edifícios e infra-estruturas de grande porte, onde não se pretende grandes aproveitamentos dos materiais demolidos mas sim a rapidez de execução. O processo consiste, geralmente, na demolição total (não parcial devido à elevada produção de vibrações e elevada destruição), na qual são colocados cargas explosivas, fazendo furos nas peças de betão armado, em certos pontos estratégicos e críticos de uma estrutura, a fim de provocar o seu colapso num curto espaço de tempo mas de uma forma extremamente controlada (a nível da direcção da queda) e previsível.

Neste processo pretende-se utilizar uma quantidade mínima de explosivos e energia para provocar o derrube, que requer a presença de um técnico especializado no local para pré-dimensionar e adaptar a carga explosiva conveniente na peça, para desfragmentar uma pequena parte de material da estrutura e com o seu peso próprio provocar o seu colapso, isto é, para além da detonação dos explosivos aproveita-se a energia da queda por gravidade para fragmentar grande parte da construção.

Para efectuar uma demolição com explosivos é necessário adoptar um adequado mecanismo de colapso, que tem como finalidade obter uma demolição controlada, seguindo uma direcção de queda pré-definida, mediante o adequado posicionamento e sequência das cargas explosivas, a fim de obter a máxima fragmentação dos componentes e queda da estrutura sem que estes se espalhem para fora da área desejada.

O edifício é considerado demolido/destruído por explosão controlada quando a sua estrutura entra em colapso, reduzindo-se a um amontoado de escombros, de grandes fragmentos, e pó, numa área destinada para esse efeito sem provocar danos a pessoas e a estruturas próximas. Os destroços são posteriormente removidos do local com uso de máquinas e outros processos de desfragmentação, visto que na maioria dos casos as peças são demasiado grandes sendo necessário transforma-las em tamanhos manuseáveis.

3.7.1.1. Explosivos utilizados

A decomposição química dos explosivos pode dar-se por três processos diferentes: a combustão, a deflagração e a detonação.

Tabela 3.2 – Processos e características da decomposição química dos explosivos

Processo	Características	Velocidade de transformação	Efeito	
Combustão	A reacção propaga-se pela condutividade	Moderada (da ordem de cm/s)	O explosivo queima	
Deflagração	Combustão acelerada, com aumento local de temperatura e pressão	Rápida (da ordem de 100 a 1000 m/s)	O explosivo deflagra. Tem o efeito de uma pressão progressiva	**Explosão**
Detonação	Criação de uma onda de choque associada à reacção química	Muito rápida (da ordem de 2 a 9 km/s)	O explosivo detona. Tem um efeito de ruptura, com uma pressão muito grande, e de impacto (onda de choque)	

(Fonte: Gomes, Major Cabral, 2004)

A maior parte dos explosivos utilizados nas actividades de engenharia reagem por deflagração ou detonação sendo os mais empregues à base de dinamite reagindo por detonação. Em ambos os casos, a reacção pretende-se numa camada fina que se vai propagando ao longo de todo o comprimento do explosivo. Quando a velocidade de propagação desta camada é superior à velocidade do som, o fenómeno é designado de detonação. Por outro lado, quando a velocidade de propagação da camada é inferior à

velocidade do som, o fenómeno é designado por deflagração, não dando origem ao aparecimento da onda de choque que ocorre na detonação. Os explosivos que reagem por detonação, empregues com maior frequência na demolição de estruturas e desmonte de terras, podem ser separados nos dois seguintes tipos:

- ✓ Explosivos militares, caracterizados por possuírem velocidades de detonação entre 6000 e 9000 m/s.
- ✓ Explosivos comerciais de diferentes tipos de dinamites, caracterizados por possuírem velocidades de detonação variáveis entre 3000 a 7000 m/s, ou outro tipo de explosivos, tais como o ANFO (mistura de fuel com nitrato de amónio) e o Hidrogel.

3.7.1.2. Âmbito de aplicação do método

Apesar de possuir um conjunto de vantagens, torna-se pertinente referir que este método deve ser referenciado como uma alternativa aos demais existentes, devendo ser estudada a sua aplicação em cada caso. Em Portugal tem sido aplicado nomeadamente na demolição de alguns edifícios de betão armado, complexos industriais, entre outros.

Em certas ocasiões o emprego de explosivos na demolição de edifícios não é aconselhável, pois os riscos do seu uso superam os benefícios. Referem-se como exemplo de tais situações, locais com grande densidade populacional onde a evacuação da população é impraticável, imediações de hospitais, locais onde um colapso controlado pode causar estragos a propriedades ou edifícios adjacentes (centros de cidades, ou espaços muito confinados), e ainda locais onde existam fortes concentrações de computadores, tais como centros de informática. Pelo contrário, existem outras estruturas mais complexas e pouco usuais, tais como, centrais nucleares ou plataformas petrolíferas, cuja necessidade de demolição será urgente a médio prazo, onde os explosivos poderão mesmo ser a única alternativa possível.

Esta técnica, sempre espectacular, pouco utilizada em Portugal mas muito utilizada no estrangeiro, constitui uma alternativa rápida, prática, ecológica e económica, às técnicas tradicionais de demolição e apresentando as seguintes vantagens [30]:

- Trata-se de um método onde o processo de demolição é controlado, contrariamente a alguns dos métodos tradicionais, tais como, as demolições por embate, empuxe, tracção ou escavação (as que mais se praticam em Portugal);
- Tem como principais vantagens a sua segurança, uma vez que no momento da demolição os trabalhadores não estão no local, contrariando assim a estatística que menciona o colapso prematuro das estruturas e a queda em altura dos trabalhadores como sendo as principais causas de acidentes nas demolições tradicionais;
- Permite uma redução substancial dos custos envolvidos, não propriamente pelos custos da demolição em si, mas pela diminuição da duração do contrato de demolição;
- Enquanto que, numa demolição pelos métodos tradicionais, o ruído e o pó provocados se prolongam pelo tempo de duração da demolição de forma permanente, numa demolição pelo uso controlado de explosivos estes factores são circunscritos ao instante do colapso da estrutura;
- O colapso é muito rápido (poucos segundos) e eficaz, provocando a distruição das componentes do edifício;
- Um consumo de energia, necessária para provocar a descontinuidade da estrutura e o seu colapso, muito baixo.

Porem apresenta alguns riscos especiais e inconvenientes na sua aplicação, não só na fase de destruição da estrutura como também após o colapso (na remoção dos destroços do local):

- Apesar de ser um método com um enorme controlo por parte dos peritos em explosivos e na área de estruturas e construções, possui riscos de colapso da estrutura de forma descontrolada e indesejada, provocando grandes danos a pessoas, meio envolvente e construções vizinhas;
- Elevada produção de ondas de choque e projecção de materiais provocando estragos nas construções vizinhas (sobretudo em vidros)
- Provoca muito ruído, na fase de detonação, continuando com o inicio da destruição dos elementos da estrutura e por fim no impacto da estrutura com o terreno;
- Pode provocar gases (sulfurosos e nitrosos) perigosos para a saúde humana;

- As vibrações são consideráveis principalmente na fase de queda do edifício, no terreno, propagando-se para zonas e edifícios próximos podendo assim provocar alguma instabilidade estrutural das mesmas;
- Como já foi referido, após o colapso de uma construção, fica um grande amontoado de escombros, de difícil e demoroso a sua remoção devido às seguintes factores:
    - A estrutura demolida pode estender-se por uma área muito grande, exigindo trabalhos de remoção morosos;
    - O amontoado tem uma grande volumetria (especialmente altura);
    - Os escombros encontram-se muito instáveis o que dificulta a aproximação das máquinas ou a sua colocação sobre os memos;
    - Devido ao elevado impacto da queda sobre o solo os materiais ficam muito compactos o que dificulta a penetração para agarrar as peças por ferramentas de remoção como por exemplo garras;
    - Com a presença de aço nas peças, que as mantêm interligados entre si, torna-se difícil puxar e elevar os elementos demolidos;
    - Como já foi referido o aproveitamento e reciclagem dos materiais é muito limitado, devido à enorme destruição e variedade de materiais, dificultando a triagem dos mesmos para a reciclagem e reaproveitamentos;

3.7.1.3. Plano tipo de execução e medidas de segurança na demolição por uso controlado de explosivos

Em trabalhos com uso de explosivos de forma controlada, para provocar a destruição e colapso de edifícios, é necessário fazer uma recolha detalhada de informações passando pela avaliação estrutural e construtiva do edifício até às exigências e restrições da envolvente, a fim de possibilitar o máximo controlo e prevenção de riscos de acidentes.

- **Avaliação estrutural e conhecimento do edifício**

Destina-se a obter toda a informação possível sobre a estrutura a demolir, da aptidão ao uso de explosivos, de forma a se poder estudar o método de demolição mais adequado, procurando identificar:

- ✓ O tipo de estrutura, materiais estruturais, as dimensões das secções estruturais e a sua rigidez;
- ✓ Existência e localização das juntas ou pontos da estrutura que possam afectar o mecanismo projectado;
- ✓ As variações da volumetria e dos compartimentos;
- ✓ A idade do edifício e o seu estado de conservação ou as alterações sofridas;
- ✓ Identificação do tipo de fundação.

Esta avaliação é feita com base nos elementos escritos existentes ou, na sua ausência, após a realização de trabalhos de demolição prévios pelos métodos tradicionais ou de testes de carga, com vista à completa caracterização e inspecção da estrutura.

- **Inspecção da envolvente**

Esta inspecção destina-se a caracterizar o meio envolvente, a topografia e a análise da área e condições do solo para o suporte e impacto provocado pelos escombros, da existência de edifícios próximos, com vista à identificação de possíveis restrições ou outros elementos que possam de alguma forma interferir com o projecto de mecanismo de colapso escolhido. Posteriormente e com base nos elementos referidos, procede-se ao estudo do mecanismo de colapso a aplicar. Esta escolha deve ser complementada com uma análise criteriosa da previsão do comportamento adquirido pela estrutura após o emprego dos explosivos. Os elementos analisados são:

- ✓ Localização das infra-estruturas aéreas e enterradas;
- ✓ Dimensões dos espaços adjacentes disponíveis;
- ✓ Largura das ruas adjacentes e a intensidade do seu tráfico;
- ✓ Alguns factores a ter em conta na presença de edifícios vizinhos:
    - o A distância entre estes edifícios;
    - o Levantamento fotográfico do interior e do exterior antes e depois da demolição para evitar reclamações futuras;
    - o Avaliação da utilização dos edifícios vizinhos (a existência de equipamentos sensíveis como computadores e equipamentos hospitalares);

- Existência de elementos frágeis nas fachadas (como montras, reclamos, antenas, etc.);
- Quantificação dos moradores e seus contactos.

- **Execução do projecto de demolição e previsão do comportamento da estrutura**

A previsão deve ser realizada não só para a altura em que ocorre o colapso, como também incluir um estudo da resposta da estrutura aos pontos de fraqueza e às forças introduzidas pelo explosivo, à remoção de suportes e ao consequente movimento adquirido. A análise referida poderá ser feita através de modelos simplificados ou de cálculo automático. Definido o mecanismo de colapso a adoptar, procede-se à elaboração do projecto onde deverá constar, entre outros pontos:

- ✓ Determinar as zonas de fragilidade (paredes e elementos estruturais dos pisos onde serão colocados os explosivos);
- ✓ Elaboração do plano de fogo:
  - Circuito a adoptar;
  - Tipos de explosivos a empregar;
  - Quantificação e forma de colocação dos explosivos.
- ✓ Simulação prévia, em computador do mecanismo e fazes de colapso;
- ✓ Medidas preventivas a adoptar:
  - Forma de protecção dos edifícios próximos;
  - Plano de evacuação dos moradores;
  - Condicionamento do acesso e circulação nas zonas adjacentes ao edifício a demolir;
  - Em cooperação com as autoridades, elaborar o plano de segurança e saúde;
  - Plano de continência caso a explosão não ocorra como previsto.

Figura 3.52 – Analise e acompanhamento pelo técnico responsável e a colocação dos explosivos no interior das peças (Fonte: http://acheitudo.wordpress.com/tag/transito/)

Figura 3.53 – Simulação em computador do mecanismo e fazes de colapso da estrutura (Fonte: http://www.appliedscienceint.com/Services.aspx/DemolitionAnalysis)

- **Trabalhos preparatórios**

Destinam-se a facilitar a acção da demolição, medidas de preparação do edifício para melhor colapso e de diminuição de riscos e futuros danos nas infra-estruturas e nos edifícios vizinhos, devido ao elevado risco desta técnica de demolição:

- ✓ Desvio e protecção das infra-estruturas públicas;
- ✓ Remover todos os veículos do edifício e nos arredores e impedir o acesso ou circulação nas zonas adjacentes;
- ✓ Evacuar todos o residentes do edifício a ser demolido e dos edifícios vizinhos;
- ✓ Desligar os equipamentos informáticos e os equipamentos de ventilação dos edifícios vizinhos e protege-los;
- ✓ Remoção dos materiais perigosos (isolamentos e revestimentos de amianto);

- ✓ Remoção dos materiais e componentes reutilizáveis ou recicláveis tais como: vidros, portas, janelas, divisórias, tectos falsos, canalizações, condutas de ar condicionado, loiças sanitárias, grades, guarda corpos, elevadores, aparelhos de aquecimento ou de ventilação, antenas, cantarias, parquets, caixas de estores, alcatifas etc.
- ✓ Protecção dos edifícios vizinhos contra estilhaços e ondas de choque em especial as montras e reclamos e protecção das fachadas das poeiras;
- ✓ Protecção das ruas adjacentes
  - o Protecção das zonas verde de poeiras;
  - o Protecção de pavimentos e equipamentos contra a projecção ou queda de escombros.
- ✓ Enfraquecimento da estrutura através de trabalhos de demolição parcial das paredes de fachada e paredes interiores nos pisos com explosivos, com vista a facilitar o colapso, e podendo incluir a remoção de algumas vigas ou a abertura de vãos em paredes estruturais;
- ✓ Para facilitar a queda e reduzir a produção de poeiras pode-se projectar grande quantidade de água sobre o edifício, com ajuda de mangueiras de alta pressão;
- ✓ Trabalhar sempre em conjunto com as autoridades.

- **Trabalhos de protecção do meio ambiente às explosões**

Para reduzir os efeitos ambientais do emprego de explosivos, utilizam-se protecções, que poderão ser constituídas, por vários materiais de construção como: rede metálica; geotêxtil; mantas especiais de borracha; aglomerados de madeira. São colocados no interior do edifício, envolvendo directamente as peças estruturais onde são colocados explosivos, ou como tapamento dos vãos existentes nos pisos seleccionados para a colocação das cargas. Outro local é a envolvente do edifício, com o objectivo de reforçar a segurança contra possíveis projecções de materiais. Colocam-se resguardos metálicos ao nível do solo ou telas a envolver todo o piso térreo. Pode ainda ser utilizada uma barreira deflectora construída ao nível do solo com terra, com vista a absorver parte da onda de choque provocada. Incluem-se, ainda nestes trabalhos, os cuidados de protecção realizados noutros edifícios ou nas redes de serviços existentes na periferia da estrutura.

- **Metodologia de segurança e previsão de riscos**

Segundo R. Gomes, 2000, quanto à metodologia de segurança e previsão de riscos: «A elaboração de um projecto com esta finalidade, tem em vista o cumprimento escrupuloso das mais elementares regras de segurança definidas ou não pela lei em vigor. Apesar da legislação Portuguesa estar atrasada na Europa Comunitária, no respeitante às demolições de edifícios e em particular ao emprego de explosivos como meio de demolição, o Decreto-Lei nº 273/2003 de 29 de Outubro, já define o dono da obra como um dos principais responsáveis pela segurança, higiene e saúde de todos os intervenientes no processo da construção. Torna-se pertinente a elaboração de um criterioso plano de segurança e saúde, para prever os riscos associados ao método de demolição, e de planos de contingência para o caso desses riscos se tornarem realidade. Deverá ser estudada a zona de exclusão, da qual, no dia do evento, todos os moradores e público em geral deverão ser evacuados. Estes trabalhos de segurança referentes aos trabalhos de demolição, deverão ser realizados com a acção conjunta de várias entidades como: serviços municipais; polícia; bombeiros; instituto nacional de emergência médica; protecção civil e hospitais.»

- **Trabalhos a realizar após a demolição**

Efectuado o colapso total da estrutura, depara-se, como já foi referido, com um elevado amontoado de escombros que se encontra espalhado por uma área ocupada anteriormente pelo edifício e nas proximidade, onde é necessário efectuar a remoção dos fragmentos, de dimensões variáveis, com a ajuda de máquinas pesadas.

Em que é necessário:

- ✓ Remover os destroços da via pública;
- ✓ Estabilizar e vedar o acesso aos destroços;
- ✓ Remover as protecções nos edifícios vizinhos;
- ✓ Avaliar eventuais danos provocados nas construções vizinhas;
- ✓ Proceder á limpeza (lavagem) das fachadas dos edifícios e das ruas adjacentes;
- ✓ Normalizar as actividades interrompidas e o trânsito.

Figura 3.54 – Grande volume de escombros provocado pela queda de edifícios e trabalhos de desfragmentação e remoção do local (Fontes: www.cma.army.mil; www.dhgriffin.com)

3.7.1.4. Mecanismos de colapso de estruturas por explosões

Possuem quatro mecanismos básicos de colapso para definir o sentido de queda da estrutura (cada um de forma isolado ou a conjugação entre eles), devido às características do edifício (geometria e resistência) e ao meio envolvente (área disponível para a queda da estrutura, proximidade de edifico e espaços públicos). O sentido de queda do edifício desejado é concretizado com a adequada colocação das cargas explosivas e sequência de detonação:

- Mecanismo tipo Telescópio
- Mecanismo tipo Derrube
- Mecanismo tipo Implosão
- Mecanismo tipo Colapso Progressivo ou sequencial

Esta escolha é condicionada pela consideração de factores que podem influenciar a execução do projecto. Esses factores têm como base no conhecimento sobre a estrutura a demolir, tendo em conta as restrições do meio envolvente da mesma. O mecanismo mais apropriado é claramente definido, permitindo assim obter o resultado pretendido pelo técnico projectista em que se pretende:

- ✓ O controlo da projecção dos materiais resultantes da explosão, assim como limitar o dispersar de poeiras, com vista a reduzir o impacte ambiental;
- ✓ A previsão do comportamento da estrutura durante a demolição, tentando desta forma evitar possíveis acidentes e obter um colapso perfeitamente controlado;

- ✓ A redução da onda de choque e das vibrações no solo, através do emprego de sistemas de atraso nas detonações e sistemas de protecção às imediações da explosão.

3.7.1.4.1. Mecanismo tipo Telescópio

É um método em que o mecanismo de queda da estrutura é semelhante ao fecho de um "telescópio". É utilizado na demolição de estruturas ocas, altas e delgadas, em que o seu peso próprio não é relevante na queda e no impacto com o solo, mas sim com uma queda no espaço aproximadamente igual à que inicialmente ocupava. È empregue, normalmente, na demolição de torres de arrefecimento das centrais termoeléctricas, chaminés de alvenaria ou betão. A detonação dos explosivos pode ser efectuada, simultaneamente ou não, em vários troços de altura das torres provocando o seu derrube. É um método muito semelhante ao mecanismo de implosão, em que se pretende efectuar a demolição sem grandes projecções de fragmentos nas áreas adjacentes mas sim uma queda no mesmo espaço em que se encontra.

Figura 3.55 – Sequência de demolição com mecanismo tipo telescópio (Fonte: http://www.youtube.com/)

3.7.1.4.2. Mecanismo tipo Derrube

Este mecanismo de derrube é também um método muito similar ao derrube de uma árvore em que se faz um corte na base provocando uma queda lateral. Na demolição isso é possível graças ao uso de explosivos, que detonando cargas explosivas

na base ou vários em altura, de edifícios muito altos, em que a relação entre a altura e a base é muito significativa, provocando o seu derrube numa área predefinida, sem perigo de provocar danos. É empregue em chaminés, depósitos elevados, bunkers e estruturas de aço como postes de electricidade de alta tensão.

Segundo Gomes. R, «*Normalmente, são realizados menos trabalhos preparatórios neste mecanismo assim como são utilizadas menores quantidades de explosivos. No entanto, pode-se induzir na estrutura, dependendo da sua construção, uma maior fragmentação durante o colapso e no impacto com o solo. Permite, quando cuidadosamente planeada, uma grande precisão do local da queda* [31].»

Figura 3.56 – Demolição de edifícios provocando o seu colapso com explosivos usando o mecanismo tipo derrube, sendo o primeiro semelhante ao mecanismo sequencial, na China (Fontes: www.hunterdemolition.com; www.roughlydrafted.com)

3.7.1.4.3. Mecanismo tipo Implosão

Este método é o mais utilizado na demolição com uso de explosivos, logo o mais conhecido do público geral pela sua espectacularidade. É utilizado em estruturas de elevado porte em que se pretende uma queda (similar ao mecanismo "telescópio") numa área muito restrita, sendo na maioria dos casos uma queda no mesmo espaço ocupado pelo edifício, devido à proximidade de edifícios (espaços muito confinados), espaços públicos ou de áreas protegidas, por falta de espaço para a queda nas imediações. O mecanismo consiste na pouca utilização de explosivos, mas de forma estratégica, criar uma descontinuidade em certos pontos da estrutura (normalmente pilares e vigas), fazendo com que esta entre em ruína, através do seu peso próprio e com a queda provocar uma enorme fragmentação em zonas de ausência de explosivos até atingir o solo. O colapso é provocado no interior (centralmente) fazendo com que a estrutura

ceda por si mesma e como se algo a "puxasse" para o seu centro de gravidade sem haver grande projecção para o exterior.

Em Portugal já foram realizados algumas demolições com o uso de explosivos por implosão, como os casos mais conhecidos e recentes da demolição das duas torres de Tróia em Setúbal no ano de 2005 e Implosão do Hotel Atlantis no Funchal, Madeira, 28 anos após a sua inauguração, com 300 quartos, 15 andares, em que o colapso ocorreu em 5 segundos.

Figura 3.57 – Demolição das tuas torres de Troia, com 16 pisos cada, com o mecanismo de implosão (Fonte: Brito, Jorge, 1999)

Figura 3.58 – Implosão Hotel Atlantis em 2000 (Fonte: http://fotos.sapo.pt)

- **Objectivos do mecanismo de implosão:**

Apesar de ser um método em que após o colapso e derrube da estrutura provoca um amontoado muito grande e compacto de fragmentos, que pode dificultar as operações de remoção do local, é dos mecanismos mais apropriado e mais seguro, quando o edifício se encontra em espaços confinados e áreas restritas, que tem como objectivos:

- ✓ Procura-se utilizar o mínimo de explosivos para reduzir as projecções e os ruídos ao provocar a descontinuidade da estrutura;
- ✓ Conseguir o colapso desejado e controlado;
- ✓ Provocar a máximo fragmentação, com auxílio do peso próprio por efeito da gravidade, ao esmagar uma parte com a outra;
- ✓ Não provocar danos às construções adjacentes;
- ✓ Provocar o mínimo de distúrbio das actividades da zona, como por exemplo a interrupção do tráfego, encerramento de serviços e elevada evacuação de pessoas;
- ✓ Com a queda numa pequena área, para além da área ocupada pelo edifício, provocar o mínimo de espalhamento dos escombros.

Figura 3.59 – Demolição por implosão de um edifício de 24 pisos em Abu Dhabi, Emirados Árabes Unidos, Novembro de 2006 (Fonte: http://www.youtube.com)

3.7.1.4.4. Mecanismo tipo Colapso sequencial

Caracterizado por vários autores como similar à queda de peças de um jogo de dominó, em que uma peça em queda vai bater noutra provocando a sua queda e assim sucessivamente às restantes. Esta técnica está relacionada ao mecanismo de implosão mas em vez de ser centralizado é linear e em vez de ser "puxado" para o centro de gravidade do edifício é "puxado" por uma das extremidades. É aplicada em edifícios ou conjunto de edifícios de enorme porte e com grande desenvolvimento em comprimento. A grande diferença entre este mecanismo de colapso e os outros é que neste pretende-se diminuir o impacto da estrutura no solo, com uma queda em diferentes intervalos de tempo, diminuindo assim as vibrações na proximidade de outros edifícios e infra-estruturas. Conseguido por qualquer dos mecanismos básicos já referidos, sendo o mais usual a implosão, tem início na detonação de explosivos, continuado pela acção do impacto das estruturas inicialmente derrubada contra as restantes.

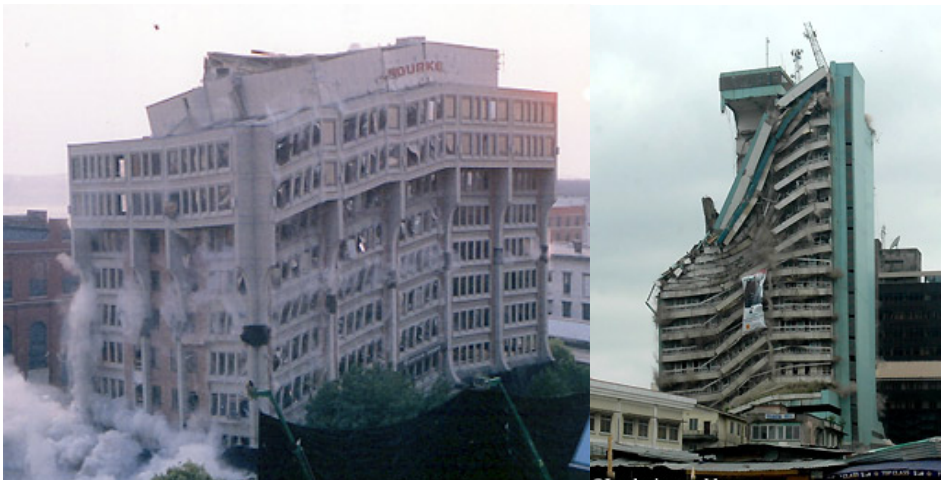


Figura 3.60 – Alguns exemplos de colapsos progressivos em edifícios (Fonte: http://www.implosionworld.com)

3.7.2. Micro-explosões

É caracterizado por um método de corte localizado na demolição parcial, na desfragmentação de escombros ou no enfraquecimento das estruturas, utilizando pequenas quantidades de explosivos inseridos em furos cilíndricos, feitos nas peças, ou por meio de "pistolas" que disparam um projéctil sobre o betão provocando a sua fragmentação, e é também utilizado para efectuar cortes em armaduras. Comparando com a técnica de demolição com uso de explosivos por explosão apresenta as seguintes diferenças e inconvenientes:

- É utilizada sobretudo em trabalhos para criar pontos fracos nas peças que são posteriormente demolidas por outros métodos;
- É uma técnica lenta, complexa (devido à escolha da posição dos furos nas peças e conhecimento da peça e das armaduras existentes) e só se aplica a elementos de grandes dimensões mas pouco armados;
- A sua execução não é completamente controlada:
- O processo provoca muito ruído produzindo vibrações no terreno e projecção de fragmentos;
- Devido á elevada dimensão das peças de betão, é necessário efectuar a fragmentação posterior para facilitar a remoção.

3.7.3. Processo de expansão

São métodos de demolição parcial, tal como as micro-explosões, por corte de peças de betão e de blocos de pedra de grandes dimensões, sobretudo técnicas auxiliares e de carácter localizado, recorrendo á elevada força de expansão de determinados componentes introduzidas no interior das peças a demolir através de pequenos furos, que aplicam elevadas tensões internas de tracção levando-as à fractura e fragmentação. Apesar de serem métodos caros apresentam alguma eficácia e algum rendimento em que a ruptura pode ser efectuada em situações relativamente calmas, controlada e livre de poeiras. O corte das peças não é rigoroso mas, ao contrário do uso de dinamite e de ferramentas de impacto, obtêm-se fragmentos de peças de pequenas dimensões, de acordo com a distribuição das substâncias nos furos efectuados.

Os métodos existentes no processo de expansão estão divididos em dois processos diferenciados pelo tipo de substância introduzida no interior das peças:

- Expansão lenta ou súbita com gás
- Expansão química (cimento expansivo ou cal viva)

3.7.3.1. Expansão de gás

É efectuado um furo no betão, de 30 a 40mm de diâmetro, na qual é injectado a alta pressão um gás inorgânico (geralmente dióxido de carbono) e impossibilitando a sua saída através de selagem com uma bucha de borracha (“cauchu”). A injecção á feita por um tubo (Cardox) ligada á botija de gás. A rotura da peça é efectuada devido á

elevada força de tracção que a peça está submetida, na ordem dos 120 a 270 MPa, que é provocada pela expansão brusca do gás (2 a $4x10^{-2}$ s) a uma pressão muito elevada (200bar).

Este método possui várias vantagens como:

- ✓ Método económico;
- ✓ Não há produção de poeiras;
- ✓ Ausência de ondas de choque e vibrações significativas;
- ✓ Não existe perigo de o gás inflamar;
- ✓ Não existe grande projecção de fragmentos da peça;
- ✓ Pouca utilização de mão-de-obra na rotura da peça
- ✓ Processo relativamente seguro para os operadores.

Porém, deparamos com as seguintes inconvenientes:

- ✓ Dificuldade em demolir betão armado;
- ✓ Provoca algum ruído;
- ✓ Não há precisão de corte;
- ✓ Risco de eventual projecção de detritos e dificuldade de controlo da zona a demolir;
- ✓ É necessário criar barreiras de protecção aos operadores;
- ✓ Implica mão-de-obra especializada e dificuldade de manipulação;
- ✓ Perigo associado ao tubo de injecção, caso não se encontre devidamente fixo e selado;
- ✓ Raio de acção reduzido (cerca de 50 a 80cm).

3.7.3.2. Expansão química

O processo consiste na mistura de substâncias químicas, como por exemplo cal viva e cimento expansivo, com água em que introduzidas em vários furos feitos nas peças, furos esses não muito estreitos nem muito largos, que endurecem e expandem-se; o seu efeito, é provocado por hidratação, desenvolvendo um aumento de pressão a volume constante aplicando uma elevada força de tracção á peça até à sua rotura. Esta técnica é muito utilizada na fragmentação de rochedos mas também na fissuração de peças de betão e inclusivamente em trabalhos marítimos.

Conhecidas também por massas demolidoras e por não ter efeitos explosivos, não provoca vibrações, poeiras ou gases, projecções de estilhaços e não necessita de vigências, autorizações e seguros de explosões, bem como nenhuma prevenção especial de segurança, não estando, portanto sujeito ao perigo de raios ou correntes de ar. Não deixa resíduos danosos sendo, portanto inócuo ecologicamente, podendo assim armazenar-se em qualquer local seco e ser manuseado por pessoal não especializado.

Esta técnica demonstra-se tecnicamente ideal e fonte de considerável economia em escavações e/ou demolições limitadas e/ou dirigidas onde as áreas vizinhas não venham a ser danificadas por vibrações originadas pelas explosões. O processo de fissuração das peças possibilitam uma intervenção por outros métodos de desmonte e demolição, aumentando assim a rentabilidade económica dos trabalhos, seja ela com intervenção de martelos demolidores, máquinas ou mesmo ferramentas manuais. Pode-se usar em escavações de caves onde se deseja extrair o material intacto, não danificado pelo impacto da onda explosiva, na eliminação de grandes pedras isoladas, em qualquer escavação ou demolição de maciços rochosos ou aglomerados de betão, que comparando com outros métodos, onde por exemplo o uso de explosivos causa perda de tempo na operação (precauções para o seu transporte, armazenamento e manuseamento, exigidas pelo regulamento de Segurança Pública), ou quando a demolição mecânica se demonstra dispendiosa, provoca vibrações perigosas e encontra dificuldades de acesso.

Como já foi referido pode-se efectuar a rotura das peças com cal viva também denominada como cal virgem ou ordinária, um produto obtido pela cozedura dos calcários, que é sobretudo óxido de cálcio, que se apresenta sob a forma de grãos (com dimensões de 10,15 ou 20cm) ou sob a forma de pó. Por outro lado temos o cimento expansivo que é uma mistura de cimento portland, cimento de escórias e cimento sulfo-aluminoso (mistura de gesso + bauxite e cal). Esses materiais têm efeitos na expansão e fractura das peças muito semelhantes, com o mesmo princípio de funcionamento do processo, tanto na mistura com água como na sua aplicação (diâmetro dos furos e distância entre eles).

- **Forma de funcionamento:**

✓ A – Executar furos na peça, com diâmetros de 25 a 50mm distanciados entre si de 40cm em pedra branca e de 20 a 25cm em betão com profundidades de 90 e

70% da altura da peça (no caso de betão armado são realizados maior numero de furos com menor espaçamento e com profundidade de 90% da altura);

- ✓ B – Misturar a substancia com a água (no caso do cimento A mistura deverá ser executada por duas pessoas, uma para deitar o cimento e a outra para o misturar com a água, de modo que o resultado final seja uma mistura homogénea e com um pouco de viscosidade):
- ✓ C – A calda é introduzida nos furos executados;
- ✓ D – Buracos preenchidos;
- ✓ E – Rotura da peça devido á expansão do material.

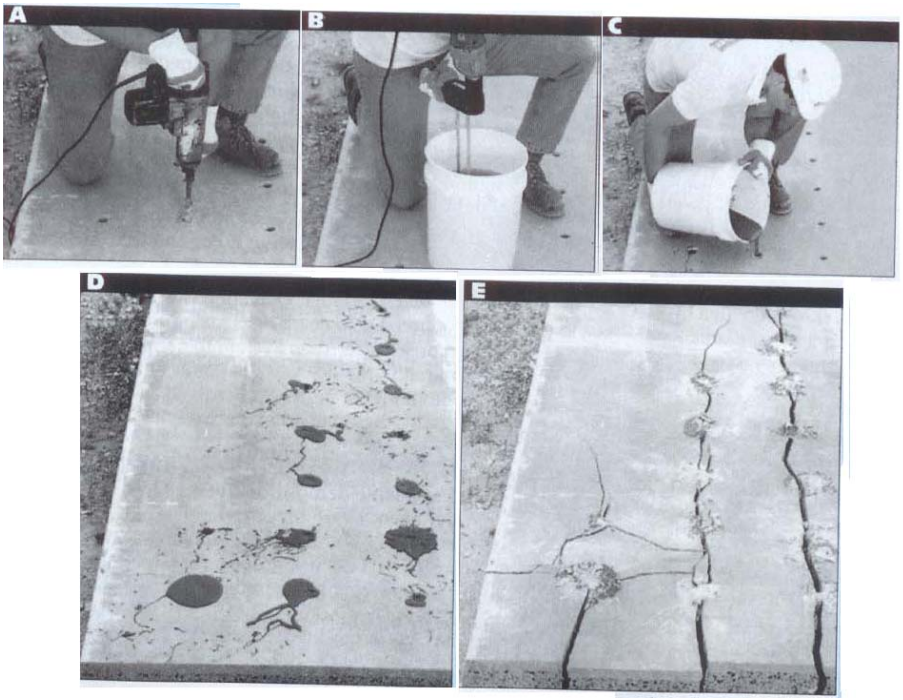


Figura 3.61 – Fases da execução da demolição da peça por expansão química (Fonte: http://www.rogertec.com.br)

- **Precauções a tomar na execução do processo:**

- ✓ Utilizar luvas de borracha e óculos de protecção na manipulação dos produtos e em recintos fechados aconselha-se a utilização de mascaras anti-pó;
- ✓ Conservar o produto demolidor em lugar seco e dentro da embalagem original;
- ✓ Caso haja contacto com a pele ou vias respiratórias, lavar com água e consultar o médico;
- ✓ Não amassar nem introduzi-lo amassado em recipientes de vidro;
- ✓ A quantidade de água não deve exceder á quantidade estabelecida e os materiais porosos devem ser humedecidos;

- ✓ Não olhar directamente para os orifícios durante pelo menos 6 horas;
- ✓ Os utensílios utilizados têm que estar limpos, para não influenciar a mistura;
- ✓ Quando se prevê tempo frio e chuva, deverão colocar-se plásticos para proteger os furos, pois o frio não favorece a expansão do cimento e a água (chuva) altera a relação água/material da mistura, tornando-a menos eficaz.

Figura 3.62 – Protecção da peça do frio e da chuva e rotura do rochedo (Fontes: http://explosivos.gjr.pt ; http://www.rogertec.com.br)

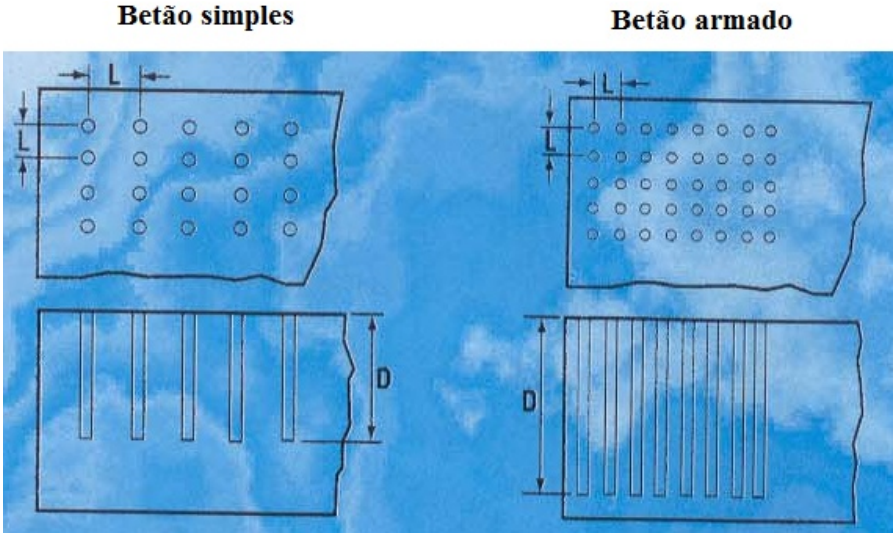


Figura 3.63 – Diferenças de números de furos e profundidades na aplicação em betão simples e armado (Fonte: http://www.rogertec.com.br/artigos/demolicao.pdf)

- **Factores que influenciam a rotura das peças:**

- ✓ Rigidez e tamanho da peça a quebrar – Os materiais muito duros são mais difíceis de quebrar, mas por outro lado as peças de grandes dimensões são mais fáceis de quebrar;
- ✓ Distância entre furos – Quanto menor for a distância entre os furos maior será a eficácia do processo;

- ✓ Diâmetro dos furos – Quanto maior forem os furos maiores ser gasto do material para enchimentos porém maior é a eficácia do corte;
- ✓ Temperatura ambiente – A duração do processo, ou seja o tempo necessário para a fragmentação da peça, varia de acordo com as condições climatéricas: para uma temperatura ambiente de 10 a 30°C o processo demora cerca de 10horas, abaixo dos 10°C o processo pode demorar muito mais tempo.

Algumas vantagens do método:

- ✓ Processo sem ruídos, poeira e vibrações ou ondas de choque;
- ✓ Não provoca projecção de detritos;
- ✓ Não provoca micro-fissuras colaterais;
- ✓ Fácil execução;
- ✓ Quebra peças rígidas e de grandes massas.

Inconvenientes do método:

- ✓ Pouco rendimento em peças de betão armado;
- ✓ Não há precisão de corte;
- ✓ Processo relativamente caro;
- ✓ É necessário recorrer a outros métodos, execução dos furos e de desfragmentação da peça;
- ✓ Elevado tempo de actuação, 6 a 10 horas em condições normais.

3.8. Referências bibliográficas do capítulo 3

[1] – BRITO, Jorge – *Técnicas de demolição de edifícios correntes*, Cadeira de Processos de Construção, Licenciatura em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Setembro de 1999, pp. 4-65.

[2] – DEMOTRI, S.A. – Demolições, reciclagem e construção: http://www.ambigroup.com/demotri/

[3] – MASCARENHAS, Jorge Morarji dos Remédios Dias – *Sistemas de Construção X – Jóias da coroa em terra. Demolições. Betão tensionado. Cabos de aço utilizados em obra*, Ed. Livros Horizonte, Lisboa, Outubro de 2008, pp. 60.

[4] – NAVARATNAM, Visvan A/L. – *A survey of demolition works in malaysia*, Borang pengesahan status tesis, Faculty of Civil Engineering, Universiti Teknologi Malaysia, November 2005, pp.20.

[5] – Opus cit. nº4, pp.21

[6] – C.J.MICHAËLIS DE VASCONCELOS, Lda: Http://www.michaelis.pt/equip_construcao.html#11

[7] – DARDA, Alemanha: http://www.nors.com.br/pg01.htm

[8] – Opus cit. nº1, pp. 25

[9] – Opus cit. nº3, pp.63

[10] – Opus cit. nº4, pp.20

[11] – http://www.patentesonline.com.br/tesoura-para-corte-de-materiais-metalicos-e-outros-110364.html

[12] – Opus cit. nº1, pp.25

[13] – http://www.luciocortesefuros.com.br/esmaga.htm

[14] – Opus cit. nº2

[15] – *Desmontes e demolições, Cap. II*, Materiais de Construção II, Engenharia civil, Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2008, pp. 58: http://www2.ufp.pt/~jguerra/PDF/Construcoes/Desmonte%20e%20demolicoes.pdf

[16] – Opus cit. nº1, pp.15

[17] – Opus cit. nº15, pp.61

[18] – Opus cit. nº15, pp.61

[19] – Opus cit. nº3, pp.73-82

[20] – Catálogos: Atlas Copco, Potugal:

http://www.construlink.com/LogosCatalogos/atlascopco_martelospneum%E1ticos_2007.pdf

[21] – Opus cit. nº3, pp.88

[22] – Hidrobetão – Corte, furação e demolição, Lda: www.hidrobetao.pt

[23] – Opus cit. nº1, pp.42

[24] – Portal dos formadores – Segurança na operação de motosserras: www.forma-te.com)

[25] – Opus cit. nº1, pp.49

[26] – Opus cit. nº1, pp. 26-32

[27] – www.fisica.net/nuclear/

[28] – http://pt.wikipedia.org/wiki/Plasma

[29] – GOMES, Major Cabral – *Novas tecnologias na iniciação de cargas explosivas*, Proelium – Revista da academia militar, 2004: http://www.academiamilitar.pt/

[30] – GOMES, Raul – *Demolição de estruturas pelo uso controlado de explosivos*, Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2000.

[31] – Opus cit. nº29

Hiperligações de figuras

http://demolicoes.bloguepessoal.com/56263/Escolha-dos-mecanismos-de-colapso/

"The trademark USAG",USA: http://www.usag-tools.com;

Lúcio cortes e furos, Brasil: www.luciocortesefuros.com.br/;

http://frd-abbruchtechnik.de/englisch/index_englisch.htm;

http://www.drulofer.com/index.html;

http://www.atlascopco.pt/ptpt/news/productnews/;

http://www.construlink.com/LogosCatalogos/atlascopco_martelospneum%E1ticos_2007.pdf;

http://www.indeco-breakers.com/pdfs/breakers.pdf;

http://www.usag-tools.com/documenti/catalogo/pt/cap07_hammers_chisels_pt.pdf;

http://contraven.altodebito.pt/;

http://www.construming.com.br/produtos/perfuratrizes_pneumaticas/martelos.pdf;

http://www.oz-diagnostico.pt/fichas/1F%20011.pdf;

http://ncrep.fe.up.pt/web/artigos/Artigo_Antonio_Arede.pdf:

http://brasil.cat.com/cmms/images/C434856.pdf;

http://www.kemex.net/pt/documents/kemex_product_brochure.pdf;

http://www.slavi.com.pt/sp_listagem.php?ctn=down&id=10059&subcat=10059;

http://www.rdidemolition.com/index.php?p=total_building&pp=brochures;

http://www.cma.army.mil/photo/ecrsdown.jpg ;
http://www.dhgriffin.com/images/demolition/exsplosive/charlotte_civil_center.jpg;
Darda, Alemanha: http://www.nors.com.br/pg01.htm;

http://www.hunterdemolition.com/services/demolition_and_explosive_demolition.html;

http://www.roughlydrafted.com/2008/09/18/osama-bin-ladens-dream-of-us-economic-collapse/;

http://dapororocaaotejo.weblog.com.pt/arquivo/2006/04/troia.html;

http://fotos.sapo.pt/YHbSQAcCYpbOs6hhPSRj?a=57;

http://www.youtube.com /watch?v=zYH-Ixvqbdw&feature=related;

http://www.implosionworld.com/recent.htm;

http://www.rogertec.com.br/artigos/demolicao.pdf;

http://explosivos.gjr.pt/uploads/file/Cimento%20Expansivo.pdf;

http://www.rogertec.com.br/artigos/demolicao.pdf;

4. RISCOS E CAUSAS MAIS FREQUENTES EM TRABALHOS DE DEMOLIÇÃO / MEDIDAS PREVENTIVAS

A Segurança do Trabalho é composta por um conjunto de medidas técnicas, educacionais, médicas e psicológicas, que objectiva a prevenção de acidentes. Procura-se pela eliminação dos actos e condições inseguras no ambiente de trabalho evitar a todo custo o acidente, pois na visão actual ele é controlável e capaz de ser totalmente prevenido, embora nem sempre isso seja concretizado, como se verifica pelos inúmeros casos de riscos de acidente. As empresas procuram, ou melhor, são pressionadas pelas autoridades responsáveis para a segurança no trabalho, através da educação, consciencialização e motivação das pessoas, a práticas preventivas constantes, ou seja, rotineiras. A sua aplicação é indispensável para o desenvolvimento efectivo e eficaz do trabalho de forma segura, de modo a evitar acidentes com máquinas e equipamentos, quebra da produção, processos contra a empresa, seguros de acidentes, danos físicos e emocionais que o trabalhador e seus familiares sofrem e que, por vezes, são irreparáveis [1].

4.1. Perigos/Riscos mais frequentes

Em primeiro lugar é necessário definir e classificar os riscos profissionais a que os trabalhadores e o meio envolvente estão expostos. Os riscos profissionais são os que decorrem das condições precárias inerentes ao ambiente ou ao próprio processo operacional das diversas actividades profissionais. São, portanto, as condições ambientais de insegurança no trabalho, capazes de afectar a saúde, a segurança e o bem-estar do trabalhador e a integridade da envolvente. Os riscos profissionais dividem-se em riscos de acidente, riscos ambientais e riscos ergonómicos.

As condições ambientais relativas ao processo operacional, como por exemplo, máquinas desprotegidas, ferramentas inadequadas, matérias-primas, etc., são chamadas de **riscos de acidente**. As condições ambientes relativas ao ambiente de trabalho, como por exemplo a presença de gases, vapores, ruído, calor, etc., são chamadas de **riscos ambientais**. Estes riscos poderão, em condições especiais, ocasionar as doenças profissionais ou do trabalho, ou ocupacionais. As condições ambientes relativas ao conforto e postura, como por exemplo, esforços repetitivos, postura viciosa, etc., são chamadas de **riscos ergonómicos**.

Riscos Ambientais

Os factores desencadeantes das doenças do trabalho são chamados de agentes ambientais e podem ser classificados segundo a sua natureza e forma com que actuam no organismo humano. Essa classificação é subdividida em riscos físicos, riscos químicos e riscos biológicos.

Tabela 4.1 – Classificação dos Principais Riscos Ocupacionais em Grupos, de Acordo com sua Natureza

Riscos Ambientais			**Riscos Ergonómicos**	**Riscos de Acidentes**
Riscos Físicos	**Riscos Químicos**	**Riscos Biológicos**		
Ruídos	Poeiras	Vírus	Esforço físico intenso	Arranjo físico inadequado
Vibrações	Fumos	Bactérias	Levantamento e transporte manual de peso	Máquinas e equipamentos sem protecção
Radiações ionizantes	Névoas	Protozoários	Exigência de postura inadequada	Ferramentas inadequadas ou defeituosas
Radiações não ionizantes	Neblinas	Fungos	Controle rígido de produtividade	Iluminação inadequada
Frio	Gases	Parasitas	Imposição de ritmos excessivos	Electricidade (riscos de electrocussão e electrização)
Calor	Vapores	Bacilos	Trabalho em turno e nocturno	Probabilidade de incêndio ou explosão
Pressões anormais	Substâncias, compostos ou produtos químicos		Jornadas de trabalho prolongadas	Armazenamento inadequado
Humidade			Monotonia e repetitividade	Animais peçonhentos
			Outras situações causadoras de stress físico e/ou psíquico	Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes

(Fonte: http://www.ifi.unicamp.br)

Em trabalhos de demolição [2], segundo a Autoridade para Condições do Trabalho (ACT), é considerado uma actividade de elevado risco, devido á natureza dos trabalhos, em que os trabalhadores se encontram expostos a determinados factores de risco que podem ter influência, quer na saúde, quer na integridade física. Da utilização de equipamentos de elevada potência e capacidade de destruição e devido à possibilidade de ocorrência de acidentes indesejados e inesperados das estruturas fragilizadas e exposição dos trabalhadores e presença de estruturas vizinhas, encontra-se uma elevada diversidade de riscos associados à actividade como por exemplo:

- Destruição não controlada de toda ou parte da construção;
- Danos causados nas estruturas vizinhas (danos a terceiros);
- Queda em altura ou quedas ao mesmo nível de pessoas;
- Queda de objectos por desabamento ou desmoronamento;
- Queda de objectos desprendidos;
- Pancadas e cortes devido à utilização de equipamentos, ferramentas e veículos;
- Riscos específicos, como explosões, incêndios ou vibrações aquando da utilização de explosivos ou utilização de lança térmica;
- Riscos associados à poluição sonora (ruído);
- Riscos associados à projecção de poeiras e partículas;
- Riscos de projecção de elementos demolidos;
- Riscos de entalamentos ou esmagamento por entre os objectos;
- Tropeçamentos e quedas por marcha sobre objectos ou choque entre objectos;
- Sobre esforços ou posturas inadequados;
- Riscos eléctricos (electrização e electrocussão);
- Inundação por ruptura das canalizações;
- Entaladela os esmagamento por capotamento de máquinas [3].

4.2. Causas Principais

A aplicação deficiente ou a ausência de medidas preventivas de demolição, são as principais causas da ocorrência de acidentes e existências de elevados riscos. Por outro lado a execução dos trabalhos sem controlo e fiscalização, bem como a má aplicação dos métodos de demolição e a utilização inadequada dos equipamentos (inexperiência ou falta de qualificação), contribuem para produção de riscos e acidentes

a trabalhadores e zonas adjacentes. Algumas das causas principais dos riscos inerentes aos trabalhos de demolição são:

- Falta de preparação dos técnicos por, nomeadamente, não verificarem o estado de estabilidade e solidez dos elementos construtivos e construções adjacentes;
- Não assegurar devidamente o corte de todas as infra-estruturas;
- Trabalho desorganizado (trabalhadores a laborar em níveis distintos, demolição de elementos de suporte antes dos suportados);
- Sobrecarga dos pisos com entulho;
- Não delimitar e sinalizar a zona de trabalhos e não controlar as entradas nessa zona;
- Trabalhar em condições atmosféricas adversas;
- Utilização de meios mecânicos de forma inadequada (para arrancar elementos construtivos ou utilizar os equipamentos para além das capacidades indicadas pelo fabricante);
- Utilização de andaimes indevidamente ancorados ou escorados;
- Não utilizar os EPC e EPI necessários, nomeadamente, contra quedas em altura;
- Trabalhadores sem formação e desconhecimento dos riscos associados aos trabalhos de demolição.

4.3. Medidas de prevenção da actividade de demolição

À semelhança de todas as tarefas na área da construção, os trabalhos de demolição, sejam parciais ou integrais, devem ser efectuados com um planeamento e preparação adequada antes, durante e após todas as tarefas de demolição. A especificidade da indústria da demolição resulta fundamentalmente do facto de ser considerado um dos processos da área da construção civil com maiores riscos (riscos especiais) tanto para os operários como para a integridade da estrutura a demolir (principalmente em demolições parciais) e inconvenientes inerentes ao meio envolvente. Deverão ser tomadas todas as devidas precauções na eliminação de estados críticos de desabamento, mesmo na presença de elementos de grande valor histórico arquitectónico em que deverão ser efectuados com o máximo cuidado, prevenindo possíveis danos às alvenarias residuais, qualquer acidente com operários, evitar incómodos, danos colaterais e distúrbios. De outra forma, as medidas deverão ser tomadas para que se

limitem os riscos exclusivamente á demolição de partes e volumes previstos. Podemos dizer então que as medidas de protecção se dividem em três grupos principais:

- ✓ O que pertence à segurança dos trabalhadores envolvidos nas tarefas de demolição;
- ✓ O da segurança e comodidade dos espaços públicos adjacentes;
- ✓ O da integridade e solidez das estruturas que podem vir a ser afectadas pelos trabalhos de demolição.

Para uma boa prevenção de acidentes e execução dos trabalhos com eficiência e segurança a avaliação do risco deve valorizar portanto, para além da valorização das variáveis relacionadas com o "ambiente de trabalho", as situações reais de trabalho que incluem o trabalhador com as suas características individuais, e mesmo assim que se modificam ao longo do tempo, o que determina também a sua reavaliação sistemática, mesmo que não existam mudanças significativas no ambiente de trabalho.

O diagnóstico das situações de risco profissional, a concepção, e a implementação das medidas de prevenção são necessários para a eliminação e a minimização dos riscos. A eficácia da preparação e implementação das medidas preventivas, para a realização das actividades em segurança, consiste na aplicação de nove princípios gerais de prevenção, mencionados na tabela 5.2.

Deve-se prever, ainda, uma protecção contra colapso descontrolado, uma vez que durante os trabalhos de demolição e da remoção de certos elementos importantes da estrutura, pode-se fragilizar o edifício e provocar o colapso indesejado de outras partes, sendo necessário, então, identificar onde irão ser necessários os suportes ou reforços temporários. É de salientar que se a estrutura entrar em desmoronamento precoce pode provocar danos tanto na estrutura a desmantelar como nas estruturas vizinhas e danos a trabalhadores levando-os até à sua morte.

Tabela 4.2 – Os nove princípios gerais de prevenção de acordo com a Directiva 89/391/CEE

Princípio	Descrição
Primeiro	Evitar os riscos;
Segundo	Avaliar os riscos que não possam ser evitados;
Terceiro	Combater os riscos na origem;
Quarto	Adaptar o trabalho ao homem, especialmente no que se refere à concepção dos postos de trabalho, bem como à escolha dos equipamentos de trabalho e dos métodos de trabalho e de produção, tendo em vista, nomeadamente, atenuar o trabalho monótono e o trabalho cadenciado e reduzir os efeitos destes sobre a saúde;
Quinto	Ter em conta o estádio de evolução da técnica;
Sexto	Substituir o que é perigoso pelo que é isento de perigo ou menos perigoso;
Sétimo	Planificar a prevenção com um sistema coerente que integre a técnica, a organização do trabalho, as condições de trabalho, as relações sociais e a influência dos factores ambientais no trabalho;
Oitavo	Dar prioridade às medidas de prevenção colectiva em relação às medidas de protecção individual;
Nono	Dar instruções adequadas aos trabalhadores.

(Fonte: ACT)

4.3.1. Providências preliminares dos trabalhos de demolições

Nem todas as construções são iguais, diferenciam-se em dimensão, tipologias, nos materiais e sistemas construtivos, bem como na envolvente de cada edifício, pelo que na presença de várias técnicas de demolição existentes é importante e necessário o melhor aproveitamento de cada método de forma a obter um processo seguro, rápido, que não provoque danos no meio envolvente, lesões aos operários, permitindo o melhor aproveitamento dos materiais e ainda a remoção expedita dos detritos do local da obra.

As providências preliminares aos trabalhos de demolição são medidas de intervenção antes do começo de qualquer tipo de tarefa de desmantelamento ou remoção de elementos dos edifícios. Consiste, essencialmente, no estabelecimento de medidas gerais de segurança que se referem à comunicação da obra aos órgãos responsáveis da abertura do estaleiro, ao tratamento de certos locais do edifício, ao maior isolamento possível do edifico relativamente ao meio envolvente ou se necessário à protecção das estruturas vizinhas, à desactivação das instalações existentes e corte de todas as redes de abastecimento ao edifício, ao esvaziamento de substancias químicas perigosas existentes, aos escoramentos prévios, à montagem de andaimes, à previsão dos meios de protecção colectiva e pessoal, à retirada dos materiais e elementos recuperáveis e determinação dos métodos e equipamentos a serem utilizados.

- Antes do começo de qualquer trabalho de demolição deve-se comunicar à autoridade responsável, ACT, da abertura do estaleiro e segundo o Decreto-Lei n.º 273/2003 de 29 de Outubro, da regulamentação das condições de segurança e de saúde no trabalho em estaleiros temporários ou móveis, em prazos e condições estipulados bem como apresentar a documentação necessária relativamente aos responsáveis e natureza dos trabalhos;

- Deve-se também comunicar a todas as empresas de abastecimento de energia eléctrica, água, gás, substâncias tóxicas, redes de esgotos e escoamento de águas, bem como das linhas telefónicas, em que deverão ser desligadas para que se proceda à desactivação, retirada e protecção das instalações existentes prevenindo assim inundações, riscos eléctricos, riscos de explosões, entre outros riscos associados a essas linhas. Compete ao técnico responsável certificar previamente do corte de todo o tipo de fornecimento ao edifício. No entanto, devem ser assegurados os serviços necessários à realização dos trabalhos, nomeadamente, água para controlo da dispersão de poeiras ou enfraquecimento de alguns elementos do edifício para facilitar o desmantelamento, e electricidade para alimentação de alguns equipamentos de demolição ou para a iluminação; esse fornecimento será feito em local próprio e de forma a evitar quaisquer inconvenientes mas deverá ser efectuado independentemente do edifício a demolir que, além disso, deverá estar devidamente protegido. Os sistemas de drenagem deverão ser selados e esvaziados de qualquer combustível e de todos os tipos de depósitos e condutas para evitar emanação de gases. É imprescindível que a demolição só comece depois de serem desactivados todos estes sistemas de abastecimentos e evacuação [4];

- Depois da desocupação do edifício e da retirada dos utensílios valiosos e decorativos é necessário retirar todo o tipo de equipamento industrial ou electromecânico (elevadores, bombas de água, sistemas de aquecimento central, aparelhos de ar condicionado, antenas de TV, etc.,) e remoção de materiais e componentes reutilizáveis ou recicláveis tais como: Vidros, portas, janelas, grades, azulejos, lambrins, telhas, caldeiras, divisórias, tectos falsos, cantarias, canalizações, condutas de ar condicionado, loiças sanitárias, lava loiças, soalhos, espelhos, elementos de iluminação, lareiras, estantes e guarda-fatos,

elevadores, aparelhos de aquecimento ou de ventilação, antenas, parquets, caixas de estores, alcatifas etc., ou seja tudo aquilo que não faz parte da do corpo da estrutura.

- Em demolições parciais, quando se pretende manter grande parte da estrutura intacta e/ou conservar as fachadas de um edifício antigo de alvenaria, degradados ou mesmo em estruturas fragilizadas ou parcialmente destruídas por vibrações, inundações, incêndios ou explosões, deve ser dimensionada uma estrutura de contenção com perfis metálicos simples ou de treliças metálicos, para consolidação e/ou reforço da estrutura que deverá ser solidarizada à fachada e servirá de suporte aos andaimes. Devido às mesmas acções, pode haver betão desligado das armaduras em elementos como lajes ou mesmo estruturas de madeira muito fragilizadas como coberturas e soalhos, aparentemente intactas, que podem ter perdido resistência, deixando de aguentar inclusive o peso dos trabalhadores, em que é necessário efectuar o seu reforço;

- Em casos onde se pretende efectuar trabalhos no interior do edifício com máquinas, deve-se efectuar aberturas prévias na fachada para facilitar o acesso da maquinaria sem por em causa a estabilidade e a resistência de outros elementos estruturais;

- Antes do começo dos trabalhos da demolição propriamente dita, sempre que for necessário, deve-se escorar as paredes, as consolas, os arcos, assim como todos os elementos que ameaçam desmoronar ou estejam muito degradados;

- As construções vozinhas do edifício a sofrer trabalhos de demolição, devem ser examinadas, previamente e periodicamente, no sentido de preservar a estabilidade e a integridade física das mesmas. Inicialmente é feito um reconhecimento prévio das estruturas adjacentes que em casos que se encontram muito confinados, é necessário efectuar escoramentos laterais de apoio e reforço das mesmas até à altura em que esteja assegurada a sua protecção, principalmente em paredes-mestras;

- Sempre que o edifício a demolir se encontra junto de uma via pública ou em zonas de elevada intensidade de passagem de pessoas, deverão ser tomadas as seguintes medidas especiais de protecção:

  - Nas fachadas expostas devem ser colocados redes de protecção para evitar a projecção de detritos e poeiras, ou queda de materiais, tanto para as zonas de passagem pública como em zonas próximas de edifícios vizinhos. Essa protecção pode ser feita através do revestimento de todo o andaime de demolição, com uma rede (tecido de fibra), obedecendo aos seguintes requisitos:
    - Estar devidamente amarrada aos tubos dos andaime para evitar que se desprenda em caso de vento forte;
    - Possuir uma trama resistente e suficientemente larga que garanta um nível de iluminação e circulação do ar compatível com os trabalhos.

  - Nas zonas de passagem do público, onde não se pode cortar a passagem das pessoas, deve-se criar corredores de protecção ou de desvios, com andaimes (devidamente montados e desligados ás estruturas a demolir), plataformas de protecção e palas que devem resistir a um peso de 700kg/m^2 e no caso de servir de suporte de materiais terá que resistir a 1400 kg/m2, vedação com corrimão e coberturas devidamente iluminados [5];

  - Antes dos trabalhos de demolição deve-se delimitar, através de vedação com chapas, tapumes ou redes, geralmente colocados no passeio da via pública, a área circundante do edifício a demolir e no decorrer deverá existir um sistema permanente de sinalização e detecção de intrusos no estaleiro, condicionado ao movimento de máquinas e equipamentos, bem como delimitar, sinalizar e proteger as linhas aéreas, cabos e condutas existentes;

  - Implementação dos sistemas de remoção dos resíduos produzidos, em zonas pontuais do edifício, pela instalação de vias de evacuação por meio de condutas verticais e canaletes horizontais para depósitos, sem

projecção dos detritos e criação de grandes quantidades de poeiras no exterior do edifício, para efectuar o seu transporte para fora da zona da demolição;

- Implementação adequada do sistema geral de protecção colectivo nomeadamente equipamentos de protecção contra quedas em altura (guarda-corpos e redes verticais, horizontais e inclinadas de segurança), equipamentos contra soterramento (entivações), instalação adequada do sistema eléctrico do estaleiro, montagem correcta dos andaimes;

- Definição e montagem do sistema de sinalização e segurança no interior e nas imediações do estaleiro, limitando ou proibindo a deslocação de pessoas bem como criação de caminhos específicos de deslocação em segurança de trabalhadores e público. A sinalização nos ambientes de trabalho alerta trabalhadores e visitantes sobre os riscos existentes e a necessidade de utilização dos equipamentos de protecção. Esta sinalização tem por objectivo chamar a atenção, com sinais específicos, de forma rápida e inteligível, para objectos ou situações que comportem riscos ou possam estar na origem de perigos. Utiliza-se normalmente sinalização permanente para: proibições; avisos; obrigações; meios de salvamento ou de socorro; equipamento de combate a incêndios; assinalar recipientes e tubulações; riscos de choque ou queda; vias de circulação; etc. Estes sinais podem ser classificados como:

    - Utiliza-se normalmente sinalização permanente para: proibições; avisos; obrigações; meios de salvamento ou de socorro; equipamento de combate a incêndios; assinalar recipientes e tubulações; riscos de choque ou queda; vias de circulação; etc.
        - **Sinais de Obrigação** – indicam comportamentos ou acções específicas e a obrigação de utilizar equipamento de protecção individual (EPI).
        - **Sinais de Perigo** – indicam situações de atenção, precaução, verificação ou actividades perigosas.
        - **Sinais de Aviso** – indicam atitudes proibidas ou perigosas para o local.

- Sinais de Emergência - indicam direcções de fuga, saídas de emergência ou localização de equipamento de segurança.

Tabela 4.3 – Tipos e características dos pictogramas para sinalização de segurança

Sinais de obrigação		Forma circular, fundo azul e pictograma branco
Sinais de perigo		Forma triangular, contorno e pictograma preto em fundo amarelo
Sinais de proibição		Forma circular, contorno vermelho, pictograma preto e fundo branco
Sinais de emergência e primeiros socorros		Forma rectangular, fundo verde e pictograma branco
Sinais de emergência e combate a incêndio		Forma rectangular, fundo vermelho e pictograma branco

Figura 4.1 – Vedação do edifício com redes de protecção para evitar a projecção de detritos e queda de materiais (Fonte: www.sh.com.br)

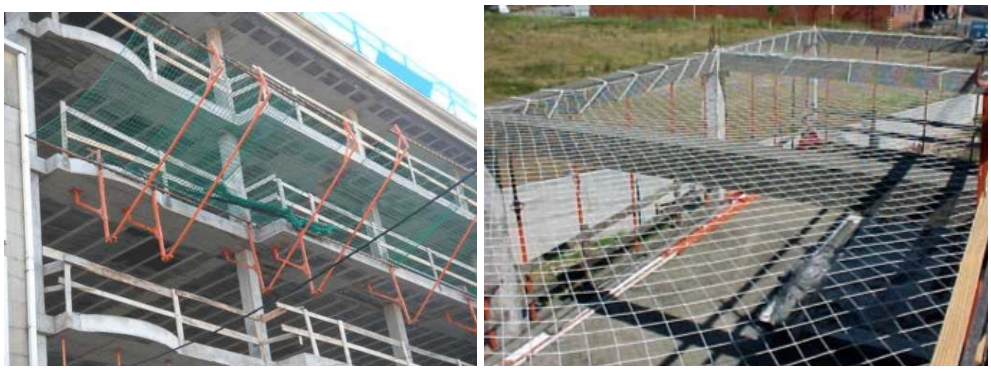


Figura 4.2 – Rede inclinada e horizontal de protecção contra queda em altura de trabalhadores (Fonte: www.globiprotec.com; CICCOPN, 2005)

Figura 4.3 – Utilização de guarda-corpos de protecção de queda em altura (Fonte: www.doka.com; CICCOPN, 2005)

Figura 4.4 – Fixação dos guarda-corpos nos elementos da estrutura e colocação em aberturas no pavimento (Fonte: CICCOPN, 2005)

Figura 4.5 – Vedação do local com prumos colocados nos passeios ou em zonas públicas próximas (Fonte: www.jovedavedacoes.pt)

Figura 4.6 – Vedação e exemplo de corredor de passagem de peões (Fonte: CICCOPN, 2005)

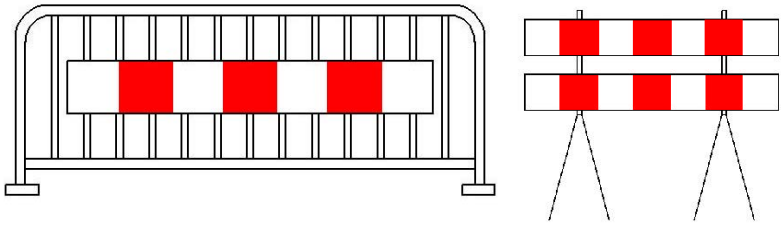


Figura 4.7 – Bainha e barreiras de sinalização e protecção (Fonte: www.cm-loures.pt)

Escoramentos e reforço de estruturas com utilização de perfiz metálicos, com finalidades de manter alguns elementos estruturais intactos e prevenir a instabilidade, colapso prematuro e indesejado dos elementos, antes do começo dos trabalhos de demolição, estão representados nas figuras de 5.8 a 5.11.

Figura 4.8 – Escoramentos de um edifício a demolir (parcialmente) devido a deficiências de construção (Fonte: www.labciv.eng.uerj.br)

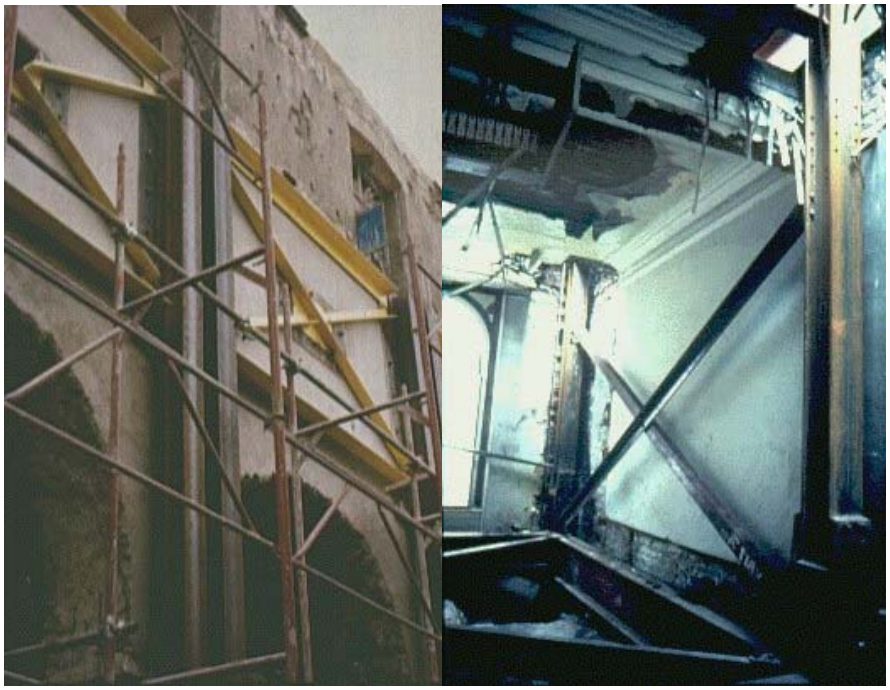


Figura 4.9 – Travamento de fachada e no interior do edifício (Fonte:www.estg.ipleiria.pt)

Figura 4.10 – Reforço dos pilares e escoramento da cobertura (Fonte: www.estg.ipleiria.pt)

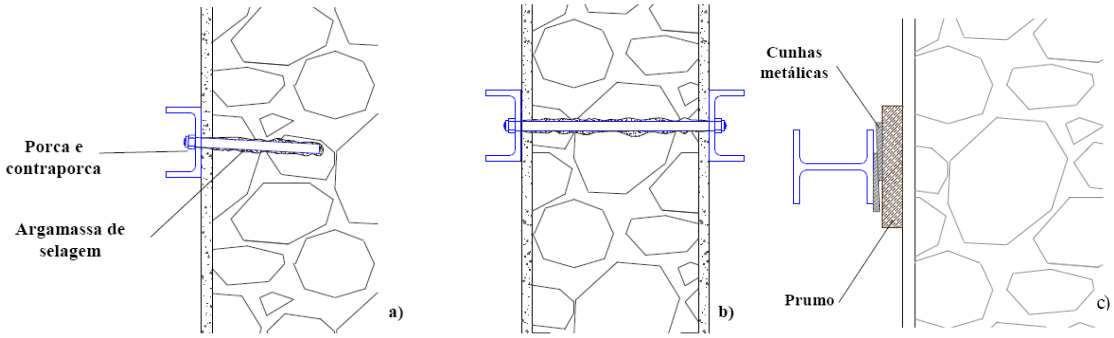


Figura 4.11 – Ligação da estrutura metálica de reforço com a alvenaria (a) – ligação directa parcial; b) – ligação directa total; c) – ligação indirecta) (Fonte: Cruz, Rui 2008)

4.3.2. Medidas preventivas na execução de trabalhos de demolição propriamente dita

Durante a actividade de demolição, devido á elevada exposição a diversos tipos de risco, é necessário tomar medidas de prevenção específicas ao longo de todo o processo, de acordo com a natureza dos trabalhos, equipamentos utilizados, método escolhido e elevada exposição dos trabalhadores, a fim de efectuar um trabalho com eficácia e segurança.

No decorrer dos trabalhos de remoção e desmantelamento do edifício, os elementos construtivos sofrem uma variação do estado de tensão originadas pela acumulação de sobrecargas em elementos estruturais principais ou mesmo em elementos que não fazem parte de estrutura principal mas que na realidade transmitem ou suportam carregamentos. Nessas situações, deparamos com casos de riscos específicos dos operários, associados ao método de demolição e equipamentos escolhidos para as diversas tarefas. Esses riscos, muitas vezes, geram acidentes provocando danos materiais, perdas a nível dos materiais e equipamentos ou mesmo destruição prematura ou indesejada de parte da estrutura a demolir e, ao mesmo tempo, provocando lesões temporárias ou permanentes nos trabalhadores. Para os métodos e equipamentos de demolição já referidos foram mencionados algumas medidas preventivas específicas, porém é necessário apresentar medidas de uma forma geral, relacionadas com as várias tarefas de demolição, com especial atenção na demolição manual, parcial de estruturas muito fragilizadas ou muito antigas, ou seja, edifícios que apresentam maiores riscos de colapso eminente.

4.3.2.1. Sequência de demolição

Após a implementação das medidas preliminares de segurança, ou seja, no fim dos trabalhos prévios, nomeadamente: dos sistemas de suporte e/ou reforço das estruturas vizinhas e do próprio edifício a demolir, da colocação do sistema de sinalização, da montagem dos elementos de protecção colectiva e isolamento do edifício, pode dar-se inicio à fase de desmantelamento do edifício. Esta etapa da demolição pode-se dividir em duas fases, compreendida na remoção dos materiais e revestimentos da construção e de seguida na demolição do seu corpo estrutural. Devido à especificidade de cada caso de demolição, deverão ser adaptadas medidas no que diz

respeito á ordem dos trabalhos, com a avaliação dos critérios prioritários de execução dos trabalhos.

Esta sequência das tarefas é efectuada na demolição parcial (para reabilitação ou correcções de deficiências de construção) do edifício ou devido ao método escolhido, muitas vezes a demolição manual (tradicional), na presença de edifícios muito fragilizados ou em espaços muito confinados.

Os edifícios antigos que se pretende reabilitar ou realizar demolições parciais, normalmente, fazem parte de uma malha urbana igualmente antiga. Assim, além das limitações de espaço, ruído e poeiras, existe uma grande preocupação para que não sejam provocadas demasiadas vibrações quer na parte da estrutura a preservar, quer nas construções vizinhas. Consequentemente, utilizam-se equipamentos que não sejam demasiado potentes e, muitas vezes, recorre-se a demolição tradicional (elemento a elemento) efectuada a custa de trabalho braçal, com o auxílio de ferramentas ligeiras e de andaimes ou gruas. Caso se trate de um edifício isolado, poder-se-á utilizar equipamentos mais potentes, desde que não resulte prejuízo para a parte do edifício a manter [6].

Deve existir sempre o cuidado de retirar qualquer elemento quando as cargas que descarregam sobre ele já tiverem sido removidas ou lhes tenha sido garantido novo apoio. Os elementos resistentes são demolidos por ordem inversa a da construção:

- Dos pisos superiores para os pisos inferiores;
- Retirando as cargas das lajes de forma simétrica;
- Retirando as cargas que solicitam cada elemento resistente antes de o demolir;
- Contraventando e/ou anulando as componentes horizontais em arcos e abobadas;
- Escorando os elementos em consola (caso seja necessário);
- Demolindo as estruturas hiperstáticas, de forma a implicar menores flechas, rotações e deslocamentos.

Satisfeitas todas as medidas de segurança e requisitos preliminares e tendo presentes todas as providencias necessárias, inicia-se o processo de demolição de elemento a elemento obedecendo a determinada sequência de operações. Começa-se

pela cobertura passando pelos elementos seguintes como paredes, lajes, vigas, pilares, etc., até chegar aos pisos térreos e fundações, de forma a garantir que não haja colapsos imprevistos e indesejados, salvaguardando a segurança e integridade dos trabalhadores, preservando o valor patrimonial dos materiais e maximizar o reaproveitamento e reciclagem dos materiais

Começando pela cobertura:

1) Demolição dos corpos salientes em cobertura (clarabóias, chaminés e todos os adornos);
2) Demolição do material de revestimento da cobertura;
3) Demolição da estrutura da cobertura (ripas, madres e vigas de apoio);
4) Demolição dos tabiques de apoio da cobertura;
5) Demolição do material de enchimento para formação da pendente em coberturas;
6) Demolição dos cabos, tirantes e escoras da cobertura;
7) Demolição da laje de esteira.

Inicia-se então a demolição do último piso habitado até á base do edifício:

1) Remoção do revestimento de paredes, pisos, tectos e escadas, elementos pertencentes a carpintaria e serralharia, bem como tectos falsos. A remoção do gesso, estuque ou reboco, deverão ser previamente humedecidos, com a finalidade de reduzir a libertação de poeiras ou substâncias tóxicas;
2) Demolição de tabiques e/ou paredes divisórias;
3) Demolição da laje do piso e das abobadas (caso existam)
4) Demolição das vigas (se existirem);
5) Demolição dos elementos de suporte vertical (paredes resistentes em estruturas tradicionais, pilares e núcleos em estruturas de betão armado);
6) Demolição do último troço de escada e da caixa de escadas, de acesso ao piso superior;
7) Repete-se os pontos 1) a 6) para os pisos inferiores até ao piso térreo;
8) Demolição dos muros de suporte de terras, com as devidas entivações ou sistemas de suportes/reforço;
9) Demolição das fundações.

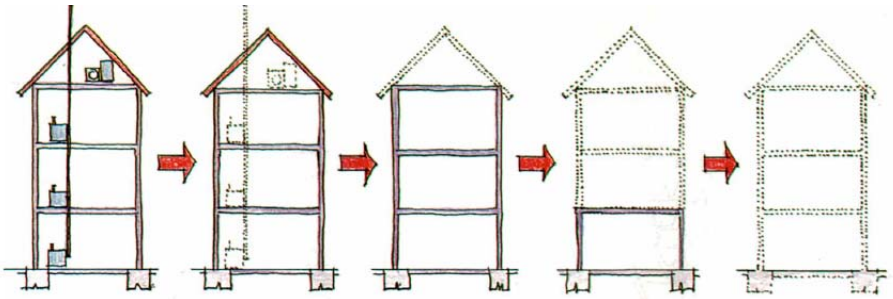


Figura 4.12 – Sequencia de desmonte e demolição manual de edifícios, de cima para baixo (Fonte: "Manual de desconstrucció", 1995)

4.3.2.1.1. Demolição de edifícios de alvenaria tradicional

A maior parte dos edifícios dos centros urbanos em Portugal que têm vindo a ser demolidos são estruturas anteriores ao aparecimento do betão armado. A sua constituição típica é constituída da seguinte forma: paredes exteriores em alvenaria tradicional de pedra e argamassa com fraco teor em ligante; tabiques interiores resistentes em materiais à base de madeira ou alvenaria de tijolo, normalmente, maciço; lajes de soalho de madeira assente sobre vigas de madeira; coberturas com asnas de madeira ou metálicas.

Para estes tipos de edifícios a demolição tradicional mantém uma grande preponderância devido às limitações de espaço do meio envolvente, bem como ao nível de ruídos, vibrações e poeiras, em que os trabalhos de desmantelamento são efectuados manualmente, á custa do esforço humano, de ferramentas manuais ligeiras e algumas máquinas manuais portáteis como martelos demolidores hidráulicos ou pneumáticos e sempre que possível a máquinas pesadas como retroescavadoras ou giratórias hidráulicas. Com a ajuda de cadernais, cordas, roldanas, calhas metálicos ou plásticos faz-se o transporte dos materiais para subir ou baixar.

Depois da realização dos trabalhos preparatórios, são feitos buracos entre as lajes de madeira para facilitar o transporte dos resíduos para os pisos térreos através de condutas de evacuação de entulho ou colocação de sistema, no exterior do edifício, através do qual se pode fazer o encaminhamento directamente para o camião para transporte ou em contentores de recolha. Os entulhos nunca se devem acumular nos pisos ou junto a paredes, para não provocar sobrecargas excessivas e futuras roturas locais e acidentes por tropeçamento de operários. São ainda removidos algumas portas e janelas interiores e, ainda, garante-se que portas e janelas exteriores mantêm-se vedadas

de forma a não permitir a projecção de detritos para fora. Retirados todos os equipamentos electromecânicos do edifício, inicia-se a demolição pela cobertura, geralmente em telhado e prossegue-se de cima para baixo, pela ordem inversa da construção. Seguindo uma regra e um princípio básico de desmantelamento de elementos estruturais, que consiste em retirar sempre os elementos suportados antes dos suportantes, é necessário garantir que todas as cargas que neles descarregam sejam retiradas ou lhes é garantido um novo apoio.

Na demolição da cobertura devem ser retirados, em primeiro lugar, todos os elementos salientes da mesma (chaminés, adornos metálicos e clarabóias), a seguir o revestimento (telhas), manualmente, e de seguida as ripas, varas e madres, por esta mesma ordem. No fim, são demolidas as asnas e a laje de esteira, em que é aconselhável deixar algumas vigas para estabilizar a parte superior das paredes até à demolição das mesmas, verificando se as empenas são ou não, meeiras ou dos edifícios confinantes. À medida que é feita a demolição, remata-se todos os orifícios nas empenas vizinhas com argamassa de cimento e areia (reboco), para evitar infiltrações ou possíveis fissuras em prédios adjacentes.

Retirado o telhado e a laje de esteira, passa-se para tarefas de demolição do último piso. A execução manual dos trabalhos possibilita a recuperação de tijolos maciços de alguns tabiques. Dá-se então a demolição das paredes divisoras, com ajuda de água na presença de rebocos de gesso, minimizando a produção de poeiras. De seguida efectua-se a remoção de varandas ou outras consolas curtas existentes com ajuda de alavancas e picaretas. Começa-se então a retirada e transporte do soalho de madeira para reutilização, com retirada das vigas de madeira de apoio ao soalho.

Todo este processo, é repetido nos restantes pisos, de cima para baixo até chegar ao piso térreo, no caso de demolição total do edifício, com o devido acompanhamento e desmontagem de parte do andaime, da altura dos pisos já removidos e ter sempre em conta que as escadas de acesso aos pisos superiores e os respectivos corrimãos devem ser os últimos elementos a serem demolidos. Depois do termino dos trabalhos, recorre-se às escavadoras para remoção e carregar entulhos ainda existentes no local para os camiões de transporte para zonas de tratamento ou depósito [7].

Após o término dos trabalhos de demolição e remoção dos RD, é necessário verificar o estado de conservação dos edifícios vizinhos, de eventuais danos causados

pela actividade de demolição do edifício, efectuando uma nova vistoria e elaboração de um relatório de inspecções e trabalhos feitos antes do começo da demolição e apurar os possíveis reparos a ser feitos. A retirada dos sistemas e reforço ou de contenção só poderá ser feito quando se garante a perfeita estabilidade das mesmas, como por exemplo, na contenção das fachadas a estrutura só é retirada quando a nova construção é ligada à mesma fachada

4.3.2.1.2. Demolição de edifícios de betão armado ou pré-esforçado

Na demolição de estruturas de betão, sendo em menor quantidade que as tradicionais, são utilizados métodos e equipamentos semelhante aos edifícios antigos, porém há a necessidade de utilização de equipamentos mais pesados e potentes e sobretudo de técnicas de corte de elementos estruturais de maiores dimensões e peso facilitando o desmantelamento e remoção, por meio de gruas.

Na presença de estruturas pré-fabricadas, pesadas, é necessário efectuar previamente a separação dos outros elementos, geralmente ligados por aço e recobertos com betão, para facilitar a sua desmontagem. Pode-se deparar com problemas na demontagem dos mesmos elementos devido à presença de juntas, que possibilitam a estabilidade da estrutura, devendo esta ser contraventada.

Nas peças pré-esforçadas é necessário ter certos cuidados especiais, embora as situações mais críticas incidam no pré-esforço não aderente, devido ao facto de ao ser cortado o tendão em qualquer local da sua trajectória, provocar-se a perda de tensão em toda a sua extensão, situação pouco corrente (em Portugal) na concepção de estruturas. O sistema de pré-esforço não aderente é encontrado, sobretudo em lajes de grande vão e em estruturas que á partida não serão demolidos durante muitos anos.

Quanto às recomendações de execução de trabalhos de demolição em elementos de betão armado, estas destacam-se nos seguintes casos:

- **Demolição de lajes**

✓ Como todos os elementos do edifício, só poderão ser demolidos após terem sido retirados todos os elementos por eles suportados, inclusive parapeitos e platibandas;

- ✓ Os elementos em balanço devem ser previamente escorados, assim como todos os painéis em que tenham sido detectados flechas excessivas;
- ✓ Devem ser os primeiros elementos da estrutura a serem demolidos, cortando-os em secções exteriores ao elemento resistente no qual se apoiam;
- ✓ O estado de detracção das lajes junto às instalações sanitárias, canalizações e chaminés deverá ser observado previamente com algum cuidado;
- ✓ No caso de lajes de vigotas pré-esforçadas, as abobadilhas ou outros elementos de aligeiramento, devem ser desmontados/demolidos de ambos os lados de cada vigota sem a danificar, possibilitando a sua remoção por meio cabos de aço por gruas, previamente enlaçados junto a cada um dos apoios. Se a vigota tiver continuidade para o vão seguinte, este deve ser escorado na sua zona central sendo depois cortada numa secção junto ao apoio do lado do vão a demolir primeiro;

- **Demolição de vigas**

- ✓ Só poderão ser demolidos após a remoção das lajes, pilares, parapeitos e platibandas, que sobre elas repousam, ficando livre de cargas com apenas do peso próprio;
- ✓ Com o mesmo princípio, as vigotas, são cortadas ou desligadas seguidamente dos seus extremos e suspensas em cabos para remoção;
- ✓ Não deverão ser deixadas sem escoramento vigas ou parte destas em balanço.

- **Demolição de pilares e paredes**

- ✓ Seguindo a sequência e os princípios anteriores, só poderão ser demolidos após terem sido removidos as lajes, vigas e capiteis;
- ✓ Na demolição dos pilares, estes devem ser previamente atirantados através de cabos de aço no plano de derrube e em ambos os sentidos, garantindo a estabilidade dos pilares durante todo o processo de remoção do betão de recobrimento e corte das armaduras;
- ✓ Os troços de pilar ou parede demolidos nunca devem ser deixados tombar com violência sobre as lajes;

- ✓ Na demolição das paredes resistentes, o processo é semelhante à dos pilares sendo que nestes não deverão ser realizados cortes de troços de largura não superior a 1m.

4.3.2.2. Medidas de segurança na execução das tarefas de demolição por parte dos operários

Na demolição manual ou tradicional, os riscos são mais frequentes e estão relacionados com a possibilidade de queda dos trabalhadores e dos materiais, enquanto que quando se utiliza máquinas de elevado porte, potência e alcance, os trabalhadores se encontram afastados das estruturas a demolir (como por exemplo: demolição com bola de aríete ou mesmo máquinas hidráulicas de elevado alcance). Como já foi referido, é essencial o suporte ou reforço das estruturas e que se instalem previamente andaimes ou plataformas de trabalho desligados dos elementos a demolir, munidos, no lado do vazio, de redes de segurança, guarda-corpos e rodapés, que diminuam o risco de eventuais quedas. Durante o trabalho, porém, devem ser feitos todos os possíveis para que os componentes de um grupo de trabalho actuem todos ao mesmo nível e de forma organizada e coordenada.

Para a redução ou eliminação dos riscos de acidentes é imprescindível que todos os trabalhadores efectuem um trabalho com procedimentos correctos, e nalguns casos, têm que possuir formação específica para o manuseamento dos equipamentos ou execução adequada dos métodos escolhidos. Porém, a utilização dos equipamentos de protecção individual (EPI) é muito importante e obrigatória, para a redução dos acidentes e lesões aos trabalhadores.

4.3.2.2.1. Equipamentos de protecção individual (EPI)

Os EPI são equipamentos, complementos ou acessórios que devem ser utilizados quando numa determinada actividade há probabilidade de risco para a integridade física. A não utilização dos equipamentos de protecção individual, ou a sua deficiente utilização contribuem para o aumento dos acidentes de trabalho. A selecção do tipo de equipamento de protecção individual a usar, faz-se em função do trabalho a realizar, nomeadamente:

- Os riscos a que se está exposto;
- As condições do local de trabalho;
- A parte do corpo a proteger;
- As características do utilizador.

Devem satisfazer determinados requisitos e exigências de segurança e adaptar-se à morfologia do utilizador, com o objectivo de:

- Assegurar uma protecção eficaz;
- Proporcionar comodidade;
- Garantir resistência;
- Garantir durabilidade.

São escolhidos de acordo com os tipos de riscos existentes, associados às várias tarefas da demolição:

- Riscos físicos:
  - Mecânicos (Quedas em altura, choques, vibrações);
  - Térmicos (calor, frio);
  - Eléctricos;
  - Radiações (UV – soldadura, raios X, etc,.);
  - Ruídos.
- Riscos químicos:
  - Aerossóis (poeiras, fumos);
  - Líquidos (imersões, alpicos);
  - Gases, vapores.
- Riscos biológicos:
  - Bactérias e vírus patogénicos
  - Fungos.

Tabela 4.4 – Equipamentos de protecção individual

Finalidade	Riscos associados	Equipamentos a utilizar	Demonstração
Protecção do corpo inteiro em trabalhos em altura	Queda em altura	Arnês de segurança (com ou sem colete e com linha de vida), cintos de segurança.	
Protecção da cabeça	Queda de materiais (objectos) e exposição ao sol	Capacete e chapéus de protecção	
Protecção visual e facial	Impactos de partículas sólidas quentes ou frias, de substâncias nocivas (poeiras, líquidos, vapores e gases irritantes) à face e de radiações (infravermelho, ultravioleta e calor) aos olhos.	Óculos, viseiras e mascaras	
Protecção auditiva	Ruídos elevados (permanetes)	Abafadores de ruído (ou protectores auriculares)	
Protecção respiratória	Gases, fumos, poeiras, vapores prejudiciais	Máscaras, aparelhos filtrantes específicos para cada tipo de contaminação do ar e até mesmo a aparelhos de respiração autonoma	
Protecção do corpo	Projecção de partículas ou de agentes químicos, calor, frio, chama, substâncias nocivas e riscos de atropelamento	Vestuário de corpo inteiro (fato-macaco ou vestuário de protecção especifico do agente químico) e vestuário reflector ou de sinalização	
Protecção das mãos e braços	Mecânicos, químicos, eléctricos e térmicos	Luvas de tecido, couro, borracha, PVC, malha de aço	

Protecção de pernas e pés	Queda de materiais, esmagamento, perturbação ou corte, escorregamento	Botas, polainas, joelheiras, calçado com biqueira e sola de aço	

Para a execução das tarefas de demolição é necessário um conhecimento prévio dos elementos bem como da sua constituição, ou seja, dos diferentes materiais e métodos construtivos de edifícios antigos de alvenaria tradicional, edifícios de betão armado ou pré-esforçado e mesmo na presença de estruturas mistas.

4.3.2.2.2. Casos críticos e execução adequada das tarefas [8]:

- **Demolição manual**

✓ Utilização obrigatória dos EPI em toda a zona dos trabalhos, bem como utilização de equipamentos específicos em certas tarefas de riscos especiais;

✓ Deve-se desinfestar e desinfectar zonas, caso seja necessário;

✓ O trabalho sobre os andaimes deve ser feito com estes desligados de estruturas a demolir;

✓ A sequência de demolição manual consiste na demolição de estruturas de cima para baixo com desmantelamento de elementos suportados e depois os suportantes, com os operários a trabalharem sempre ao mesmo nível. Às vezes é fácil, no meio de uma estrutura complexa, perder o sentido desta realidade e demolir, por exemplo, os apoios da própria peça que suporta o trabalhador, como se pode ver na figura 5.13;

✓ Não se deve apoiar em paredes de pequena espessura, <35cm, e com elevada altura, 6m;

✓ Os acessos aos postos de trabalho devem ser adequados (principalmente em resistência e largura) e devem-se manter permanentemente desobstruídos e limpos de entulhos, com vigilância constante sobre os mesmos;

✓ Devem ser montadas escadas exteriores à construção ou reforçadas as escadas da edificação (se for possível e necessário) com a devida protecção contra quedas em altura (corrimãos e guarda-corpos, como mostra a figura 5.4). Com a utilização das escadas do edifício, serão então os últimos elementos a serem

demolidos em cada piso, porque são necessários para acesso aos pisos superiores;

- ✓ As tubagens, mangueiras e cabos devem ser fixadas e arrumadas de modo a que não provoquem tropeções e não fiquem sujeitas a esforços que as possam danificar. No atravessamento de vias de circulação de veículos devem ser enterradas ou protegidas;
- ✓ As tubagens e acessórios das redes de ar comprimido devem ser periodicamente inspeccionados a fim de evitar fugas de ar sob pressão e deve ser proibido o estacionamento ou paragem de viaturas ou máquinas sobre mangueiras e tubagens sobre pressão bem como sobre cabos eléctricos;
- ✓ As aberturas no pavimento do piso em demolição devem ser tapadas, com tábuas de madeira ou com redes de protecção e vedação com guarda-corpos (figura 5.4), excepto se forem usados para escoamento de resíduos, devendo nesse caso ser protegidas;
- ✓ Deve ser rigorosamente proibido atirar entulhos e peças maiores pelas janelas, para fora do edifício e até mesmo entre pisos;
- ✓ Os entulhos devem ser regados e descidos em calhas devidamente vedadas e com troços nunca superiores à altura de 2 pisos. A saída inferior de cada calha deve ter uma comporta para fazer parar o material. Deve ser rigorosamente proibido que os trabalhadores retirem material das calhas usando as mãos;
- ✓ O material da cobertura deve ser retirado de forma progressiva e de ambos os lados para evitar desequilíbrios da estrutura, e á medida que são retirados devem ser descidos através de caleira e/ou com auxilio de guinchos;
- ✓ As peças que vão ser soltas, devem ser deslocadas sem conduzirem os trabalhadores a movimentos bruscos, devendo ser retiradas com cuidado e nunca com auxílio de gruas. Os produtos da demolição devem ser imediatamente retirados da zona de trabalhos e armazenados em local próprio;
- ✓ As chaminés e varandas não devem ser puxadas para caírem como um todo, nem devem ser deixados em estado tal que possam ruir por acção do vento (se necessário, deve-se montar andaimes);
- ✓ As telhas, placas metálicas ou de fibrocimento, não devem servir de apoio aos operários;
- ✓ A demolição da laje só deve ser iniciada depois de se conhecerem os seus apoios e deve ser efectuado na direcção paralela a esses apoios;

- ✓ As abóbadas ou arcos devem ser demolidos do centro para as extremidades. No caso de haver abóbadas múltiplas, devem-se escorar as que não estão a ser demolidas;
- ✓ Os trabalhadores não devem apoiar nas paredes-mestras, que não apresentam estabilidade e solidez adequadas e nunca devem efectuar a demolição sobre as mesmas, devendo executar o seu trabalho a partir de plataformas ou andaimes externos. As paredes devem ser retiradas e removidas em secções facilmente transportáveis, sem provocar aos trabalhadores esforços excessivos e não devem ser abaladas e deixadas ruir como uma massa única;
- ✓ Demolição das escadas:
    - o As escadas encastradas deverão ser demolidas da ponta do balanço para o encastramento;
    - o As escadas apoiadas em patamares deverão demolir-se do meio do vão para os apoios;
    - o As escadas apoiadas lateralmente em vigas deverão demolir-se do centro do vão para os lados;
- ✓ Os elementos a demolir devem ser molhados regularmente a fim de evitar o levantamento de poeiras;
- ✓ As plataformas de trabalho devem ser estáveis, sólidas e horizontais;
- ✓ O ajudante do operário que efectuar o desmantelamento de alguma peça, deve se encontrar a uma distância que evite ser atingindo por projecções;
- ✓ Os vestuários de trabalho devem ser adequados á natureza das tarefas, roupas não muito largas;
- ✓ Sempre que os trabalhos assim o exigem, em zonas de risco de queda em altura, como por exemplo demolição em estruturas muito altas ou na montagem dos equipamentos de protecção colectiva é obrigatória a utilização de arnês de segurança com linha de vida;
- ✓ Os trabalhadores devem ser suspensos em dias de chuva intensa.

- **Demolição mecânica**

- ✓ Depois de colocação adequada de vedação e da sinalização em obra pode-se dar início ao trabalho com utilização de máquinas ligeiras ou pesadas;
- ✓ É muito importante deixar o espaço necessário para a manobra das máquinas em segurança e à possível projecção de materiais;
- ✓ Verificar se o braço da máquina tem alcance adequado à altura da edificação que se pretende desmantelar. Efectuar tarefas com máquinas com braço curto pode dar origem a acidentes graves devido á queda de materiais sobre a mesma, em que é necessário assegurar também as distâncias entre a máquina e os elementos a demolir;
- ✓ No decorrer dos trabalhos com as máquinas, deve-se verificar a não existência de pessoas no interior da edificação e só deverão permanecer, na zona vedada dos trabalhos, pessoal autorizado;
- ✓ As operações da máquina não devem abalar prematuramente os alicerces da construção, a fim de evitar um desmoronamento descontrolado;
- ✓ Os equipamentos devem ser periodicamente inspeccionados e reparados de possíveis avarias ou danos, bem como lavagem dos mesmos;
- ✓ Manuseamento e protecção dos operários:
    - o As máquinas devem ser manuseadas por pessoal competente e experiente na execução das tarefas de desmantelamento;
    - o A cabine do equipamento deve possuir um sistema de protecção do operador, na possível queda de materiais ou peças de alguma dimensão (designada 'FOPS', do inglês *falling objects protective structure*),) ou em caso de capotamento (a chamada “ROPS”, do inglês *roll-over protective structure*);
    - o Sempre que for necessário, nomeadamente com gruas móveis, deve-se solicitar ajuda externa, por parte de um trabalhador com sinais gestuais, para a execução de tarefas de maior risco ou no transporte de objectos pesados ou de alguma dimensão, em que há uma reduzida visibilidade por parte do operador de cabina;
    - o Deve-se ter especial atenção com a possibilidade do braço das máquinas poderem entrar em contacto com linhas eléctricas aéreas, mantendo uma certa distância das mesmas;

- Os equipamentos podem carregar pesos superiores à sua capacidade de suporte;
- Os equipamentos devem possuir sinais sonoros quando efectuam manobras de marcha atrás;
- No término dos trabalhos de demolição os acessórios e braços da máquina devem ser recolhidos, adequadamente.

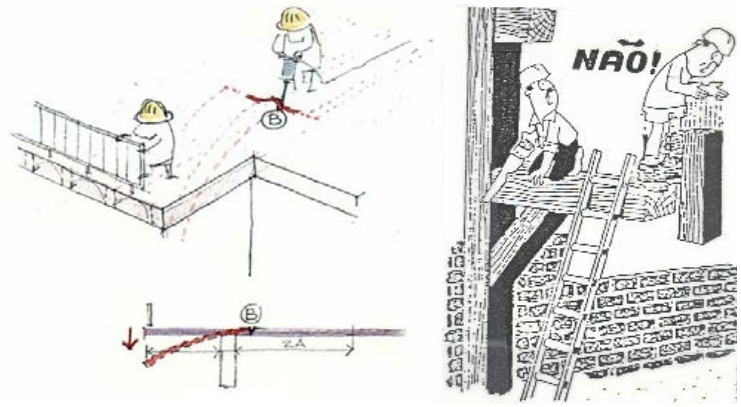


Figura 4.13 – Ordem de desmantelamento incorrecto ponto em risco os operários e decida incorrecta de elementos demolidos (Fontes: "Manual de desconstrucció", 1995; CICCOPN, 2005)

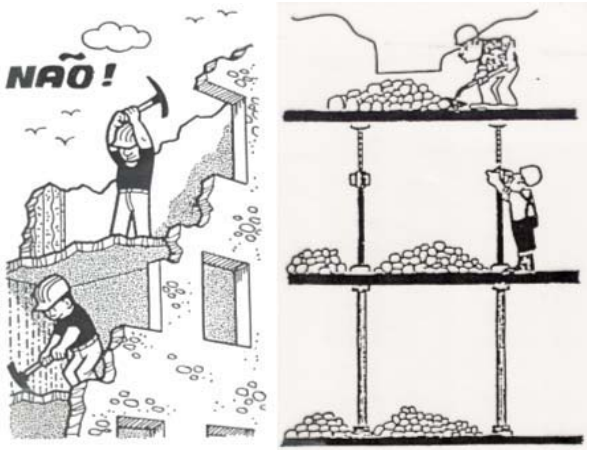


Figura 4.14 – Trabalho incorrecto dos trabalhadores, operando em níveis diferentes e acumulação de peças materiais sobre as lajes (Fonte: CICCOPN, 2005)

Figura 4.15 – Posição errada do trabalhador que se encontra sobre o elemento a demolir (Fonte: Lourenço,Cristina 2007)

Figura 4.16 – Utilização de arnês de segurança com linha de vida (Fontes: CICCOPN, 2005; http://technical-portuguese.blogspot.com)

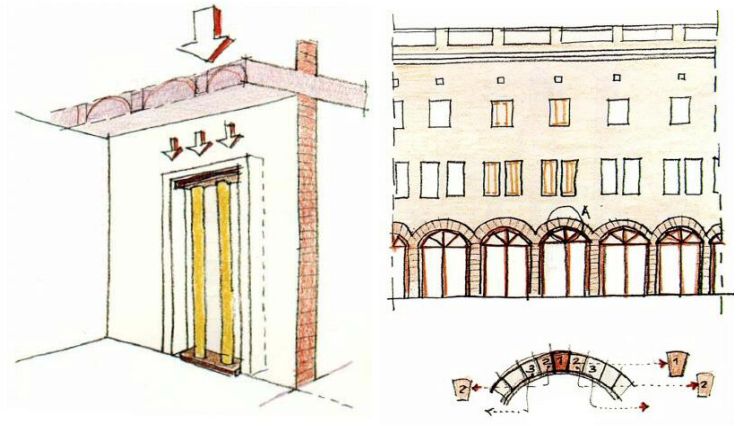


Figura 4.17 – Escoramento de vãos antes da demolição dos elementos estruturais do piso superior e Ordem de desmontagem de arcos e abóbadas para evitar o seu colapso repentino (Fonte: "Manual de desconstrucció", 1995)

Figura 4.18 – Distâncias dos equipamentos das linhas eléctricas aéreas e protecção da cabine (Fonte: CICCOPN, 2005)

Figura 4.19 – Utilização de escadas de acesso exteriores com os devidos corrimãos (Fonte: CICCOPN, 2005)

- **Demolição de edifícios na presença de substâncias perigosas - Amianto [9]**

O Amianto ou Asbesto é uma fibra mineral natural sedosa que, por suas propriedades físico-químicas (alta resistência mecânica e às altas temperaturas, incombustibilidade, boa qualidade isolante térmico, durabilidade, flexibilidade, indestrutibilidade, resistente ao ataque de ácidos, álcalis e bactérias, facilidade de ser tecida etc.), abundância na natureza e, principalmente, baixo custo tem sido largamente utilizado na indústria da construção. É extraído fundamentalmente de rochas compostas de silicatos hidratados de magnésio, onde apenas de 5 a 10% se encontram em sua forma fibrosa de interesse comercial. Os nomes, latino e grego, amianto e asbesto, respectivamente, têm relação com suas principais características físico-químicas, incorruptível e incombustível. Está presente em abundância na natureza, sedo as principais formas são:

- Crisótilo (amianto branco);
- Crocidolite (amianto azul);
- Amianto grunerite (amosite, amianto castanho);
- Amianto actinolite;
- Amianto antofilite;
- Amianto tremolite.

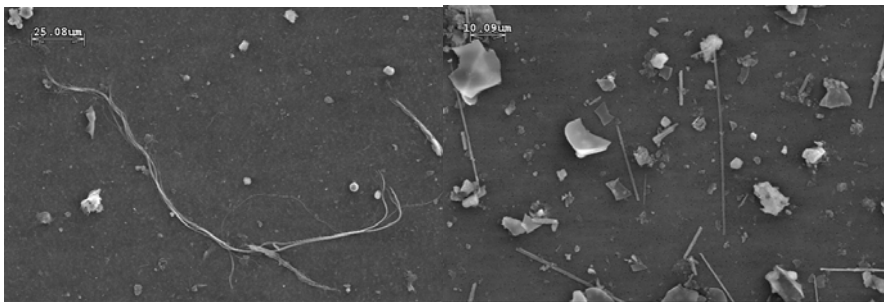


Figura 4.20 – Micrografia electrónica de varrimento mostrando fibras de amianto Crisótilo e Amosite (Fonte: Guias de boas práticas não vinculativos, CE)

O perigo do amianto reside essencialmente na dispersar-se no ar sob a forma de fibras muito pequenas que são invisíveis a olho nu, alojando nos pulmões dos trabalhadores, onde podem permanecer durante anos. O nosso organismo reconhece-as como um “corpo estranho” e reage tentando eliminá-las através das suas células de defesa que, com o objectivo de destruir as fibras, libertam determinadas substâncias. Estas substâncias, além de se mostrarem incapazes de eliminar as fibras, agridem os pulmões e daí podem surgir várias doenças como: Asbestose, uma lesão do tecido pulmonar; Cancro do pulmão; Mesotelioma, um cancro da pleura (a membrana dupla

lubrificada e lisa que reveste os pulmões) ou do peritoneu (a membrana dupla lisa que forra o interior da cavidade abdominal).

Tabela 4.5 – Exemplos de materiais que contêm amianto, com indicação do teor de amianto

Materiais que contêm amianto	Utilização comum	Onde se encontra
Revestimentos aplicados à pistola (podem conter 85% de amianto)	Isolamento térmico e acústico, protecção contra incêndios e condensação.	Em estruturas de aço em edifícios de grandes dimensões ou de vários pisos, barreiras corta-fogo em tectos vãos, nomeadamente em edifícios de piscinas.
Materiais de enchimento (podem conter 100% de amianto)	Isolamento térmico e acústico.	Isolamento de sótãos, couretes.
Guarnições e embalagens (de 1% a 100% de amianto)	Isolamento térmico de tubagens, caldeiras, recipientes sob pressão, secções de tubos pré-fabricados, lajes, fita, corda, papel corrugado, edredões, feltros e cobertores.	Em tubagens e caldeiras de edifícios públicos, escolas, fábricas e hospitais. Edredões de amianto em caldeiras a vapor industriais, fio ou corda enrolados em tubagens por vezes revestidos de materiais do tipo cimento.
Painéis isolantes de amianto (podem conter 16% a 40% de amianto)	Protecção contra incêndios, isolamento térmico e acústico, bem como trabalhos gerais de construção.	Em quase todos os tipos de edifícios. Em condutas, barreiras corta-fogo, painéis sanduíche, divisórias, placas para coberturas, membranas de impermeabilização para coberturas, forros de paredes, painéis para casas de banho. Revestimentos de caldeiras domésticas, divisórias e placas para tectos, revestimento de fornos e sistemas de pisos flutuantes.
Cordas, fios (podem conter 100% de amianto)	Materiais de guarnições, junções e embalagem, juntas e selantes resistentes ao calor/fogo, argamassas para assentamento de alvenaria, selagem de caldeiras e condutas de evacuação, bem como tubagens entrançadas para cabos eléctricos.	Caldeiras de aquecimento central, fornos, incineradoras e outras instalações sujeitas a altas temperaturas.
Têxteis (podem conter 100% de amianto)	Juntas e embalagens, isolamento térmico e guarnições calorífugas (cobertores resistentes ao fogo, colchões e cortinas anti-fogo), luvas, aventais e fatos-macacos.	Em fundições, laboratórios e cozinhas. Cortinas anti-fogo em teatros.
Cartão, papel e produtos de papel (90% a 100% de amianto)	Isolamento térmico e protecção contra incêndios em geral, bem como isolamento térmico e eléctrico de equipamento eléctrico.	Feltros betuminosos e membranas de impermeabilização para coberturas, materiais compósitos com aço, revestimentos de paredes e coberturas, revestimentos de piso vinílicos, revestimento de painéis combustíveis, laminados resistentes ao fogo e isolamento de tubos corrugados.

Fibrocimento (pode conter de 10% a 15% de amianto)	Chapas perfiladas para coberturas, revestimentos de paredes e protecções contra as intempéries.	Divisórias em edifícios agrícolas e de habitação, cofragens em edifícios industriais, painéis decorativos, painéis de casas de banho, intradorsos, forros de paredes e tectos, construções amovíveis, viveiros de reprodução hortícolas, protecções de lareiras, placas de materiais compósitos para protecção contra incêndios.
	Telhas e lajes.	Revestimentos, pisos flutuantes, lajes para calçadas, coberturas.
	Produtos moldados pré-fabricados.	Cisternas e tanques, drenos, esgotos, condutas de águas pluviais e caleiras, condutas de evacuação, vedações, componentes de coberturas, calhas e condutas para cabos, condutas de ventilação, caixilhos de janelas.
Produtos betuminosos com amianto(pode m conter cerca de 5% amianto)	Feltros betuminosos e impermeáveis para coberturas, placas semi-rígidas para coberturas, impermeabilização de caleiras e tubos para escoamento pluvial, revestimentos de produtos metálicos.	Coberturas planas, tubos de queda.
Revestimentos de pisos (podem conter até 25% de amianto)	Mosaicos para revestimento de pisos (os mosaicos termoplásticos contêm normalmente 25% de amianto), revestimentos de pisos em PVC forrados a papel de amianto.	Escolas, hospitais, edifícios de habitação.
Revestimentos e tintas texturados (podem conter de 1% a 5% de amianto)	Revestimentos de paredes e tectos.	Estiveram na moda e foram utilizados em alguns dos Estados-Membros.
Mastiques, selantes, e adesivos (podem conter 5% a 10% de amianto)	Pode ter sido utilizado com qualquer destes selantes.	Selagem de janelas e de pisos.
Plásticos reforçados (podem conter 5% a 10% de amianto)	Painéis plastificados, painéis e revestimentos em PVC, reforço de aparelhos domésticos.	Painéis plastificados (p.ex., marinite) em camarotes de navios, batentes de janelas.
Argamassa de enchimento	Parafusos para aparelhos murais.	Caixas eléctricas.

(Fonte: Guias de boas práticas não vinculativo, CE)

Antes e depois de trabalhos de demolição em edifícios onde existem componentes com amianto é necessário tomar algumas medidas preventivas, devido à exposição por parte dos trabalhadores:

- ✓ Quando há desprendimento de flocos de revestimento e a consequente libertação de fibras, deve ser elaborado um plano de trabalhos e, se necessário, isolamento da zona de intervenção de forma a evitar a contaminação de zonas adjacentes;
- ✓ Deve-se efectuar a limpeza dos revestimentos de amianto por via húmida de forma a conter a dispersão das fibras;
- ✓ Os materiais removidos devem ser colocados em locais apropriados ou em sacos de resíduos e devidamente identificados;
- ✓ Deve-se limitar o acesso as zonas contaminadas, onde deve permanecer apenas os trabalhadores que exercem as tarefas nesse local;
- ✓ É obrigatório a utilização de equipamentos específicos de protecção das vias respiratórias, máscaras e até mesmo vestuários de protecção;
- ✓ Posterior aos trabalhos efectuar a descontaminação dos trabalhadores, com limpeza e banhos ainda com os sistemas de protecção e efectuar testes médicos para identificação de possíveis infecções.

Figura 4.21 – Descontaminação com aspirador de tipo H, no chuveiro com fato-macacos impermeáveis e banho de chuveiro antes da remoção do equipamento de protecção respiratória (Fonte: Guias de boas práticas não vinculativo, CE)

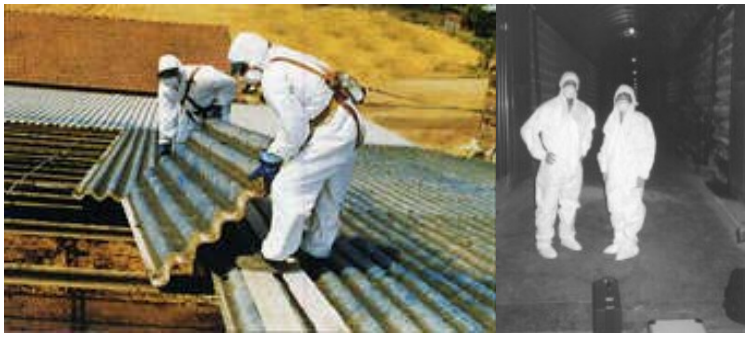


Figura 4.22 – Equipamentos de protecção na remoção de matérias com presença de amianto (Fonte: www.ff.up.pt)

- **Remoção, descida, transporte e descarga de escombros**

Ao longo de toda a actividade de demolição, seja ela parcial ou total, vai-se gerando enormes quantidades de fragmentos e produtos sobrantes, geralmente designados por entulho ou resíduos de demolição (RD). Esses produtos deverão ser removidos do local no decorrer dos trabalhos a fim de não se gerar um elevado amontoado, tanto no interior do edifício como em espaço exterior no estaleiro. Esse encaminhamento de dentro para fora do edifício e o seu transporte para locais apropriados, deverá ser feita de forma organizada e segura para não provocar riscos aos trabalhadores ou incómodos na execução das tarefas.

- ✓ Como já foi referido na demolição sequencial manual de fracções do edifício, de vários pisos, a remoção dos detritos produzidos devem ser feito por meio de mangas de descargas apropriadas (caleiras) que obedeçam os seguintes requisitos:
  - o Serem vedadas para impedir a fuga de matérias;
  - o Não possuir troços rectos maiores do que a altura correspondente a dois andares do edifício, para evitar que o material atinja, na descida, velocidades perigosas;
  - o Terem na base um contentor apropriado devidamente vedado, em que não deverá ser permitido a permanência de pessoas ou viaturas junto das extremidades de descarga da caleira, com excepção na retirada do contentor para transporte.
- ✓ Os produtos de demolição principalmente quando constituídos por grande volumes, removidos do local por meio de cordas, cabos, roldanas, guinchos ou outros apropriados para zonas vedadas à circulação e permanência de trabalhadores;
- ✓ Durante a execução das descidas deverá ser adaptado um sistema de sinalização adequada, para prever possíveis riscos de queda das fracções a remover e de segurança dos trabalhadores nas imediações dos trabalhos;
- ✓ Na remoção de estruturas metálicas, com utilização de equipamentos pesados com gruas torre, deverá ser feito a verificação da capacidade de resistência e estabilidade do pavimento onde se encontra os equipamentos de transporte de elementos demolidos.

Figura 4.23 – Remoção das peças removidas na cobertura do edifício devidamente fixa ao andaime (Fonte: CICCOPN, 2005; www.planirest.pt)

Figura 4.24 – Desfragmentação dos escombros de maiores dimensões para possibilitar a remoção (Fonte: CICCOPN, 2005)

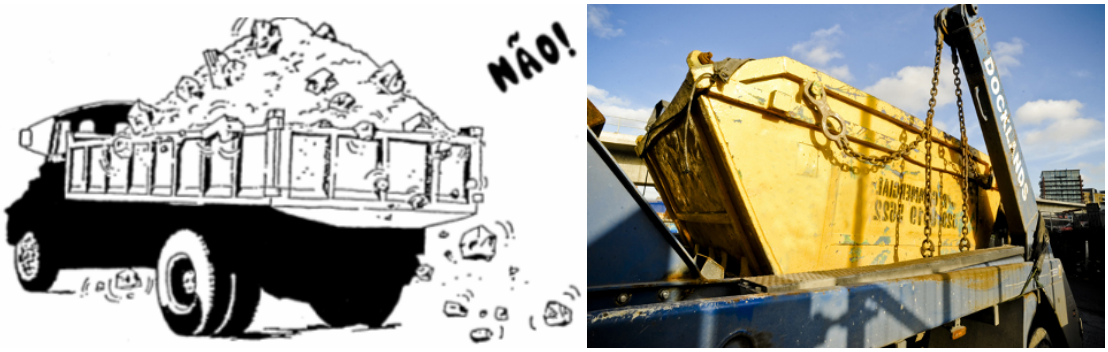


Figura 4.25 – Transporte inadequado dos resíduos sem protecção de projecção, à esquerda, em que deve ser feito por camiões de carroçaria fechada / vedada ou por recipientes próprios de resíduos, à direita (Fontes: CICCOPN, 2005; http://naturlink.sapo.pt)

4.4. Referências bibliográficas do capítulo 4

[1] – http://www.artigonal.com/saude-artigos/riscos-profissionais-1729608.htm

[2] – Autoridade para Condições do Trabalho (ACT): www.act.gov.pt

[3] – PINTO, Abel – *Manual de Segurança - Construção, conservação e restauro de edifícios*, Edições Sílabo, Lda, Lisboa, 2008, pp. 245-250.

[4] – LOURENÇO, Cristina Isabel de Campos – *Optimização de sistemas de demolição - Demolição selectiva*, Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Tecnico, Lisboa, 2007.

[5] – MASCARENHAS, Jorge Morarji dos Remédios Dias – *Sistemas de Construção X – Jóias da coroa em terra. Demolições. Betão tensionado. Cabos de aço utilizados em obra*, Ed. Livros Horizonte, Lisboa, Outubro de 2008.

[6] – CRUZ, Rui Manuel Pereira – *Sistemas de suporte de paredes de edifícios antigos em demolição*,Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2008.

[7] – BRITO, Jorge – *Técnicas de demolição de edifícios correntes*, Cadeira de Processos de Construção, Licenciatura em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Setembro de 1999

[8] – Opus cit. nº3

[9] – http://www.abrea.com.br/02amianto.htm

Bibliografia consultada e hiperligações:

Decreto-lei n.º 41821 de 11 de Agosto de 1958, regulamento de segurança no trabalho da construção civil.

Decreto n.º 46427/65 de 10 de Julho, regulamento das instalações provisórias destinadas ao pessoal empregado nas obras.

Decreto-Lei nº 273/2003 de 29 de Outubro, regulamentação das condições de segurança e de saúde no trabalho em estaleiros temporários ou móveis.

Decreto-Lei n.º 352/2007 de 23 de Outubro, relativa à avaliação médico-legal do dano corporal, Tabela Nacional de Incapacidades por Acidentes de Trabalho e Doenças Profissionais

Centro de formação profissional da indústria da construção civil e obras públicas do norte (CICCOPN), *Segurança, Higiene e Saúde do Trabalho da Construção Civil*, Manual do Formando, 2005.

Manual de desconstrucció, Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya, Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient, Junta de Residus, Catalunha, 1995.

Department of Labour – *Code of practicefor demolition of buildings*, New Zealand, 2004 ("Departamento de Trabalho com papel primordial em melhorar o desempenho do mercado de trabalho e, com isso, fortalecer a economia e aumentar o nível de vida na Nova Zelândia"): www.dol.govt.nz.

Comité de Altos Responsáveis da Inspecção do Trabalho (CARIT), *Guia prático sobre as melhores formas de prevenir ou minimizar os riscos decorrentes do amianto em trabalhos que envolvam (ou possam envolver) amianto*, Guia de boas práticas não vinculativo, 2006.

Decreto-Lei nº 266/2007 de 24 de Julho,directiva relativa à protecção sanitária dos trabalhadores contra os riscos de exposição ao amianto durante o trabalho.

Hiperligações das Figuras:

http://www.ifi.unicamp.br/~jalfredo/TabelaI.htm;

http://www.sh.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=novo2006&sid=398;

http://www.globiprotec.com/store/index.php?main_page=index&cPath=39;

http://www.doka.com/doka/pt/products/workingprotection/guardrails/index.php;

http://www.jovedavedacoes.pt/html/vedac.htm;

http://www.cm-loures.pt/doc/regulamentos/Reg_ObrasLoures.pdf;

http://www.labciv.eng.uerj.br/rm4/files/cmm_2005.pdf;

http://www.estg.ipleiria.pt/files/347466_6_reabilitaca_4457736c095ef.PDF;

http://technical-portuguese.blogspot.com/2008_11_01_archive.html;

http://www.ff.up.pt/toxicologia/monografias/ano0304/Amianto/index.htm;

http://www.planirest.pt/img/galeria/sala-do-risco/sala-risco-054.jpg;

http://naturlink.sapo.pt/article.aspx?menuid=6&cid=18161&bl=1&viewall=true.

5. GESTÃO E APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DE DEMOLIÇÃO

5.1. Introdução

Até meados do século XIX, o meio ambiente era considerada como algo de pouca importância em todas as discussões relacionadas com o desenvolvimento da sociedade e das suas acções. Com o desenvolvimento da sociedade, o meio ambiente começou a apresentar problemas que poderiam tornar-se irreversíveis. Começou então a aumentar a preocupação da gestão e aproveitamento dos resíduos para um desenvolvimento mais sustentável das cidades.

A indústria da Construção Civil, um sector que contribui muito para o desenvolvimento económico e social de um país, gerando no entanto impactos ambientais, como é evidente e tem sido reconhecido de uma forma notória, quer seja pela criação de resíduos, modificação da paisagem, consumo de recursos naturais e na criação dos chamados resíduos de construção e demolição (RCD).

A maior parte dos resíduos gerados em Portugal e nos restantes estados membros da União Europeia são resultantes da construção civil, e estima-se uma produção anual na Europa dos 15 de cerca de 180 milhões de toneladas de RCD, como revela a Agência Portuguesa do Ambiente em 2007.

Essas enormes quantidades de RCD são divididas em materiais reutilizáveis em novas construções, em materiais provenientes de restauros e demolições de construções existentes. É necessária uma intervenção adequada para o seu levantamento, tratamento (reciclagem) e reutilização para que a indústria da construção seja sustentável [1].

A **reutilização** consiste em usar um produto mais do que uma vez, independentemente do facto do produto ser utilizado novamente na mesma função ou não. A reutilização por si só não resolve os problemas relacionados com os resíduos, mas dá um contributo enorme na sua gestão, por aproveitar matéria-prima que de outra forma seria acondicionada em aterro ou queimada e, por outro lado, diminui a necessidade de nova exploração de recursos naturais que seriam necessários para a produção de bens e produtos.

Entende-se por **reciclagem** um processo de reaproveitamento de materiais usados como matéria-prima para um novo produto. Este conceito apenas é válido para os materiais que podem voltar ao seu estado original, podendo transformar-se de novo num produto semelhante em todas as suas características.

Os Resíduos de demolição devem ser encaminhados para depósitos adequados de separação e tratamento para a posterior reciclagem, reutilização ou então para ser armazenado em locais apropriados.

A aposta na reutilização e reciclagem é também importante para se pouparem os recursos primários ou naturais, que quando substituídos por material dito secundário, para além do impacto ambiental ser positivo, traz também vantagens para o processo construtivo, visto reduzir a dependência dos materiais primários, diminuindo o volume de resíduos produzidos e diminuindo também consequentemente a quantidade de resíduos enviados para aterros. Isto é particularmente importante em zonas densamente povoadas, onde os recursos naturais e o espaço para construção de aterros são mais limitados.

Em determinados países já existem depósitos de classificação para onde as empresas podem encaminhar o entulho, para que sejam separados e transportados para posterior reciclagem, reutilização ou então para ser armazenado em locais apropriados.

Esta aposta na reciclagem tem sido desigual nos países da União Europeia, onde se estimam taxas de 5% em países como Portugal, Espanha, Grécia e Irlanda, e valores bastante elevados como 80% na Dinamarca e Bélgica ou 90% na Holanda.

5.2. Actual gestão dos resíduos de demolição

Entende-se por resíduos de demolição (RD), todos materiais provenientes de trabalhos de demolição, parcial ou integral, de edifícios, resultando da remoção de partes do edifício, em que devido ao elevado grau degradação ou de destruição não são utilizados directamente para outros fins, fazem assim um amontoado heterogéneo de materiais que normalmente também se dá pelo nome de entulho. Devido ao aumento das licenças de demolição, logo, haverá uma maior produção de RD, derivados na sua maioria de edifícios muito antigos com materiais que apresentam maior estado de degradação.

A maioria dos RD são produzidos por pequenas e médias empresas, em que esses RD são removidos sem qualquer tipo de planeamento. Uma das dificuldades na sua gestão, para além da enorme quantidade produzida, é a heterogeneidade dos amontoados, com fracções e dimensões variadas e diferentes níveis de perigosidade e poluição. Outra das especificidades que este sector encontra é o carácter geográfico disperso e temporário das obras que dificultam o controlo e a fiscalização do desempenho ambiental das empresas de construção.

Os RD são removidos em pequenas quantidades, elevando assim os custos da sua recolha. Com uma boa gestão dos RD, poderemos alterar eficientemente todos estes transtornos, com efeitos na redução de custos e na diminuição dos resíduos, através da implementação de medidas de prevenção nas obras.

A implementação de planos de gestão dos resíduos através do incentivo e educação aos seus produtores, terá como objectivo a preservação e melhoria da qualidade ambiental, a minimização da deposição inadequada do entulho produzido, a maximização da vida útil dos aterros sanitários controlados, o reaproveitamento de materiais na construção ou em outras actividades, a promoção do desenvolvimento económico e social sustentável e redução dos custos das construções.

Para se promover e aumentar a quantidade de RD aproveitados, devem ser tomadas várias medidas, tais como [2]:

- Promover a formação, consultoria e aconselhamento nesta área;
- Impor metas de reciclagem a nível nacional e dos próprios municípios;
- Obrigar a separação das diferentes fracções de RD;
- Colaborar com empresas de demolição com vista à adopção de práticas de demolição selectiva;
- Manter taxas elevadas para deposição em aterro e incineração;
- Existência de um imposto específico para a extracção de agregados naturais;
- Apoiar projectos de demonstração.

Actualmente em Portugal ainda existe pouca separação, reutilização e reciclagem de resíduos. Não atinge os 5% do total dos RCD produzidos, enquanto que os restantes vão para aterro ou para locais indevidos. Algumas das dificuldades

encontradas na elaboração de planos quer nacional quer municipal têm vários motivos, tais como [3]:

- A quantidade dos RD depositados ilegalmente;
- O licenciamento dos operadores de gestão dos RD ser difícil e dispendioso;
- A falta de sistemas de registo de quantidades de resíduos produzidos;
- A falta de locais específicos para reciclagem e locais de deposição específicos para RCD;
- A Falta de mercado para os RD;
- A falta de sistemas de registo de quantidades de resíduos depositados em aterro, reutilizados ou valorizados;
- A falta de incentivos à aplicação dos RD.

5.3. Caracterização e classificação dos RD

5.3.1. Caracterização dos RD

Os RCD em geral apresentam-se na forma sólida com dimensões e formas irregulares (tais como argamassas, plásticos, metais, madeira, etc.,), e em geometrias e dimensões semelhantes aos materiais de construção (como a brita e a areia), dependendo sempre do modo como são gerados, ou seja, da sua origem, que está relacionada com a construção, reabilitação e demolição; dependem também da qualidade da mão-de-obra, da adopção de programas de qualidade, das técnicas de demolição usados e igualmente do tipo de obra.

Os resíduos de demolição são os resíduos resultantes da demolição de edifícios e outras estruturas, onde são gerados em volumes substancialmente maiores e de maior variabilidade quanto à sua composição, do que os de construção. Normalmente nos resíduos de demolição encontramos mais resíduos contaminados por substâncias indesejadas e perigosas, tal como o chumbo, tintas, vernizes, adesivos e aglomerados de matérias, que devido à ligação e mistura de materiais diferentes, dificultam a separação em materiais possíveis para reciclagem.

A composição destes materiais depende do tipo de estrutura demolida, da época de construção, das técnicas e materiais utilizados e dos métodos que se usa na sua demolição. Para uma mesma demolição podemos encontrar diferentes composições de

resíduos devido às variações das técnicas de demolição, nomeadamente ao nível de experiência, perícia e qualidade da mão-de-obra.

No quadro seguinte vão ser indicados os tipos de resíduos e principais origens dos RD, bem como os materiais que são usualmente recuperados.

Tabela 5.1 – Principais origens e tipos de resíduos de RCD

Tipo de obra	Tipos de resíduos	Principais origens	Materiais que são normalmente recuperados
Demolição	Alvenarias, betão armado e betão pré-esforçado, metais ferrosos e não ferrosos, madeira, cerâmicos, plásticos, vidro, produtos de gesso e estuque, ferragens e guarnições e materiais de isolamento.	Edifícios residenciais e não residenciais, estruturas de engenharia civil (pontes, viadutos, chaminés, entre outros).	Metais para reciclagem, entulho para enchimentos, algumas ferragens e guarnições para revenda, alguma madeira para reutilização e pequenas quantidades de tijolos.
Reparação e manutenção	Semelhantes aos resíduos de demolição: betão, alvenaria, solos e produtos betuminosos.	Reabilitação e transformação de edifícios. Manutenção de sistemas de transporte.	Semelhantes aos resíduos de demolição. Entulho para enchimentos.

5.3.2. Classificação dos RD

Devido à elevada variedade de produtos utilizados na indústria da construção civil, é necessário fazer-se uma classificação dos resíduos para uma melhor identificação de cada um deles. Com este objectivo foi criada a Lista Europeia de Resíduos (LER) em que consiste na classificação dos resíduos de várias indústrias incluindo a indústria da construção civil no ponto 17 – Resíduos de Construção e Demolição (incluindo solos escavados de locais Contaminados) [4].

Tabela 5.2 – Lista Europeia de Resíduos, resíduos de construção e demolição

Numeração segundo a classificação do ler	RCD
17 01	**Betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos:**
17 01 01	Betão.
17 01 02	Tijolos.
17 01 03	Ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos.
17 01 06 (*)	Misturas ou fracções separadas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos contendo substâncias perigosas.
17 01 07	Misturas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos não abrangidas em 17 01 06.
17 02	**Madeira, vidro e plástico:**
17 02 01	Madeira.
17 02 02	Vidro.
17 02 03	Plástico.
17 02 04 (*)	Vidro, plástico e madeira contendo ou contaminados com substâncias perigosas.
17 03	**Misturas betuminosas, alcatrão e produtos de alcatrão:**
17 03 01 (*)	Misturas betuminosas contendo alcatrão.
17 03 02	Misturas betuminosas não abrangidas em 17 03 01.
17 03 03 (*)	Alcatrão e produtos de alcatrão.
17 04	**Metais (incluindo ligas):**
17 04 01	Cobre, bronze e latão.
17 04 02	Alumínio.

17 04 03	Chumbo.
17 04 04	Zinco.
17 04 05	Ferro e aço.
17 04 06	Estanho.
17 04 07	Mistura de metais.
17 04 09 (*)	Resíduos metálicos contaminados com substâncias perigosas.
17 04 10 (*)	Cabos contendo hidrocarbonetos, alcatrão ou outras substâncias perigosas.
17 04 11	Cabos não abrangidos em 17 04 10.
17 05	**Solos (incluindo solos escavados de locais contaminados), rochas e lamas de dragagem:**
17 05 03 (*)	Solos e rochas contendo substâncias perigosas.
17 05 04	Solos e rochas não abrangidos em 17 05 03.
17 05 05 (*)	Lamas de dragagem contendo substâncias perigosas.
17 05 06	Lamas de dragagem não abrangidas em 17 05 05.
17 05 07 (*)	Balastros de linhas de caminho de ferro contendo substâncias perigosas.
17 05 08	Balastros de linhas de caminho de ferro não abrangidos em 17 05 07.
17 06	**Materiais de isolamento e materiais de construção contendo amianto:**
17 06 01 (*)	Materiais de isolamento contendo amianto.
17 06 03 (*)	Outros materiais de isolamento contendo ou constituídos por substâncias perigosas.

17 06 04	Materiais de isolamento não abrangidos em 17 06 01 e 17 06 03.
17 06 05 (*)	Materiais de construção contendo amianto.
17 08	Materiais de construção à base de gesso:
17 08 01 (*)	Materiais de construção à base de gesso contaminados com substâncias perigosas.
17 08 02	Materiais de construção à base de gesso não abrangidos em 17 08 01.
17 09	**Outros resíduos de construção e demolição:**
17 09 01 (*)	Resíduos de construção e demolição contendo mercúrio.
17 09 02 (*)	Resíduos de construção e demolição contendo PCB (por exemplo, vedantes com PCB, revestimentos de piso à base de resinas com PCB, envidraçados vedados contendo PCB, condensadores com PCB).
17 09 03 (*)	Outros resíduos de construção e demolição (incluindo misturas de resíduos) contendo substâncias perigosas.
17 09 04	Mistura de resíduos de construção e demolição não abrangidos em 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03.

(*) Resíduos considerados perigosos· Fonte: Código LER

5.4. Utilizações possíveis dos RD após tratamento e reciclagem [5]

Materiais reutilizáveis:

- Betão:
  - Betão de demolição – material de aterro, base de enchimento para valas de tubagens e pisos térreos de edifícios;
  - Betão triturado e crivado com poucas ou nenhumas impurezas – sub-base na construção de estradas, agregado reciclado para o fabrico de betão e base de enchimento para sistemas de drenagem;
  - Betão triturado e crivado limpo de impurezas e com menos de 5% de tijolo – construção de estradas, produção de betão, material de aterro estrutural e base de enchimento para valas de tubagens.

- Alvenarias:
  - Alvenaria de pedra – reutilização directa, conservação e restauro;
  - Tijolos – agregados para betão, agregados para a produção de peças pré-fabricadas em betão, agregados para tijolos de silicato de cálcio, material de enchimento para estradas, material de enchimento para estabilidade de caminhos rurais, revestimentos de pavimentos de recintos desportivos;
  - Tijolos e blocos inteiros – reutilização;
  - Alvenarias britadas – aplicação idênticas às de betão com diferentes agregados para betão, agregados para betão asfáltico (betume) e nas sub-bases de estradas.
- Pavimentos – rodoviários e outros:
  - Asfálticas – construção e manutenção de estradas como pavimento asfáltico ou agregados para base e sub-base, agregados para bermas e camadas drenantes e em pavimentos estabilizados;
  - De betão – construção e reabilitação de estradas como agregados para betão, agregados em pavimentos asfálticos, material para base de taludes e agregados não ligados para bases de estradas.

- Solos e agregados (areias, gravilha, rocha)
  - Terra arável;
  - Aterro de estradas;

- Integração paisagística – minas e pedreiras;
- Material de enchimento;
- Acerto topográfico.

↳ Gesso

- Placas para tectos e pavimentos;
- Produção de cimento expansivo;
- Material de enchimento em obras de estradas e caminhos-de-ferro.

Materiais Recicláveis

↳ Metais

- Reutilização directa aço – ferro;
- Sucata e fabrico de novos elementos – alumínio.

↳ Madeira

- Mobiliário;
- Soalhos, portas, caixilhos e janelas;
- Estacas para plantas;
- Reparação de edifícios rurais;
- Camas para animais;
- Incineração com recuperação de calor;
- Pirólise;
- Compostagem;
- Produção de combustível derivado dos refugos (CDR).

↳ Vidro

- Reutilização – difícil na prática;
- Construção de estradas;
- Fabrico de novo vidro.

↳ Papel e cartão

- Produção de cartão;
- Combustível para incineração;
- Isolamento com celulose;

↳ Plásticos

- Incineração com recuperação energética;

- Reciclagem por processamento mecânico – nem todos os plásticos;
- Reciclagem de fontes energéticas – Petróleo brito e gás sintéticos.

↳ Resíduos perigosos

- Óleos, usados como combustão (com ou sem processamento adicional) ou refinados para produzir óleo novo;
- Pilhas e baterias recarregáveis – Produtos abrasivos, reutilizados após limpeza;
- Tintas e solventes, recuperação por destilação ou utilização na produção de primários – incineração / aterro.
- Resíduos de equipamento eléctrico e electrónico.

Resíduos não recuperáveis

↳ Amianto

- Não tem – todas as variedades de fibras de amianto são consideradas cancerígenas; remoção / tornar inerte / aterro.

5.5. Etapas de Gestão dos RD

Na gestão de resíduos de demolição considera-se a seguinte hierarquia de prioridades:

1 – Prevenção e redução/minimização;

2 – Reutilização;

3 – Reciclagem e recuperação de materiais;

4 – Armazenamento e deposição.

Procedimentos para gerir convenientemente os RD

A gestão dos RD deverá ter como princípios fundamentais de adopção de medidas de prevenção na sua produção e da separação, devido à sua perigosidade, através da redução da incorporação de substâncias perigosas aquando da demolição. O recurso à sua triagem possível na origem, bem como o recurso à reciclagem e outras formas de valorização dos resíduos produzidos, com vista a reduzir as quantidades sujeitos a eliminação.

A operação de triagem reveste-se de especial importância neste fluxo de resíduos, uma vez que é da sua eficiência que depende grandemente a possibilidade de

valorização dos diversos fluxos e fileiras de resíduos resultantes dessa operação tais como resíduos de madeira, de vidro, de plástico, de metais ferrosos e não ferrosos e os inertes.

A conduta dos produtores e/ou detentores de RD terá, necessariamente, de ter como base os seguintes princípios:

- É necessário que exista uma redução da produção dos resíduos em cada fase do processo de construção até à execução final da obra, mediante princípios de responsabilidade de gestão correcta por quem os pode originar;

- A recolha de RD deverá ser efectuada em contentores apropriados devendo o transporte ser efectuado de forma a salvaguardar a protecção da saúde pública e protecção do ambiente;

- Promover a reutilização sempre que tecnicamente possível;

- As operações de gestão de RD, nomeadamente, triagem, armazenamento, valorização ou eliminação, devem ser efectuadas por operadores autorizados/licenciados.

Os passos para uma gestão de resíduos optimizada podem ser estruturados da seguinte:

1. Estudos iniciais e planeamento da gestão de resíduos em obra:

• Investigação das disposições legais relacionadas com a gestão de resíduos;
• Estudo das possibilidades de prevenção de resíduos;
• Concepção de plano de recolha e eliminação de resíduos em obra;
• Concepção de plano de gestão de resíduos para projectos de demolição controlados.

2. Contrato para recolha e tratamento de resíduos

• Concepção de mapas de quantidades;
• Desenvolvimento de cláusulas contratuais para a separação e tratamento de resíduos;

- Análise de mais-valias conseguidas com a gestão de resíduos (se necessário).

3. Gestão de resíduos durante o período de demolição

- Definição de responsabilidades para a recolha e tratamento de resíduos;
- Informação sobre o pessoal de todas as empresas envolvidas;
- Controlo da separação de resíduos;
- Organização da localização dos contentores, do transporte de resíduos interno e externo e do tratamento dos mesmos.

4. Documentação de tratamento de resíduos

- Documentos comprovativos do tratamento de resíduos;
- Implementação dum registo de resíduos-custos;
- Relatório final.

5.6. Processamento dos RD e funcionamento da central de reciclagem

5.6.1. Separação na Origem

É fundamental tanto para a qualidade como para o custo de produção dos agregados reciclados, que os materiais a serem reciclados se apresentem separados por fluxos e, principalmente, desprovidos de materiais considerados contaminantes. Esta separação deve, para todos efeitos, ser máxima, dando preferência a materiais ditos limpos, isto é, elementos apenas de betão ou apenas cerâmicos, não contendo quantidades significativas de outros materiais minerais e especialmente não contendo matérias orgânicas ou materiais leves.

A separação deve ser feita na origem através de demolição selectiva e recolha selectiva de resíduos, já que a separação em estaleiro, pode tornar inviável a reciclagem numa central com as características da definida neste estudo. Isto devido à falta de soluções eficazes para separação de resíduos com demasiados materiais misturados e contaminações impregnadas, ou porque certas soluções que poderiam ser utilizadas tais como separação mecânica, manual, por imersão ou por correntes de ar tornam o processo demasiado oneroso, o que se reflecte sobre o preço de venda dos agregados de resíduos reciclados.

Assim, a recolha em estaleiro de demolição deverá prever contentores com separadores para materiais como o betão, alvenarias, cerâmicas, de materiais como madeira, papel, plásticos, isolantes ou gesso. Outra hipótese seria dispor de dois ou mais contentores (ou outros recipientes) de recolha por cada obra que permitissem fazer a referida separação local.

5.6.2. Recepção dos RCD e armazenamento inicial

Todas as entradas e saídas de material, são controladas por uma báscula própria com pelo menos 12 metros de comprimento, sendo registadas as quantidades e características dos materiais movimentados. Deverá ser prevista no edifício da portaria uma estrutura elevada que possibilite a inspecção visual do material à entrada aquando da pesagem. Em caso de dúvida ou incerteza quanto às características da carga, será feita uma inspecção mais pormenorizada.

Deve ser feita uma inspecção posterior aquando da descarga para garantir a qualidade do material aceite. Os *stocks* de recepção de resíduos poderão ser separados fisicamente, por placas ou paredes. Todos os *stocks* de material devem estar devidamente identificados e cabe ao responsável identificar e supervisionar as acções de depósito e carga de material. Deverá também indicar as zonas de descarga e controlar a qualidade do material depositado.

Nas zonas de recepção de resíduos, deverá ser feito um tratamento de impermeabilização do solo por intermédio duma tela própria, com vista a conduzir os efluentes contaminados para uma zona de recolha de águas que serão posteriormente analisadas, e se tal for necessário tratadas.

5.6.3. Pré-triagem e Separação Inicial

Os fluxos de betão armado, em particular os elementos de dimensões maiores, são depositados numa zona própria onde, por intermédio dum martelo hidráulico são reduzidas em dimensão e com a ajuda duma pinça demolidora lhes são retiradas a maioria das armaduras. O aço proveniente das peças de betão armado é armazenado em contentores e reencaminhado para siderurgia, para ser reciclado.

Os fluxos separados de materiais limpos como betão, tijolos, cerâmica, ou fluxos misturados de materiais minerais não contaminados – betão, alvenarias, pedras –,

passam por um processo de pré-segregação (crivo primário) com o objectivo de remover a fracção 0-5 mm sendo o restante material encaminhado para britagem.

Qualquer redução de tamanho para adequar os resíduos à britadora poderá ser feita com auxílio da escavadora munida de martelo ou tesoura hidráulica. Qualquer necessidade de retirar armaduras ou peças de maiores dimensões ou peso como metais, elementos de madeira, isolamentos, poderá ser feito com a tesoura hidráulica.

Quanto aos materiais aceites que apresentem contaminações, são encaminhados e depositados numa zona diferente, de onde entrarão num circuito de triagem (mecânica e manual) do qual deverão sair suficientemente limpos para prosseguirem o processamento normal como materiais minerais não contaminados.

5.6.4. Triagem e Selecção dos Fluxos Contaminados

1ª Etapa – Triagem / Pré-selecção

Os resíduos que dão entrada na estação, são depositados numa zona própria passando daí a uma primeira fase de triagem, onde são retirados os maiores elementos e de maior visibilidade, que são indesejáveis para este tipo de reciclagem como madeiras, papéis, metais, isolamentos, e que passaram na inspecção à entrada. Esta pré-selecção poderá ser manual ou com o auxílio duma máquina de pinças ou tesouras.

Os fluxos de materiais que são retirados podem ser armazenados separados, para posterior reencaminhamento a mercados de reciclagem e valorização paralelos.

2ª Etapa – Triagem / Selecção

A massa de resíduos é de seguida dirigida para uma unidade de triagem munida de grelha vibratória, cabina de triagem manual, e separador magnético. Esta instalação permite a separação dos diferentes fluxos de resíduos, como os plásticos, madeira, metais, papel e cartão.

A passagem por um crivo permite separar as areias com granulometria entre 0 e 5 mm. Destes processos, deverão resultar separadas as seguintes fracções:

- Resíduos diversos (papel e cartão, plásticos, madeira, metais e outros);

- Minerais: fracção fina (entre 0 e 5 mm);
- Minerais fracção média e grossa: prosseguem para tratamento.

Os grandes elementos, por exemplo de betão armado, cujas dimensões serão demasiado grandes para as máquinas de tratamento, deverão ser levados para uma zona onde, com a ajuda de tesouras ou martelos hidráulicos, serão reduzidos e as eventuais armaduras serão arrancadas e depositadas em contentores.

Fluxos de resíduos perfeitamente separados não passam por esta instalação de triagem. Existem outros processos de separação que se podem utilizar conjuntamente ou não com os processos convencionais já referidos:

- Separação Mecânica dos Resíduos
- Separação Via Húmida (por densidade)
- Separação por Correntes de Ar

Britagem e Crivagem

Os materiais a serem britados serão constituídos apenas por resíduos seleccionados – de determinado fluxo de materiais ou de fluxos misturados minerais – de forma a resultarem valores de contaminação mínimos.

A britagem é feita por intermédio de uma britadora de impacto também conhecida como impactor ou por uma britadora de maxilas, onde os materiais são reduzidos às dimensões desejadas. Os parâmetros reguláveis da britadora devem ser ajustados consoante o tipo de material a ser britado e, em especial, consoante o tipo de produto que se pretende obter.

À saída da britagem, o produto britado passa por um separador magnético que retira os restos de metal ainda existentes no fluxo. Estes são reencaminhados conjuntamente com os resultantes de outras etapas do processo de reciclagem.

O material resultante da britagem é um 0-80 mm (pode servir para um *tout-venant* de qualidade). Para obtenção de parcelas comercializáveis com vista a outras aplicações o produto britado passa por um crivo que separa as diversas parcelas. A fracção > 50 mm pode ser separada e voltar a ser processada por britagem, enquanto

que a outra fracção poderá ser crivada e graduada em subfracções (0-5; 5-15; 15-25; 25-50;).

Obtemos uma parcela de finos (0-5 mm) – areias – que poderá ser misturada com fracções superiores (não ser separada) com vista a conseguir uma granulometria desejável para certas aplicações como sub-bases de estradas.

À parcela de finos de britagem não se deverá juntar os finos resultantes da pré-britagem provenientes da passagem pelo crivo primário, pois estes últimos geralmente contêm percentagens consideráveis de partículas finas contaminantes, como gesso, matérias orgânicas e poeiras diversas.

As parcelas de finos em geral poderão servir para aplicação em vários campos como o acondicionamento de condutas, drenagens, misturas com matéria vegetal para produção de solos de jardinagem.

As restantes parcelas constituem britas de material reciclado, de diferentes fracções, que poderão ter aplicações como bases de estradas, drenagens, agregados para pavimentos, enchimentos estruturais. Estas parcelas poderão ser recombinadas entre si em misturas definidas pelo utente final, ou em misturas próprias pretendidas pelo reciclador que constituem a gama de produtos oferecida.

Armazenamento e Saída dos Produtos Finais

Todos os stocks que não estejam separados fisicamente deverão ser separados por uma distância na base de pelo menos 4 m para garantir não existirem misturas entre stocks, e para facilitar as operações de armazenamento e cargas e descargas, nomeadamente dos veículos intervenientes nessas operações.

Todos os stocks de material devem estar devidamente identificados e cabe ao responsável identificar e supervisionar as acções de depósito e carga de material. A passagem pela báscula à saída permite precisar a quantidade de material carregado.

Nas figuras 1 e 2 apresentam-se o funcionamento geral e a implantação da central para produção de agregados de reciclagem.

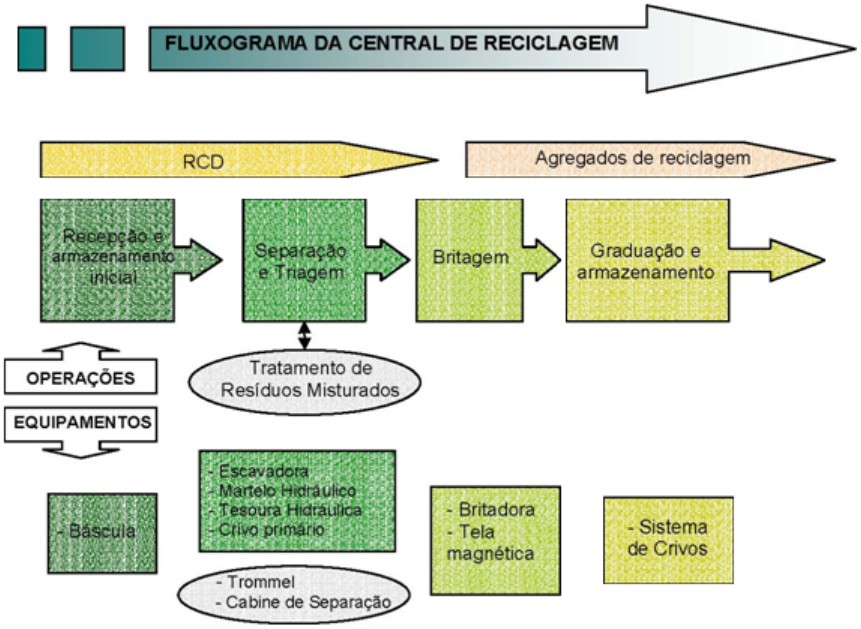


Figura 5.1 – Fluxograma representativo do funcionamento interno da central de reciclagem

Figura 5.2 – Alguns exemplos de impactos negativos provocados pelos resíduos de demolição

5.7. Conclusões do capítulo 5

Através dos dados dos inquéritos das empresas de construção inquiridas foi nos possível concluir que cada empresa produz em média 34 ton/ano de RCD. Nenhuma destas empresas tem conhecimento a cerca de empresas representativas na recolha dos RCD. Para gerir os RCD, nas empresas inquiridas, apenas tentam reutilizar os resíduos produzidos em nivelamentos e terraplanagens, embora não revelando os destinos dos mesmos, que provavelmente devem ser os despejos clandestinos. Apenas 25% das empresas inquiridas fazem a triagem em obra, sendo os RCD separados e os plásticos levados para aterros de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Dos RCD, 80% é material inerte e há falta de um local apropriado para a sua deposição. Desde que competitivos com os materiais normalmente utilizados, a maioria das empresas inquiridas não se importa de utilizar materiais reciclados.

Em Trás-os-Montes e Alto Douro o único local licenciado para a deposição dos RCD é a ADIFER, situada em Vila Pouca de Aguiar. Deviam ser criados mais locais deste tipo, de modo às deslocações para a deposição dos RCD serem menores e daí mais empresas colaborarem na deposição dos resíduos nestes locais.

A reutilização e reciclagem dos RCD é de extrema importância, quer a nível social, económico e ambiental. Devem ser criadas leis rígidas e fiscalização para as empresas de construção de modo a uma correcta gestão dos RCD e também construídos, um maior número de locais próprios para a deposição dos RCD.

5.8. Referências bibliográficas do capítulo 5

[1] – PEREIRA, Luís H.; Jalali, Said; Aguiar, J. L. Barroso de – *Viabilidade económica de uma central de tratamento de Resíduos de Construção e Demolição*, Universidade do Minho, 2004.

[2] – http://www.quercus.pt

[3] – SEPÚLVEDA, Jacinto – *Mercado dos RCD «precisa de tempo» para funcionar*, Portal do Ambiente, 2007: www.ambienteonline.pt/noticias/detalhes.php?id=601.

[4 – http://www.terrafertil.pt/

[5] – www.procesl.pt/

Bibliografia consultada e hiperligações:

Lourenço, Cristina Isabel de Campos – *Optimização de sistemas de demolição - Demolição selectiva*, Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Tecnico, Lisboa, 2007;

Decreto-lei n.º 41 821 de 11 de Agosto de 1958, regulamento de segurança no trabalho da construção civil.

Vitulli, Reinaldo – *Gestão de Resíduos de Construção e Demolição em Trás-os-Montes e Alto Douro*, Dissertação de Mestrado em engenharia Civil, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Junho 2009.

Decreto-Lei n.º 46/2008 de 12 de Março – regime das operações de gestão de resíduos resultantes de obras ou demolições de edifícios ou de derrocadas, Ministério do ambiente, do ordenamento do território e do desenvolvimento regional.

https://repositorium.sdum.uminho.pt;
http://www.zeroresiduos.info/
http://www.quercus.pt;
http://www.construlink.com/;
http://www.terrafertil.pt/;
www.procesl.pt/.
www.adega.pt/ ; http://www.apambiente.pt/

6. CASO DE ESTUDO – REABILITAÇÃO E TRABALHOS DE DEMOLIÇÃO DA CASA DO MURO, OURILHE, CELORICO DE BASTO

6.1. Filosofia de intervenção sobre edifícios antigos

As intervenções em edifícios antigos, de **conservação** ou de **reabilitação**, devem subordinar-se à identidade e características do edifício, em especial quando este tiver valor patrimonial, arquitectónico ou artístico. O programa e o projecto devem adaptar-se ao edifício e não o contrário.

Qualquer intervenção num edifício antigo deve ter como primeiro passo, o reconhecimento das características do edifício e do seu estado de conservação e segurança, ponto de partida para a definição dos princípios programáticos e projectuais que irão conduzir as intervenções.

O estado de conservação, associado à originalidade do edifício, condiciona a intervenção: um edifício abandonado, sujeito a infiltrações há anos, arruinado por colapsos parciais ou por incêndios típicos de edifícios devolutos, ocupados marginalmente, constitui um objecto mais fácil para uma intervenção de reabilitação. Pelo contrário, um edifício bem utilizado e bem conservado limita a liberdade de intervenção, não só por uma questão de racionalidade como porque as entidades que tutelam o património e que licenciam os projectos são mais rigorosas perante a necessidade de preservar esse tipo de património.

Num edifício antigo, mais ainda que numa nova edificação, uma intervenção implica uma visão integradora e integrada, envolvendo um maior número de intervenientes, adicionando aos habituais arquitectos e engenheiros, os arqueólogos, os historiadores de arte e de arquitectura, os especialistas em artes decorativas, etc. Para iniciar o processo de aprovação de um projecto de reabilitação é necessário apresentar, às Direcções Regionais de Cultura, ao IGESPAR e às Câmaras Municipais, a intervenção arquitectónica, acompanhada de um levantamento fotográfico que deve fazer parte de um diagnóstico sobre as condições de conservação e segurança e, frequentemente, de uma análise histórica do edifício e do seu enquadramento no tempo e no espaço.

Numa **intervenção de reabilitação** deve ter-se em conta que, pelo menos para o arquitecto e para o engenheiro de estruturas, há que fazer um percurso de um projecto que é a síntese histórica do que o edifício é, através do que foi ou terá sido, cuidando especialmente da elaboração de um levantamento arquitectónico rigoroso e de um levantamento estrutural tão exaustivo quanto possível. Isto quer dizer que, de certo modo, haverá que fazer um projecto do que existe, antes de se passar para o projecto do que existirá. Em relação a outras especialidades e domínios do projecto, das várias engenharias, as questões são geralmente mais simples, uma vez que, em edifícios antigos raramente as redes existentes têm algum interesse prático, dada a sua escassez e obsolescência (redes eléctricas e de comunicações, de abastecimento de água ou esgotos, de ventilação, de acústica, de térmica e de conservação energética, de segurança contra incêndio, etc).

Apesar das intervenções de conservação e de reabilitação terem desenvolvimentos e âmbitos distintos, há um conjunto de regras de aplicação genérica e que derivam, essencialmente, de se ter que compreender sempre a importância dos objectos sobre os quais se vai intervir do ponto de vista patrimonial; naturalmente que as construções de carácter monumental, ou aquelas que se distinguem pela sua singularidade, são consideradas de forma especial, sendo geralmente objecto de intervenções de **conservação** e até de **restauro** e apenas pontualmente serão alvo de intervenções que ultrapassem este âmbito.

6.2. Condicionamentos e critérios

6.2.1. Autenticidade, compatibilidade e reversibilidade

Há três princípios de grande relevância que devem ser considerados nas intervenções sobre o património arquitectónico: a autenticidade, a reversibilidade e a compatibilidade.

No que se refere à **autenticidade**, a sua importância parece evidente: um edifício ou um conjunto edificado patrimonialmente relevante tem de ser autêntico, e as intervenções a realizar devem assegurar essa autenticidade. A autenticidade que encaminha as intervenções para a *conservação* e para o *restauro,* pode não ser compatível com as necessidades de melhorar o desempenho dos edifícios nas suas diversas vertentes, ou seja, os objectivos de autenticidade podem não ser aplicados ao

edifício como um todo mas apenas às partes mais relevantes ou consideradas as mais importantes. Isto significa que, em última análise, o respeito integral pela autenticidade do património sobre o qual se intervém é aplicável apenas a vestígios e ruínas arqueológicas. Basta pensar em muitos dos monumentos nacionais mais importantes, e como eles foram ou tiveram que ser objecto de intervenções em que foi necessário prejudicar a autenticidade a favor de outros objectivos, para garantir funcionalidades essenciais como a inclusão de instalações sanitárias modernas e a criação de redes de instalações técnicas diversas; nesse caso é essencial garantir o maior grau possível de autenticidade e minimizar impactos com as tais intervenções. Quanto ao património arquitectónico corrente, que representa a maior parte daquele que o País dispõe, o princípio da autenticidade não é um valor absoluto, devendo então definir-se quais os elementos cuja preservação contribua, de facto, para que o objecto intervencionado mantenha o essencial da sua imagem, de forma autêntica, exterior e interiormente.

O princípio da **reversibilidade** deve entender-se como uma reserva face ao que se admite ser a própria evolução dos conhecimentos, quer os que se relacionam com o conhecimento "histórico" do edifício intervencionado, quer os que derivam das dúvidas que num dado momento podem existir sobre as razões da própria intervenção ou sobre a certeza de que as soluções adoptadas são as melhores. A reversibilidade implica que após uma intervenção seja fácil "voltar atrás", repondo o edifício como ele estava antes da intervenção. Naturalmente que o princípio da reversibilidade está intimamente associado ao da autenticidade; por isso, se a autenticidade não pode representar um valor absoluto, sendo de aplicação variável em obras de reabilitação, também a reversibilidade é de aplicação reservada aos aspectos mais relevantes.

Numa operação de reforço estrutural dum edifício a reabilitar, a reversibilidade dificilmente será um princípio determinante; quando a segurança do edifício está em causa, o primeiro objectivo será o de garantir a sobrevivência do edifício. Isto não significa que tudo é permitido, até mesmo demolir o edifício. È sempre obrigação do projectista estudar e escolher as soluções que cumprindo os objectivos da intervenção essas mesmas soluções sejam respeitadoras dos valores intrínsecos do edifício e pouco agressivas quanto o mereçam os elementos a preservar. Manter as estruturas ou elementos construtivos, com eventuais alterações em que se façam intervir soluções semelhantes às existentes, é o melhor meio de garantir a reversibilidade ou de evitar uma opção irreversível e descaracterizadora.

O princípio da **compatibilidade**, garante a harmonia física, química, mecânica e estética entre os materiais e elementos existentes e os que vão ser introduzidos. A incompatibilidade origina situações patológicas, contribuindo para a desvalorização do património. Para se garantir a compatibilidade é necessário conhecer muito bem os materiais e soluções existentes no edifício antigo, o que implica não só a elaboração de um estudo corrente de diagnóstico como atrás foi referido, mas também que se façam as necessárias pesquisas e ensaios "in situ" e em laboratório, de modo a obter mais informação sobre esses materiais. Os projectistas e os construtores devem, por isso, procurar adoptar soluções que sejam compatíveis com as existentes, recorrendo sempre que possível a procedimentos de validade técnico-científica comprovada, mas explorando também a informação que decorre da observação do comportamento de obras similares. Perante a consciência de que podem existir dificuldades para se garantir a compatibilidade de soluções, e havendo consciência da importância desta, devem tomar-se as medidas que permitam minimizar os efeitos de incompatibilidades [1].

6.2.2. Reabilitação ligeira, média, profunda, restauro e reconstrução

Podemos classificar as intervenções de reabilitação de edifícios, segundo diferentes e progressivos graus de reabilitação: ligeira, média, profunda e especial, que corresponde a operações de restauro.

A **reabilitação ligeira** – Neste tipo de reabilitação, actua-se sobre edifícios cujo estado geral de conservação é considerado como satisfatório ou razoável. Não é necessário reparar elementos estruturais ou proceder à substituição ou transformação de soluções construtivas e espaciais existentes. Por outro lado, não obriga ao realojamento provisório, podendo processar-se sem grandes inconvenientes para os residentes. Compreende: pequenas reparações e beneficiações das instalações e equipamentos já existentes nos fogos como, por exemplo, na casa de banho e cozinha; melhoria das condições interiores de iluminação, ventilação e exaustão, introduzindo vãos nos compartimentos interiores, auxiliando por sistemas passivos ou mecânicos a exaustão de fumos e a ventilação das instalações sanitárias e cozinhas; a reparação dos sistemas de condução de águas pluviais e dos esgotos; a substituição de telhas danificadas e a limpeza e reparação geral das coberturas; a reparação de patologias pontuais nos rebocos e a pintura do interior e do exterior dos edifícios; a reparação das caixilharias existentes; o controlo e resolução da corrosão em elementos metálicos, a limpeza

generalizada dos esconsos e caixas-de-ar no piso térreo, quando existam; a beneficiação das instalações eléctricas e de iluminação artificial existentes.

Na **reabilitação média,** é possível, na maior parte dos trabalhos envolvidos, a presença dos moradores nas suas habitações, embora, em casos pontuais, e para se efectuarem algumas operações que implicam maior grau de incomodidade ou risco, é previsível a necessidade de se assegurar o realojamento provisório dos residentes por breves períodos, em edifícios a reservar para esse uso. Além dos trabalhos incluídos na reabilitação ligeira, este grau poderá incluir ainda: a reparação ou a substituição parcial de elementos de carpintaria como caixilharias, elementos das escadas ou de soalhos e tectos; a reparação e eventual reforço de alguns elementos estruturais, como lajes entre pisos e estruturas da cobertura; a reparação generalizada dos revestimentos nos paramentos interiores e exteriores e na cobertura; a introdução de uma nova instalação eléctrica; a beneficiação das partes comuns do edifício; ligeiras alterações na organização do espaço, retirando alguns tabiques e ampliando os espaços ou criando espaços úteis, com aproveitamento de espaços desaproveitados; melhorando as condições das áreas e do ambiente dos espaços em geral e também dos equipamentos nas cozinhas, instalações sanitárias ou, no limite, a criação, de raiz, destes dois últimos tipos de espaço.

A **reabilitação profunda**, obriga à desocupação dos edifícios para efectuar os trabalhos necessários, o que provoca a necessidade de realojar os moradores, por períodos de tempo significativos. Para além dos trabalhos descritos para a reabilitação ligeira e média, compreende a necessidade de desenvolver profundas alterações na distribuição e organização interior dos edifícios, podendo implicar aumento ou diminuição do número de compartimentos. É necessário, muitas vezes, a introdução de instalações sanitárias, a reorganização funcional da cozinha, etc. Estes tipos de alterações e outras de igual dimensão, implicam: demolições e reconstruções significativas, que poderão incluir a substituição parcial ou mesmo total de pavimentos e paredes divisórias; resolução de diferentes patologias estruturais; beneficiação e reestruturação das partes comuns e dos sistemas de circulação verticais e horizontais, a substituição generalizada dos elementos de carpintaria e a execução de novos revestimentos. A profundidade dos trabalhos descritos justifica a aplicação comedida de novos materiais e soluções construtivas, assim como a aplicação dos standards regulamentares correntes. Pode envolver, a introdução de obra arquitectónica de

expressão contemporânea, que se harmonize com as partes antigas dos edifícios objecto de intervenção.

Na **reabilitação especial ou restauro**, quando o valor patrimonial do imóvel é um contributo para a imagem e identidade urbana justifica-se o recurso pontual de técnicas de restauro para recuperação da envolvente do edifício, ou mesmo de partes do seu interior, com total reconstrução do edifício, podendo incluir a modernização parcial de algumas partes do edifício, instalações e equipamentos. Este tipo de intervenção deverá ser ponderada, em função do uso potencial do edifício, do seu valor intrínseco enquanto património e objecto arquitectónico, possuidor ou não de valores de acompanhamento e participação no conjunto edificado próximo. Pode, por outro lado, corresponder a uma intervenção com o objectivo de adequar os edifícios a standards elevados e muito superiores aos pré-existentes. Nesse caso, será de ponderar a possibilidade da sua substituição por uma nova edificação, feita segundo o saber actual e com uma arquitectura nova, atenta e cuidadosa, face aos valores do lugar e do contexto [2].

6.2.3. Demolição “versus” reabilitação, conservação e restauro de edifícios antigos

Em obras de reabilitação, conservação e restauro, há que contemplar os trabalhos que impliquem demolições, mesmo que parciais, assim como a reparação de material reutilizável e a carga e transporte à descarga do material não reutilizável.

As **demolições de alvenarias** envolvem as alvenarias efectivamente demolidas, incluindo os rebocos e os revestimentos. As demolições locais, em elementos de pequena dimensão, são consideradas como tal quando o vão útil a abrir não tiver área superior a 2 metros quadrados, em caso de demolições com grande desenvolvimento longitudinal e quando a largura não supere os 50 centímetros.

As **demolições de paredes divisórias**, incluem a superfície efectiva das paredes divisórias ou as partes demolidas dessas paredes, incluindo rebocos e revestimentos.

As **demolições de rebocos e revestimentos**, incluem a superfície real dos rebocos demolidos.

As **demolições de revestimentos de pavimentos** abrangem a sua superfície visível entre as paredes rebocadas de cada divisão ou zona do edifício.

A **demolição de estruturas de pavimentos** é medido pela superfície exacta ocupada pelas referidas estruturas. Nos pavimentos com estrutura de madeira, está incluída a demolição do soalho e eventual betonilha superior, o eventual tecto falso inferior em estafe, em estuque sobre fasquiado, em gesso cartonado ou com rede e estuque. Nos pavimentos com estrutura de ferro, inclui-se a demolição completa do tecto do intradorso e do revestimento do pavimento do extradorso, sempre que não seja prescrita a sua remoção cuidada para salvaguarda e reutilização do pavimento.

A **remoção da estrutura de coberturas em telhado** considera a superfície das águas do telhado, incluindo aberturas e vazios. No caso de remoção de elementos singulares ou de partes da estrutura do telhado, considera-se só a parte interessada. Considera-se, igualmente, a remoção das eventuais consolas ou mísulas de apoio à dita estrutura.

Nos **trabalhos preliminares**, as demolições de alvenarias e betões, de fundações e subfundações, seja por rotura parcial ou total, assim como a eliminação de estados críticos de desabamento, mesmo na presença de elementos de grande valor histórico arquitectónico, devem ser efectuadas com o máximo cuidado e só depois de tomadas as devidas precauções e da elaboração de um plano de demolições. Deverão, por isso, ser realizadas com ordem, de modo a não danificar as alvenarias residuais, prevenir qualquer acidente com os operários, evitar incómodos, danos colaterais e distúrbios. As demolições limitar-se-ão às partes e volumes descritos na memória descritiva do projecto.

É proibido lançar os materiais de cima para baixo, e devem ser transportados para baixo com meios fiáveis, de modo a não provocar danos nem o levantamento de poeiras. Toda a zona operativa, interna ou externa ao estaleiro, deve ser convenientemente delimitada, sendo as passagens devidamente indicadas e protegidas.

Deve-se proceder ao escoramento e garantir a segurança provisória da estrutura e dos trabalhadores, através de todas as obras provisórias necessárias, de todas as porções do edifício ainda íntegras ou em risco de desabarem para as quais não estão previstas obras de demolição.

Deve-se evitar criar zonas de instabilidade estrutural.

Os trabalhos de **demolição ou substituição de abóbadas, soalhos e coberturas** só serão executadas em partes ou sistemas estruturais que sejam considerados totalmente irrecuperáveis depois dum levantamento e análise profundos. O mesmo se

aplica a todos os sistemas que não sejam capazes de exercer a sua função estática depois de terem sido executadas ou simuladas consolidações localizadas ou gerais, capazes de trabalhar em paralelo ou em modo colaborante.

As substituições parciais só devem ser feitas quando algumas partes ou elementos da estrutura se apresentem deteriorados a ponto de não garantirem a estabilidade da estrutura. Para o efeito devem ser usados materiais e técnicas fiáveis, privilegiando-se os removíveis e substituíveis, que contrastem pela sua forma, tipologia ou material com os existentes, sendo claramente reconhecíveis.

A **demolição de coberturas** deve ser feita com grande cautela e nas condições de máxima segurança para os operadores. Deve ser feita a desmontagem do revestimento de cobertura, dos algerozes, caleiras, chaminés, cumeeiras e forros de rincões. De seguida, removem-se os diferentes componentes da estrutura, de madeira, ferro ou betão armado. Deve-se garantir a ancoragem de cornijas ou de algerozes em consola ao pavimento mais elevado, ou seguros pelo peso da cobertura. Antes de remover a estrutura principal, procede-se ao escoramento prévio das cimalhas e cornijas. A demolição de coberturas deve efectuar-se operando no interior do edifício. Caso contrário, deve-se trabalhar exclusivamente na estrutura principal e não na secundária, empregando tábuas e dormentes estrategicamente colocados para garantir a redistribuição dos esforços durante a demolição. As madres e os frechais devem ser arrancados das posições originais evitando fazer alavanca sobre as alvenarias existentes através de escoramentos, suspensão e corte desses elementos de madeira. Deve-se evitar a queda das matérias removidas sobre os pisos subjacentes, dos materiais removidos e a acumulação excessiva dos mesmos sobre os pavimentos e soalhos [3].

6.3. Enquadramento do edifício/caso de estudo, no tempo e no espaço

6.3.1. Introdução

A escolha deste caso prático viabilizou o estudo duma estratégia de articulação harmoniosa entre os trabalhos de demolição e reabilitação de um edifício antigo, com a devida implementação das medidas preventivas de segurança, sem pôr em risco a estabilidade e a preservação de aspectos patrimoniais, arquitectónicos e construtivos, de

um edifício antigo em elevado estado de degradação e que era alvo de projecto de restauração e reabilitação.

O edifício em estudo foi a Casa do Muro, situada na freguesia de Ourilhe, concelho de Celorico de Bastos, pertencente ao distrito de Braga. Devido á falta de informações existentes sobre a época das diferentes construções supõe-se que, devido aos materiais empregues e aos métodos construtivos utilizados, seja um edifício do século XVI que foi sofrendo algumas alterações e novas construções ao longo dos séculos, nomeadamente do Século XVIII.

Inicialmente, foi efectuado o diagnóstico de anomalias construtivas para uma adequada intervenção de restauro e reabilitação do edifício através de levantamento arquitectónico, inspecção visual, levantamento das anomalias estruturais e não estruturais, registo fotográfico e proposta de reparação para a reabilitação. De seguida foi efectuado o acompanhamento da execução de alguns trabalhos de desmonte e demolição das estruturas.

Para a reabilitação do edifício foram realizadas tarefas de desmonte e demolição de elementos que se encontravam em elevado estado de degradação, mas que podiam ser tratados e reutilizáveis na mesma obra, nomeadamente, de elementos em madeira (pavimentos, coberturas, janelas, portas, etc.,) e reutilização das pedras das alvenarias demolidas. Os trabalhos de demolição de algumas paredes de alvenaria em pedra ou em paredes de tabique foram efectuados, pelo método tradicional manual, muito controlado, devido à instabilidade estrutural, degradação e fragilidade, mas também devido a aspectos ligados ao projecto de reabilitação, como por exemplo alteração do uso dos compartimentos.

Os critérios utilizados na avaliação estrutural e do estado de degradação do edifício para a intervenção de reabilitação, foram os seguintes:

- ✓ Determinação dos factores de deterioração e caracterização das anomalias;
- ✓ Inspecção e diagnóstico de anomalias, utilizando técnicas destrutivas e não destrutivas;
- ✓ Caracterização e determinação de anomalias e intervenção em construções de terra crua, alvenaria de pedra e estruturas de madeira.
- ✓ Identificação das anomalias estruturais e não estruturais;

- ✓ Técnicas de consolidação de terrenos e técnicas de consolidação estrutural, consolidação e reforço de fundações e de alvenarias, reforço da ligação dos pisos de madeira, reforço dos sobrados, reparação e reforço de coberturas, reabilitação de paredes interiores;
- ✓ Reabilitação de elementos de madeira em paredes;
- ✓ Soluções para humidades ascendentes, humidades de condensação e infiltrações;
- ✓ Combinações possíveis entre materiais e técnicas construtivas tradicionais com materiais e técnicas construtivas contemporâneas.

6.3.2. Caracterização do Concelho de Celorico de Bastos

6.3.2.1. Território de Basto

O concelho de Celorico de Basto pertence ao Distrito de Braga, à Comunidade Urbana do Tâmega e constitui, juntamente com os concelhos vizinhos de Mondim de Basto, Cabeceiras de Basto e Ribeira de Pena, a muita antiga e característica área conhecida por Terra de Basto. Esta zona centra-se sobre o Rio Tâmega e apresenta uma forte identidade cultural.

A beleza natural de Celorico de Basto advém-lhe do vigor da paisagem e da sábia criação de muitas gerações que ao longo dos séculos foram integrando, na paisagem, robustas e simples construções graníticas.

O concelho está rodeado por cadeias montanhosas, das quais se destacam o Marão, o Alvão e a Cabreira. Tem no pico do Viso (freguesia de Caçarilhe) o ponto mais elevado, a 856 m de altitude. Com um relevo acidentado, apresenta vastas áreas planálticas alternando com vales estreitos e alongados que descem até ao Rio Tâmega, onde se pratica uma agricultura de subsistência. Todos os autores são unânimes em considerar Celorico de Basto um povoamento de origem pré-românica, os vestígios arqueológicos da época castreja confirmam a ocupação desta região desde épocas remotas.

Figura 6.1 – Enquadramento geográfico de Ourilhe, Celorico de Bastos (Fontes: http://pt.wikipedia.org; www.mun-celoricodebasto.pt)

Figura 6.2 – Localização da Casa do Muro, Ourilhe (Fonte: Google Earth)

Celorico de Basto com 181,10 km² de área tem cerca de 20516 (2001), segundo dados do INE, e 22 freguesias: Agilde, Arnóia, Santa Tecla de Basto, São Clemente de Basto, Borba da Montanha, Britelo, Caçarilhe, Canedo de Basto, Carvalho, Codeçoso, Corgo, Fervença, Gagos, Gémeos, Infesta, Molares, Moreira do Castelo, Ourilhe, Rego, Ribas, Vale de Bouro, Veade.

6.3.2.2. História

A história do concelho ligada ao seu Castelo (freguesia de Arnóia), de fundação anterior à nacionalidade, está também presa à Ordem de S. Bento. O Mosteiro Beneditino de S. João de Arnóia cuja fundação remonta ao século X, ainda mantém da traça primitiva, pormenores romano-góticos como é o caso do claustro. D. Manuel I deu foral ao concelho a 29 de Março de 1520. Foi junto ao Castelo de Arnóia que cresceu a primitiva sede do concelho. Ainda são visíveis alguns vestígios arquitectónicos da Cadeia, Botica e Paços de Audiência. Por provisão de D. João V, em 1719 a sede do concelho passou para o lugar de Freixieiro, hoje oficialmente Celorico de Basto. O concelho oferece-nos um vasto e rico património cultural. Existem inúmeros vestígios arqueológicos, de inestimável valor, cujo melhor exemplo é o Planalto da Lameira.

6.3.2.3. Património Construído

Ao nível do património construído destacam-se os pelourinhos, as igrejas, algumas de traça românica e as muitas casas solarengas que constituem herança patrimonial e sociocultural de grande valor. Na sua maior parte são casas brasonadas algumas delas hoje adaptadas ao Turismo de Habitação. Em todas elas podemos admirar além da beleza arquitectónica, os afamados "Jardins de Basto", geometricamente concebidos através das áleas de buxo e camélias (Casa do Campo em Molares, Casa do Souto e Casa da Gandarela em Basto (S. Clemente) e Casa do Prado em Celorico de Basto).

O Património Etnográfico é extremamente rico, com os seus costumes e tradições. As festas, as romarias, as feiras, o folclore, os jogos tradicionais mantêm ainda a sua tipicidade.

O concelho de Celorico de Basto possui um vasto património Histórico, Arquitectónico e Arqueológico do qual se destacam as seguintes edificações[2]:

- Igreja de S. Salvador de Ribas;
- Castro de Barrega;
- Casa da Boa Vista, Imóvel de Interesse Publico, em lugar de Outeiro, freguesia de Viade; a casa já existia no século XVI, embora os traços arquitectónicos a situem no século XVIII, quando foi reconstruída;
- Casa do Outeiro, Imóvel de Interesse Publico, em lugar de Outeiro, freguesia de Viade; a cronologia da sua construção vai desde a época medieval até aos séculos XVII, XVII, XVIII, XIX;
- Casa do Campo, de Molares, do século XVII;
- Casa de Torante, em Arnóia, casa de Telho;
- Casa da Igreja, no Corgo;
- Casa da Veiga e casa Pomar, em Fermil;
- Casa da Granja, em Santa Tecla;
- Castelo de Arnóia, monumento nacional de fundação medieval;
- Quinta do Prado, casa nobre do século XVIII e remodelada no século XIX;
- Igreja de Veade, dos séculos XII, XIII, XVIII;
- Mosteiro de Arnóia e a Igreja, dos séculos X, XI, XVII, XVIII, XIX.

Figura 6.3 – Castelo de Arnóia e Quinta do Prado

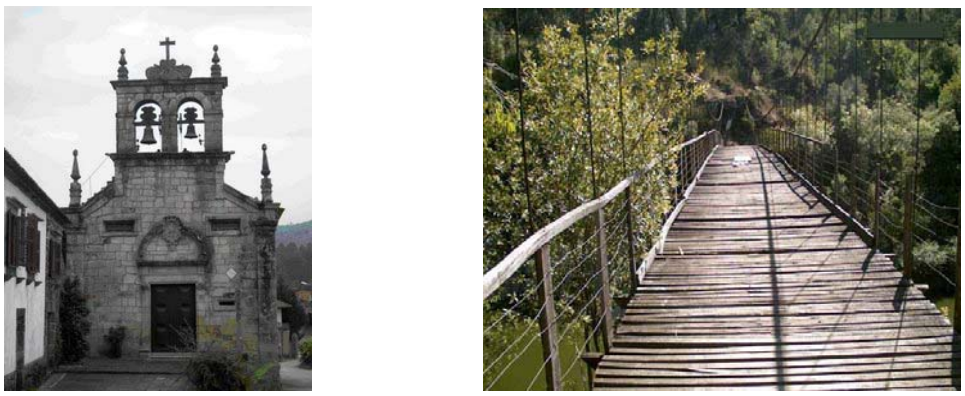


Figura 6.4 – Igreja de Veade e ponte de arame de Lourido

Figura 6.5 – Mosteiro de Arnóia e a Igreja

Figura 6.6 – Um conjunto notável de Casas Solarengas

6.3.2.4. Acessibilidades

Chegar a Celorico de Basto foi outrora uma aventura. Hoje é muito fácil e rápido de aqui chegar. O centro da Vila fica a poucos minutos do IP4 em Amarante e um pouco mais do nó da A7 / IC5 na cidade de Fafe. Conta com os inúmeros solares e jardins de camélias, o Castelo e Mosteiro de Arnóia, a Biblioteca Municipal Professor Doutor Marcelo Rebelo de Sousa, os espaços verdes e ajardinados da zona ribeirinha do rio Freixieiro, as inúmeras igrejas e capelas e ainda a apreciada gastronomia local [3].

6.4. Caracterização do terreno e do Edifício

Figura 6.7 – Terreno de Implantação e vista geral do edifício

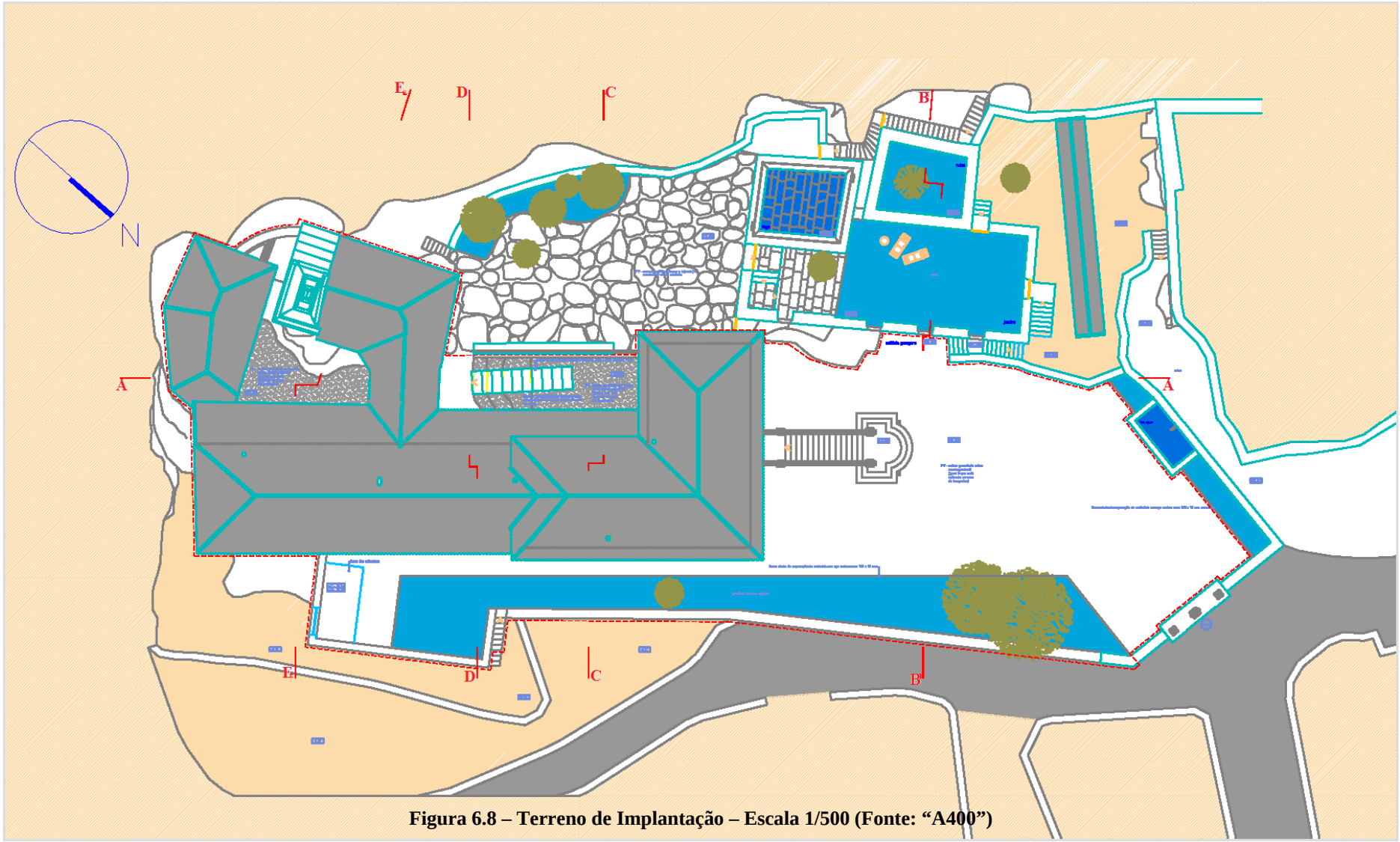


Figura 6.8 – Terreno de Implantação – Escala 1/500 (Fonte: "A400")

Figura 6.9 – Planta de arquitectura e épocas de construção do edifício – Escala 1/200 (Fonte: "A400")

Conjunto edificado

Figura 6.10 – Alçado lateral – Escala 1/200 (Fonte: "A400")

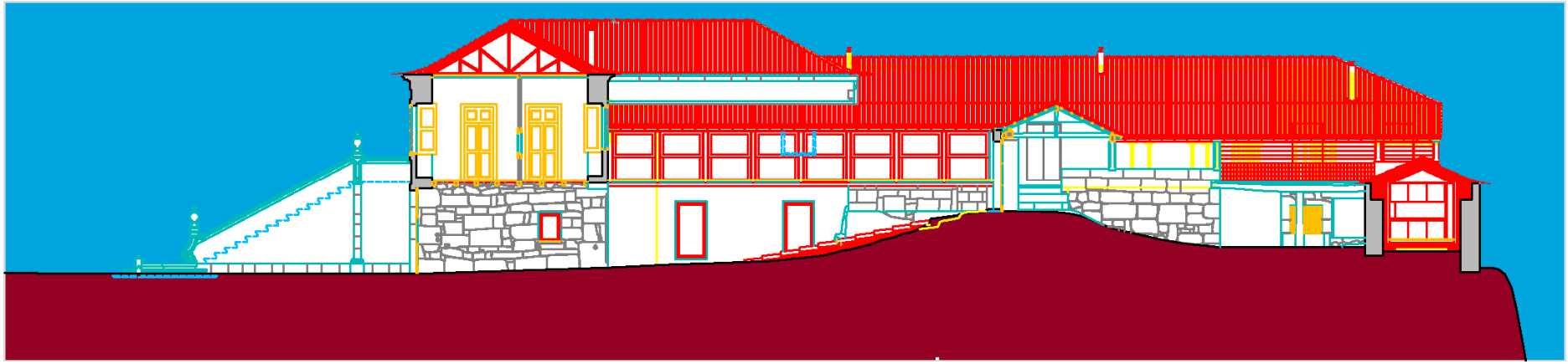


Figura 6.11 – Corte A – Escala 1/200 (Fonte: "A400")

Figura 6.12 – Corte B – Escala 1/200 (Fonte: "A400")

Figura 6.13 – Corte C – Escala 1/200 (Fonte: "A400")

Figura 6.14 – Corte D – Escala 1/200 (Fonte: "A400")

Figura 6.15 – Corte E – Escala 1/200 (Fonte: "A400")

Envolvente exterior do edifício – século XVI

Figura 6.16 – Espigueiro; Escada de acesso à entrada principal

Figura 6.17 – Portal de entrada do edifício

6.5. Diagnóstico das anomalias construtivas da envolvente do edifício

6.5.1. Coberturas

Elemento construtivo: Revestimento da cobertura

Designação das anomalias: Telhas partidas; telhas desviadas; inexistência de algumas telhas; deformação da estrutura de cobertura; abaulamento excessivo da cobertura com abertura de juntas e infiltrações através das telhas.

Causa aparente: A razão para as várias anomalias das coberturas é devido à forte exposição às intempéries, ao vento carregado de poeira, à água das chuvas e à amplitude térmica. A fractura de telhas deve-se, nomeadamente, à circulação descuidada dos operários sobre a cobertura, ou ainda a deformações importantes da estrutura de madeira da cobertura. Com a acção do vento verifica-se o deslocamento de telhas até ao seu destacamento da estrutura. Estas acções contribuem para a perda de estanquidade do revestimento da cobertura, o que degrada cada vez mais a estrutura de madeira, abrindo as juntas entre as telhas favorecendo a penetração das águas da chuva e o apodrecimento da estrutura até ao seu derrube. Abaulamento excessivo da cobertura deve-se às deformações da estrutura de madeira, do pau de fileira, das pernas das asnas, das madres e dos barrotes.

Sugestões de reparação: Remoção de todas as telhas degradadas, reforço das estruturas de suporte do revestimento da cobertura. Apeamento dos elementos de madeira que se encontram deteriorados e colocação de uma nova estrutura, com impermeabilização e isolamento térmico a fim de conseguir uma maior estanquidade da cobertura. Criação de sistemas de drenagem de águas pluviais eficientes, como algerozes em chapa de cobre. Substituição de toda a telha existente por outra, com fixação mecânica; pode incluir a colocação de passadeiras com telha dobrada.

Figura 6.18 – Danificação e falta de telhas na cobertura

Figura 6.19 – Fenómeno de abaulamento excessivo da cobertura

Figura 6.20 – Deformação da cumeeira e das vertentes e rotação da cobertura

Elemento construtivo: Estrutura de madeira

Designação das anomalias: Fluência da madeira; deformação de linhas e pernas de asnas, escoras, pau de fileira, madres e barrotes; humidade e podridão dos elementos de madeira; rotura da ligação linha/perna, das asnas.

Causa aparente: Devido às infiltrações, através do revestimento, que originaram a deformação na cumeeira e nas vertentes e com abertura de juntas entre as telhas, por onde penetra e água pressionada pelo vento provoca a humidificação dos elementos da estrutura de madeira que se foram degradando, perdendo secção e resistência do material. Essa infiltração foi devida á acção conjunta da chuva e do vento, falta de sistemas de drenagem de águas pluviais, e de impermeabilização e isolamento térmico (no caso de humidade por condensação). A podridão da madeira é devida ao teor de água em excesso na estrutura de madeira que provocou o empenamento e o desenvolvimento de fungos e insectos xilófagos.

Sugestões de reparação: Revisão de toda a armação dos telhados existentes em madeira. Recuperação dos elementos de madeira que se encontram em bom estado e substituição dos elementos apodrecidos ou enfraquecidos, com a introdução de nova madeira sã e resistente. Limpeza geral e protecção anti-séptica e ignífuga. Nas zonas de apoio e nas ligações das asnas reforçar com perfis e elementos metálicos. Revestimento das entregas dos apoios estruturais das armações da cobertura em madeira, com folha de chumbo. Revestimento de toda a área coberta com forro (guarda-pó).

Figura 6.21 – Compartimento 12, rés-do-chão do compartimento 11, deformação e podridão da estrutura de madeira

Figura 6.22 – Deterioração da madeira na zona cozinha e zona do forno - compartimento 13

Figura 6.23 – Degradação das propriedades mecânicas, fluência, podridão e roturas das ligações, que ocorrem no alpendre da varanda quinhentista - cobertura entre compartimentos 15 e 13

Figura 6.24 – Perda de resistência da madeira, deformações, perda de secção dos elementos de madeira, rotura de ligações, eliminação de elementos estruturais - compartimento 11

6.5.2. Fachadas

Elemento construtivo: Paredes resistentes exteriores

Designação das anomalias: Fendas, deformações, rotações, abaulamento, humidades e colonização biológica das paredes; lavagem da caiação.

Causa aparente: Fendas devido á rotação das paredes; assentamento das fundações devido á deformação do terreno, consequência da absorção de água pelas raízes das árvores ou devido à acção das próprias raízes, visto que o edifício se encontra envolvida por uma zona de muita vegetação. Infiltração das águas das chuvas originando humidades e crescimento de plantas parasitárias.

Sugestões de reparação: Reforço, consolidação e confinamento lateral das fundações, drenagem do terreno junto das fachadas e impermeabilização. Remoção do antigo reboco e aplicação de reboco exterior de cal aérea e pozolana que apresenta boas características de impermeabilização à água da chuva e permeabilidade ao vapor de água retido no interior da alvenaria, facilitando a sua secagem. Remoção da vegetação parasitária, através de aplicação de herbicidas. Limpeza, por escovagem, das superfícies; limpeza química adequada nas áreas onde existam fungos vegetais. Remoção de argamassas cimentícias de juntas e refechamento das mesmas com argamassas à base de produtos pré-doseados, com características compatíveis com a pedra adjacente, nomeadamente quanto à resistência à compressão e à absorção de água por capilaridade e que seja isenta de sais. Injecções de argamassa nas fissuras das

fachadas bem como reforço na alvenaria com varões de aço inseridos na parede em furos executados e posteriormente injectados com caldas cimentícias ou resina acrílica.

a) b) c)

Figura 6.25 – a) Fissuras horizontais e verticais na fachada – Norte do compartimento 2; b) Humidades e vegetação parasitária – fachada, este do compartimento 5; c) Humidades e vegetação parasitária – fachada NW do compartimento 9

Elemento construtivo: Portas e janelas

Designação das anomalias: Deterioração e podridão da madeira, deficiência da estanquidade das caixilharias e queda de vidros., corrosão de fechos e outros elementos metálicos.

Causa aparente: Devido á forte exposição de portas e janelas às águas da chuva, vento e amplitudes térmicas, ocorrem fenómenos como retracção da madeira e esboroamento da argamassa de vidraceiro; a penetração da água apodrece e degrada a madeira. A corrosão dos elementos metálicos é devida á penetração das águas das chuvas originando a oxidação das ferragens. A queda de vidros deve-se à degradação da argamassa de vidraceiro.

Sugestões de reparação: Substituição das caixilharias, portas e janela com novos elementos de madeira sã ou aproveitando a madeira que se encontra em bom estado, mantendo a imagem das portas e janelas de raiz. Criar condições de estanquidade. Pintura de acabamento com uma tinta de óleo, para protecção da caixilharia; colocação de novas ferragens idênticas das originais.

Figura 6.26 – Podridão da madeira, argamassa de vidraceiro e falta de vidros da fachadas NE do compartimento 3 e SW do compartimento 4

Figura 6.27 – Podridão da madeira e corrosão de fechos e outros elementos metálicos

6.5.3. Paredes interiores, pavimentos e tectos

Elemento construtivo: Paredes interiores

Designação das anomalias: Manchas de humidade em paredes interiores, rotação, destacamento de rebocos, formação de eflorescências e bolor, fissuras.

Causa aparente: Humidade do terreno que ascende por capilaridade através das fundações e paredes e humidade de condensação, são as principais causas para a manifestação de humidade nessas paredes interiores, originado manchas de bolor, eflorescências e que dão origem á destruição dos rebocos interiores; por outro lado não podemos deixar de assinalar a fraca ventilação dos espaços interiores. A fissuração excessiva devido aos assentamentos diferenciais das fundações, seguidos da fendilhação das paredes resistentes e a deformação excessiva dos pavimentos faz com que as paredes divisórias percam as suas capacidades resistentes dando origem às fissuras. O mau estado de conservação da cobertura contribui para o agravamento destas anomalias, assim como o facto da casa estar fechada há muito tempo, sem operações de manutenção periódicas.

Sugestões de reparação: A primeira e principal solução será a construção de sistemas de drenagem de águas infiltradas e acumuladas junto às paredes do edifício, ou soluções que permitam a criação, na parede, de uma barreira horizontal impermeável. Reforço das fundações evitando deformações excessivas. Reforço da ventilação interior; impermeabilização e isolamento térmico da cobertura; remoção do reboco e substituição de ripado e elementos estruturais de madeira das paredes que se apresentem em mau

estado de conservação, por elementos de madeira sã. No caso dos tabiques que são irrecuperáveis deverão estes ser substituídos por outros com iguais características.

Figura 6.28 – Manchas de humidade, bolor e destruição de rebocos nas salas dos compartimentos 1 e 6

Figura 6.29 – Rotação da parede interior do compartimento 12 e fendilhação em toda a parede e junto á janela do compartimento 7

Elemento construtivo: Tectos e pavimentos

Designação das anomalias: Deterioração, flexão, deformação excessiva e podridão da madeira, derrube de elementos de madeira do tecto

Causa aparente: Degradação dos elementos de madeira devido á penetração de água e falta de ventilação, provocando perda de resistência, originando deformações excessivas.

Sugestões de reparação: Remoção e tratamento dos pavimentos (sobrados) e tectos de madeira aproveitando a forma existente e o tipo de material que possibilite a continuação da mesma estrutura.

Figura 6.30 – Podridão, flexão do pavimento devido á perda de resistência dos pisos inferiores dos compartimentos 4 e 12

Figura 6.31 – Podridão e perda de ripas de madeira no tecto do compartimento 1 (Sala principal)

6.6. Trabalhos de desmonte e de demolição

Antes do começo dos trabalhos de reabilitação é necessário efectuar as tarefas de desmonte, de demolição e de limpeza do local, dos elementos indicados no projecto, de modo a criarem-se as condições para a execução da empreitada. Com a ajuda do caderno de encargo são mencionadas, de seguida, as considerações gerais da obra, nomeadamente, procedimentos, competências e as tarefas de execução dos trabalhos de desmonte e de demolição.

- O projecto de restauro e reabilitação do edifício tem como um dos objectivos o maior aproveitamento dos materiais removidos ou demolidos, nomeadamente, reaproveitamento das pedras e do tratamento e reutilização das peças de madeira de castanho (madeira predominante);

- Só se pode dar inicio aos trabalhos depois da elaboração por parte do plano de segurança e saúde, de acordo com o artigo 6º, do decreto-lei nº 273/2003 de 29 de Outubro. Em todos os trabalhos de demolições e desmontes deverá ser escrupulosamente cumprido o "Regulamento de Segurança na Construção Civil";

- Compete à entidade executante proceder à execução de todos os trabalhos de demolição ou desmonte em que deverão ser feitos de modo a não porem em risco a vida dos trabalhadores e conforme determinado pela fiscalização e coordenação de segurança, fazendo-se os devidos escoramentos, quando tal se torne necessário, por razões de segurança, para evitar possíveis desabamentos ou qualquer situação que prejudique a obra ou quem nela trabalha;

- Depois de assegurar o corte de todas a redes de fornecimento ao edifico, deve-se realizar a montagem, manutenção e desmontagem de redes provisórias de abastecimento de água, saneamento e electricidade, bem como de máquinas e equipamentos necessários para a execução dos trabalhos;

- Devido ao edifício se encontrar numa propriedade privada e vedada, afastada de espaços públicos e vias de circulação de pessoas, não foi necessário executar as medidas preliminares de vedação e isolamento do meio envolvente, referidas no capítulo 5, porém é necessário implementar sistemas de sinalização e barreiras para impedir a entrada de pessoas não autorizadas no estaleiro;

- A entidade executante deve tomar conhecimento, do estado actual das instalações, nomeadamente dos acessos;

- Quando o dono da obra ou a fiscalização o entendam, os elementos desmontados serão limpos e arrumados para local a designar, para futuramente serem utilizados ou não, ficando, estabelecido que se porventura não vierem a ser utilizados serão posteriormente transportados a vazadouro pela entidade executante;

- As demolições e os desmontes serão efectuados com o máximo cuidado, de modo a evitarem-se acidentes tanto do pessoal operário como de pessoas estranhas à obra, assim como a evitar-se danificação das peças que futuramente venham a ser reaproveitadas. Será da responsabilidade da entidade executante a utilização dos procedimentos, escoramentos, entivações, etc., que achar mais convenientes, nomeadamente os escoramentos e as protecções mais eficazes e submetê-los à aprovação da fiscalização. A entidade executante será um dos responsável pelos acidentes, quer materiais quer pessoais, que venham a suceder na obra, pelo que os elementos de prevenção e segurança deverão ser os mais eficazes e será obrigatória a apresentação de um seguro de indemnização por acidentes ou danos causados a terceiros, durante o tempo que durarem todas as empreitadas, nomeadamente de demolições, movimento de terras, betão armado;

- Ficará bem entendido que os trabalhos de demolição a realizar, incluirão todo e qualquer trabalho necessário, quer ele se encontre ou não mencionado no projecto, de modo a que se criem as condições necessárias à execução dos trabalhos de restauro do edifício;

- As alvenarias em granito, serão executadas com granito proveniente dos desmontes e demolições depois de bem limpas, ou na impossibilidade de ser possível o seu aproveitamento por outras semelhantes;

- Todas as peças de madeira removidas devem ser devidamente armazenadas, depois da limpeza e remoção de materiais ferrosos ou metálicos existentes nos mesmos, para depois serem transportados para locais de tratamento;

- Após os trabalhos de desmonte e de demolição é necessário efectuar limpeza dos materiais desmontados ou demolidos para permitir melhor execução de tarefas posteriores.

Trabalhos e medidas preventivas na desmontagem e demolição de elementos

Figura 6.32 – Sistema de informação na entrada principal do edifício

Figura 6.33 – Armazenamento de blocos de pedra, em zona adequada sem impedir a deslocação de pessoas e máquinas para dentro do estaleiro, para posterior remoção e reutilização em paredes de alvenaria ou muros de suporte

Figura 6.34 – Remoção dos equipamentos e materiais provenientes de trabalhos de demolição, desimpedindo de caminhos de deslocação de pessoas e máquinas para execução das tarefas

Figura 6.35 – Implementação de sistemas de protecção colectiva em torno do topo da estrutura (guarda-corpos na cobertura); caleira de recolha de resíduos provenientes da cobertura e sistema de vedação, protecção da escada de acesso à habitação e posterior colocação de andaimes para realização de trabalhos nas fachadas

Figura 6.36 – Isolamentos das partes da coberturas, com lonas impermeáveis, para impedir a infiltração de água que poderia provocar maior degradação dos elementos interiores da cobertura e no interior dos compartimentos, como soalhos, tectos falsos, paredes interiores

Figura 6.37 – Remoção das telhas e posterior remoção desmonte da estrutura da cobertura de madeira para tratamento e reutilização

Figura 6.38 – Demolição das paredes de tabiques e remoção do pavimento em soalho e da cobertura, ambos em elevado estado de degradação e instáveis

Figura 6.39 – Trabalhos de demolição com mini escavadora com lagartas, com martelo demolidor, no interior do edifício com as paredes-mestras devidamente escorados pelo interior

Figura 6.40 – Durante a execução de alguns trabalhos de demolição também foram feitos algumas intervenções de restauro aproveitando da enorme quantidade de pedra existente no local, provenientes de trabalhos prévios de demolição.

Figura 6.41 – Demolição da empena sob a cobertura, protecção contra as intempéries e posterior reforço, com a construção duma parede de alvenaria de blocos de betão

Figura 6.42 – Sistemas de reforço da estrutura com perfiz metálicos, escoramento das aberturas das janelas e portas, escoramento da parede-mestra pelo exterior

Figura 6.43 – Remoção da estrutura degradada da cobertura e colocação do novo revestimento da cobertura (com telha nova) sempre com a presença de guarda-corpos

Figura 6.44 – Reforço das bases do compartimento com implementação de elementos de betão armado.

Figura 6.45 – Tratamento da madeira, com remoção de peças metálicos e ferrosos, armazenamento, protecção e transporte dos mesmos para locais de tratamento especial para a sua reutilização

6.7. Conclusões do capítulo 6

A realização deste tipo de trabalhos requer um estudo exaustivo e aprofundado das melhores técnicas e soluções de reparação e reabilitação de edifícios antigos, com o uso de materiais actuais, a fim de preservar e dar continuidade aos patrimónios existentes, que vai desde soluções de remoção parcial e total de alguns elementos, a fim de encontrar uma solução construtiva assegurando a sua integridade estrutural e arquitectónica.

Este edifício devido à sua enorme dimensão e à enorme variedade de anomalias encontradas, tornou-se evidente, por um lado, a necessidade de remover integralmente as coberturas e pavimentos de madeira e optou-se também pela demolição de alguns troços de paredes, que se encontravam em condições de instabilidade preocupante. As soluções e propostas de intervenção têm que estar em harmonia com as técnicas de desmonte e demolição adequados assegurando, no decorrer dos trabalhos, o reforço das estruturas evitando possíveis desmoronamentos indesejados; privilegia-se a utilização de materiais de construção tradicionais de forma a não fugir à época de construção do edifício e garantir a necessária compatibilidade a nível estrutural, e em termos físico, químico e mecânico dos materiais.

As soluções de reabilitação passaram essencialmente pelo reforço das fundações e paredes resistentes, tratamento das fendas, escoramento de paredes e tectos, melhoramento das condições de drenagem das águas pluviais, melhoramento dos isolamentos térmicos e da ventilação, substituição ou tratamento das estruturas de madeira e garantir uma melhor estanquidade e impermeabilização da cobertura.

6.8. Referências bibliográficas do capítulo 6

[1] – APPLETON, João – *Reabilitação de Edificios Antigos – Patologias e Técnicas de Intervenção*, Edição Orion, Amadora, 2003; pp. 157 a 161.

[2] – SALAVESSA, Maria Eunice da Costa – *Dados para análise técnico-económica de um projecto de reabilitação*; material didáctico (texto policopiado) da Cadeira de Manutenção e Reabilitação de Edifícios, 2003.

[3] – CAMPANELLA, Christian – *Obras de Conservação e Restauro Arquitectónico: Condiçõe Técnicas Especiais*; Câmara Municipal de Lisboa, Lisboa, 2003; pp. 24, 77 e 118 a 119.

Bibliografia consultada e hiperligações:

Salavessa, Maria Eunice da Costa – *Projecto de reabilitação da Casa das Pinheiras para fins de turismo em espaço rural, Ermelo de Mondim de Basto Parque Natural do Alvão*, 2007. (Série didáctica – Ciências aplicadas;313)

Salavessa, Maria Eunice da Costa – *Igreja de São Paulo de Vila Real : Subsídios para a sua reabilitação e o seu restauro*, UTAD, Vila Real, 1996. (Série didáctica – Ciências aplicadas;89)

Appleton, João – *Reabilitação de Edificios Antigos – Patologias e Técnicas de Intervenção*, Edição Orion, Amadora, 2003

Decreto n.º 46427/65 de 10 de Julho, regulamento das instalações provisórias destinadas ao pessoal empregado nas obras.

Decreto-Lei nº 273/2003 de 29 de Outubro, regulamentação das condições de segurança e de saúde no trabalho em estaleiros temporários ou móveis.

Peças desenhadas, do projecto da Casa do Muro, fornecidas por A400 – Projectistas e Consultores de Engenharia Civil, Lda, Rua o 1º Janeiro 71-L, 4100 – 366 Ramalde, Porto e elaborados por António Leitão Barbosa – Arquitectos, Porto.

http://www.mun-celoricodebasto.pt

http://www.celoricodigital.blogspot.com

http://www.eb1-assento-borba.rcts.pt

http://www.minhopress.com

http://pt.wikipedia.org

http://nortedeportugal.nireblog.com

7. CONCLUSÃO

7.1. Conclusões e recomendações finais

Tem-se verificado uma forte e constante evolução na indústria da construção, no que se refere, à demolição, passando de uma actividade em que se pretendia exclusivamente a destruição total e descontrolada de edifícios, sem qualquer critério de desmonte nem preocupações na segurança dos trabalhadores e do meio envolvente, para uma actividade com grande controlo e precisão, com aperfeiçoamento das técnicas existentes e implementação de novos métodos e utilização de equipamentos mais potentes e sofisticados aumentando a eficácia dos trabalhos, promovendo a saúde e a segurança no trabalho reduzindo esforços humanos e a sua elevada exposição aos riscos e acidentes, perante a natureza crítica dos trabalhos.

Devido às várias necessidades encontradas ao longo dos tempos, em que se destaca: a renovação das cidades; a libertação de espaços para construção de estruturas modernas; a alteração dos edifícios, associada a intervenções de restauro, remodelação, reparação e reabilitação de edifícios antigos devido ao seu elevado estado de degradação e instabilidade e também de trabalhos de demolição em edifícios recentes devido a deficiências na fase de construção; e por último, demolições de edifícios abalados por catástrofes naturais e acidentais; todos estes factores contribuíram significativamente para o aumento das intervenções de demolição nos edifícios, não só em Portugal mas também no resto do mundo.

Para que a actividade de demolição seja bem sucedida é necessário efectuar um conjunto de medidas essenciais para que se possa executar os trabalhos com eficácia e segurança, face aos objectivos pretendidos, passando pela elaboração de planos de demolição e normas específicas, avaliação e criação de sistemas de intervenção mais adequados para cada tipo de tarefa e diferentes tipos de edifícios, estruturas e métodos construtivos. É imprescindível obedecer ao sistema geral de demolição, seguindo as diferentes fases e categorias das intervenções, começando pela fase de pré-demolição, fase prática de execução dos trabalhos de demolição e desmonte até às tarefas pós-demolição, seja em trabalhos de demolição parcial, sequencial (progressiva) ou mesmo na execução de mecanismos de colapso das estruturas, perante a avaliação e caracterização prévia exaustiva dos edifícios a demolir ou a proteger.

No capitulo 4, viu-se que existe uma variedade de técnicas e equipamentos que podem ser utilizados na industria da demolição, umas mais complexas e mais eficazes que outras, em que se pode verificar uma maior preocupação em desenvolver técnicas que oferecem maiores rendimentos e menores inconvenientes, ou que apresentam maiores gastos e insuficiências na sua aplicação, porém, todas elas com as suas especificidades e exigências de execução. Essa diversidade de técnica e equipamentos veio satisfazer as necessidades encontradas na execução das várias tarefas de demolição.

A actividade de demolição, devido à natureza perigosa dos trabalhos, pertence ao conjunto de tarefas da construção civil com a denominação de trabalhos com riscos especiais, de acordo com o artigo 7 do decreto-lei n.º 273/2003. Por esse motivo é necessário, e como está referido no capítulo 5, efectuar o levantamento de todos os riscos de acidente possíveis de acontecer no decorrer dos trabalhos com identificação de causas para posterior elaboração e implementação de medidas preventivas com o objectivo de reduzir e mesmo anular os riscos provenientes de todo o processo de demolição dos edifícios. Fazem parte do conjunto de medidas de prevenção as acções de preparação preliminar do estaleiro: com as devidas implementações de sistemas de protecção colectiva, sistemas de protecção, vedação e sinalização dos espaços de trabalho no estaleiro, dos espaços públicos e meio envolvente, bem como o reforço e os escoramentos de estruturas a demolir e a manter, a fim de evitar desmoronamentos súbitos e destruição acidental de elementos a proteger ou a reabilitar; a escolha adequada das técnicas e equipamentos a empregar; a implementação das medidas de segurança na execução do desmantelamento, execução dos trabalhos com a sequência correcta e pré-definida, implementação e consciencialização da utilização dos equipamentos de protecção individual (EPI); e por ultimo a correcta remoção, armazenamento e transporte dos escombros e resíduos de demolição.

Devido às acrescidas preocupações em tornar a industria da construção uma actividade cada vez mais sustentável e amiga do ambiente, é necessário fazer uma boa gestão e aproveitamento dos resíduos de construção e demolição, sendo no caso em estudo, a área de maior produção de resíduos, denominada resíduos de demolição (RD). Para além das quantidades muito significativas que lhe estão associadas, o fluxo de resíduos apresenta outras particularidades que dificultam a sua gestão, de entre as quais, avulta a sua constituição heterogénea com fracções de dimensões variadas e diferentes níveis de perigosidade, provocando constrangimentos quanto às soluções técnicas de

valorização de RD, incluindo ao nível da triagem, e aos locais apropriados e disponíveis para a instalação de unidades de deposição final destes resíduos, dando assim trabalhos acrescidos na sua gestão. Perante esta situação, é necessário efectuar um conjunto de tarefas de remoção e separação no estaleiro para posterior transporte e tratamento. Esse processo consiste na classificação e caracterização das diversas quantidades de resíduos, que vão ser produzidos, e posterior triagem no local da obra e transporte para locais de tratamento e reciclagem.

Por fim, a elaboração de um "caso de estudo - Reabilitação da Casa do Muro, Ourilhe, Celorico de Basto" proporcionou o contacto com a realidade prática de trabalhos de desmonte e demolição parcial de elementos com elevado estado de degradação e intervenções de trabalhos de restauro e reabilitação. Com levantamento topográfico, diagnóstico das anomalias e apresentação de medidas de intervenção para restauro, deu-se de seguida ao começo dos trabalhos de desmonte e demolição das estruturas que se encontravam muito degradadas e instáveis. Foi possível acompanhar alguns trabalhos de desmonte e demolição com aplicação de algumas medidas de segurança apresentados neste trabalho, nomeadamente, protecção das partes a manter, escoramentos de paredes e elementos instáveis, protecção da cobertura e aberturas nas fachadas contra infiltrações, reforço dos elementos fragilizados com perfis metálicos, alvenarias de blocos de betão e reforço das bases da estrutura com betão armado; implementação de sistemas de protecção colectiva e individual e sistemas de recolha e transporte de resíduos de demolição. Para além dos trabalhos de demolição foi-se verificando algumas intervenções de restauro e reabilitação dos edifícios, ou seja, a conformidade entre os trabalhos de demolição e reabilitação do edifício.

7.2. Desenvolvimentos futuros da investigação neste domínio

A demolição é uma actividade da construção civil bastante complexa com vários aspectos e critérios a ter em conta como por exemplo: avaliação e caracterização dos edifícios, critérios de intervenção, existência de diversas técnicas e equipamentos utilizados, avaliação e implementação de medidas de prevenção de riscos de acidentes, mecanismos de colapso das estruturas e gestão e tratamento dos resíduos produzidos, entre muitos outros aspectos que podem ser aprofundados de forma precisa e exaustiva para futuros projectos de investigação como:

- Evolução histórica e estado actual da indústria da demolição em Portugal;
- Eficiência de técnicas de demolição “versus” preservação do ambiente;
- Demolição de outros tipos de estruturas tais como: industriais, pontes, estádios, e de edifícios com usos diversos: edifícios industriais e de serviços públicos de grande porte, ou seja, para uma melhor percepção e conhecimento em termos das características de trabalho, tecnologias e complexidades envolvidas;
- Critérios de escolha das técnicas e equipamentos de demolição de edifícios antigos e recém-constituídos, em função do tipo de construção, de uma caracterização técnico-económico, da rapidez e eficácia de execução e da adaptabilidade da estrutura a demolir;
- Medidas preventivas de segurança em técnicas específicas de demolição, como por exemplo uso controlado de explosivos ou processos abrasivos;
- Demolição de estruturas de betão armado e pré-esforçado;
- Recolha e tratamento de informações relativas a acidentes graves e mortais em trabalhos de demolição de alto risco;
- Maiores aproveitamentos dos materiais provenientes de demolições – tratamento no estaleiro.
- Influência dos trabalhos de demolição, restauro e reabilitação de edifícios antigos nos centros urbanos.
- Sistema de reforço e contenção dos elementos de uma estrutura a sofrer trabalhos de demolição parcial.

ANEXOS

Anexo 1 – Legislações em vigor de segurança higiene e saúde no trabalho

Anexo 2 – Equipamentos de protecção colectiva e individual e sinalização de segurança no estaleiro

Anexo 3 – Critérios de selecção das técnicas de demolição

Anexo 4 – Códigos de boas práticas na demolição de edifícios

Anexo 5 – Projecto de reabilitação da Casa do Muro

Anexo 1 – Legislações em vigor de segurança higiene e saúde no trabalho

TEMA	CONTEÚDO	DIPLOMA	RESUMO
I	1. Regime jurídico de enquadramento	Lei n.º 99/2003 de 27 Agosto, Capítulo IV (artigo 272º e seguintes)	Aprova o Código do Trabalho
	(lei de bases)	Dec. Leg. Reg. n.º 3/2004/M de 18 Março	Adapta à Região Autónoma da Madeira o Código do Trabalho
		Decreto-Lei n.º 441/91 de 14 Novembro(Directiva n.º 89/391/CEE de 12 de Junho)	Estabelece o regime jurídico do enquadramento da segurança, higiene e saúde no trabalho
		Decreto-Lei n.º 133/99 21 de Abril	Altera o Decreto-Lei n.º 441/91 de 14 Novembro
P	2. Registo de empresas e seus trabalhadores	Dec. Leg. Reg. n.º 8/93/M de 14 Julho	Estabelece normas relativas ao registo de empresas e seus trabalhadores em serviço noutros estabelecimentos
	3. Aplicação à administração pública	Decreto-Lei n.º 488/99 de 17 Novembro	Define as formas de aplicação do Decreto-Lei n.º 441/91, à Administração Pública
R	4. Organização e funcionamento das actividades de segurança, higiene e saúde no trabalho	Lei n.º 35/2004 de 29 Julho, Capitulo XXII (artigo 211º e seguintes)	Regulamenta a Lei n.º 99/2003 de 27 Agosto
E		Dec. Leg. Reg. n.º 13/2005/M de 3 Agosto	Adapta à Região Autónoma da Madeira a Lei n.º 35/2004
V		Decreto-Lei n.º 109/00 de 30 Junho	Altera o Decreto-Lei n.º 26/94 de 1 Fevereiro, alterado pelas Leis n.ºs 7/95 de 29 Março e 118/99 de 11 Agosto, que contem o regime de organização e funcionamento das actividades de SHST
		Dec. Leg. Reg. n.º 14/2003/M de 7 de Junho	Adapta à Região Autónoma da Madeira o Decreto-Lei n.º 109/2000 de 30 Junho
E	- notificação da modalidade adoptada	Portaria n.º 53/96 de 20 Fevereiro (Modelo 1360 INCM, E.P.)	Aprova o modelo da ficha de notificação da modalidade adoptada pelas empresas para a organização dos serviços de SHST
N	- fichas de aptidão	Portaria n.º 299/2007 de 16 de Março	Aprova o modelo de ficha de aptidão
	- relatório de actividades anual	Portaria n.º 1184/2002 de 29 de Agosto	Aprova o modelo de relatório anual da actividade dos serviços de SHST
Ç	5. Formação de técnicos superiores e de técnicos de segurança, higiene e saúde no trabalho	Decreto-Lei n.º 110/00 30 Junho	Estabelece as condições de acesso e de exercício das profissões de técnico superior e de técnico de segurança e higiene do trabalho
		Portaria n.º 137/01 1 de Março	
Ã		Lei n.º 14/01 de 4 Junho	
		Dec. Leg. Reg. n.º 11/2003/M de 7 de Junho	
O	**6. Prescrições mínimas para:**		
	6.1 Locais de trabalho	Decreto-Lei n.º 347/93 de 1 Outubro - a)	Transpõe a Directiva n.º 89/654/CEE de 30 Novembro, relativa às prescrições mínimas de segurança e saúde nos locais de trabalho
		Portaria n.º 987/93 de 6 Outubro	Estabelece as prescrições mínimas
	6.2 Utilização de equipamentos de trabalho	Decreto-lei n.º 50/05 de 25 de Fevereiro	Transpõe a Directiva n.º 2001/45/CE de 27 Junho, relativa às prescrições mínimas de segurança e saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamentos de trabalho
	6.3 Movimentação manual de cargas	Decreto-Lei n.º 330/93 de 25 Setembro - a)	Transpõe a Directiva n.º 90/269/CEE de 29 Maio, relativa às prescrições mínimas de segurança e saúde na movimentação manual de cargas
	6.4 Equipamentos dotados de visor	Decreto-Lei n.º 349/93 de 1 Outubro - a)	Transpõe a Directiva n.º 90/270/CEE, de 29 Maio, relativa às prescrições mínimas de segurança e saúde respeitantes ao trabalho com equipamentos dotados de visor
		Portaria n.º 989/93 de 6 Outubro	Estabelece as prescrições mínimas
	6.5 Utilização de equipamento de protecção individual	Decreto-Lei n.º 348/93 de 1 Outubro - a)	Transpõe a Directiva n.º 89/656/CEE de 30 Novembro, relativa às prescrições mínimas de segurança e saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamento de protecção individual no trabalho
		Portaria n.º 988/93 de 6 Outubro	Estabelece as prescrições mínimas
	6.6 Sinalização de segurança e de saúde	Decreto-Lei n.º 141/95 de 14 Junho - a)	Transpõe a Directiva n.º 92/58/CEE de 24 Junho, relativa às prescrições mínimas para a sinalização de segurança e de saúde no trabalho
		Portaria n.º 1456 - A/95 de 11 Dezembro	Regulamenta as prescrições mínimas de colocação e utilização da sinalização de segurança e de saúde no trabalho
	6.7 Aplicação aos estaleiros temporários ou móveis	Decreto-Lei n.º 273/03 de 29 de Outubro	Procede à revisão da regulamentação das condições de segurança e saúde no trabalho em estaleiros temporários ou móveis, constante do Decreto-Lei n.º 155/95 de 1 Julho, mantendo as prescrições mínimas estabelecidas pela Directiva n.º 92/57/CEE de 24 Junho
		Portaria n.º 101/96 de 3 Abril	Regulamenta as prescrições mínimas de segurança e de saúde nos locais e postos de trabalho dos estaleiros temporários ou móveis
		Decreto-lei n.º 50/2005 de 25 de Fevereiro	(ver equipamentos de trabalho)
	6.8 Aplicação nas indústrias extractivas por perfuração a céu aberto ou subterrâneas	Decreto-Lei n.º 324/95 de 29 Novembro - a)	Transpõe as Directivas n.º 92/91/CEE de 3 Novembro e n.º 92/104/CEE de 3 Dezembro, relativas às prescrições mínimas de saúde e segurança a aplicar nas indústrias extractivas
		Portaria n.º 197 e n.º 198/96 de 4 Junho	Regula as prescrições mínimas de segurança e de saúde nos locais e postos de trabalho das indústrias extractivas
		Decreto-Lei n.º 162/90 de 22 Maio	Aprova o Regulamento geral de Segurança e Higiene no Trabalho nas Minas e Pedreiras
	6.9 Exposição a substâncias químicas	Decreto-Lei n.º 275/91 de 7 Agosto - a)	Regulamenta as medidas especiais de prevenção e protecção da saúde dos trabalhadores contra os riscos de exposição a algumas substâncias químicas
		Decreto-Lei n.º 290/2001 de 16 Novembro	Transpõe a Directiva n.º 98/24/CE de 7 Abril, relativa à protecção da segurança e saúde dos trabalhadores contra os riscos ligados à

		exposição a agentes químicos no trabalho, bem como as Directivas nºs 91/322/CEE de 29 Maio e 2000/39/CE de 8 Junho, sobre valores limite de exposição profissional a agentes químicos
	Decreto-Lei n.º 305/2007 de 24 Agosto	Transpõe a Directiva n.º 2006/15/CE de 7 Fevereiro, que estabelece a segunda lista de valores limite de exposição profissional indicativos para execução da Directiva n.º 98/24/CE de 7 Abril. Altera o anexo ao Decreto-Lei n.º 290/2001
6.10 Exposição a agentes cancerígenos	Decreto-Lei n.º 479/85 de 13 Novembro	Fixa as substâncias, os agentes e os processos industriais que comportam riscos cancerígeno, efectivo ou potencial, para os trabalhadores profissionalmente expostos
	Decreto-Lei n.º 301/2000 de 18 Novembro	Regula a protecção dos trabalhadores contra os riscos ligados à exposição a agentes cancerígenos ou mutagénicos durante o trabalho (transpõe a Directiva n.º 90/394/CEE de 28 Junho, alterada pelas Directivas nºs 97/42/CE de 27 Junho e n.º 99/38/CE de 29 Abril)
6.11 Exposição ao chumbo no trabalho	Decreto-Lei n.º 274/89 de 21 Agosto - a)	Estabelece diversas medidas de protecção da saúde dos trabalhadores contra os riscos de exposição ao chumbo (transpõe a Directiva n.º 82/605/CEE de 28 Julho)
6.12 Exposição ao amianto	Decreto-Lei n.º 266/2007 de 24 Julho	Transpõe a Directiva n.º 2003/18/CE de 27 de Julho, relativa à protecção sanitária dos trabalhadores contra os riscos de exposição ao amianto durante o trabalho
6.13 Exposição a riscos derivados de atmosferas explosivas	Decreto-Lei n.º 236/2003 de 30 Setembro	Transpõe a Directiva n.º 1999/92/CE de 16 Dezembro, relativa às prescrições mínimas destinadas a promover a melhoria da protecção da segurança e da saúde dos trabalhadores susceptíveis de serem expostos a riscos derivados de atmosferas explosivas
6.14 Exposição a agentes biológicos	Decreto-Lei n.º 84/97 de 16 Abril - a)	Relativo à protecção da segurança e saúde dos trabalhadores contra os riscos resultantes da exposição a agentes biológicos durante o trabalho. (Directiva n.º 2000/54/CE de 18 Setembro)
	Portaria n.º 1036/98 de 15 Dezembro	Altera a lista de agentes biológicos classificados para efeitos da prevenção de riscos profissionais, aprovada pela Portaria n.º 405/98 de 11 Julho
6.15 Exposição ao ruído no trabalho	Decreto-Lei n.º 182/2006 de 6 Setembro	Prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (ruído) - transpõe a Directiva n.º 2003/10/CE de 6 Fevereiro
6.16 Exposição às vibrações no trabalho	Decreto-Lei n.º 46/2006 de 24 de Fevereiro	Protecção da saúde e segurança dos trabalhadores em caso de exposição aos riscos devidos a agentes físicos (Vibrações) – Transpõe a Directiva n.º 2002/44/CE de 25 Junho
6.17 Protecção contra radiações ionizantes	Dec-Regulamentar n.º 29/97 de 29 de Julho	Relativo ao regime de protecção dos trabalhadores de empresas externas que intervêm em zonas sujeitas a regulamentação com vista à protecção contra radiações ionizantes
	Decreto-Lei n.º 165/02 de 17 de Julho	Estabelece as competências dos organismos intervenientes na área da protecção contra radiações ionizantes, bem como os princípios gerais de protecção, e transpõe a Directiva n.º 96/29/EURATOM de 13 Maio, que fixa as normas de base de segurança relativas à protecção sanitária da população e dos trabalhadores contra os perigos resultantes das radiações ionizantes
	Decreto-Lei n.º 167/02 de 18 de Julho	Estabelece o regime jurídico relativo ao licenciamento e ao funcionamento das entidades que desenvolvem actividades nas áreas de protecção radiológica e transpõe disposições relativas às matérias de dosimetria e formação, da Directiva n.º 96/29/EURATOM de 13 Maio
	Decl. Rectificação n.º 30-A/02 de 30 de Setembro	Rectifica o Decreto-Lei n.º 180/2002 de 8 Agosto, que estabelece as regras relativas à protecção da saúde das pessoas contra os perigos resultantes de radiações ionizantes em exposições radiológicas médicas e transpõe a Directiva n.º 97/43/EURATOM de 30 Junho
6.18 Trabalho a bordo dos navios de pesca	Decreto-Lei n.º 116/97 de 12 Maio - a)	Transpõe a Directiva n.º 93/103/CE de 23 Novembro , relativa às prescrições mínimas de segurança e saúde no trabalho a bordo dos navios de pesca
	Portaria n.º 356/98 de 24 Junho	Regulamenta as prescrições mínimas
6.19 Assistência médica a bordo dos navios	Decreto-Lei n.º 274/95 de 23 Outubro - a)	Transpõe a Directiva n.º 92/29/CEE de 31 Março , relativa às prescrições mínimas de segurança e saúde que visam promover uma melhor assistência médica a bordo dos navios
	Portaria n.º 6/97 de 2 Janeiro	Regulamenta o Decreto-Lei n.º 274/95 de 23 Outubro
6.20 Trabalhos desempenhados por menores	Lei n.º 99/2003 de 27 Agosto, Capítulo I (artigo 53º e seguintes)	Aprova o Código do Trabalho
	Lei n.º 35/2004 de 29 Julho, Capítulo VII (artigo 114º e seguintes) (Directiva n.º 94/33/CE de 22 Junho)	Regulamenta a Lei n.º 99/2003 de 27 Agosto
6.21 Trabalho feminino, trabalhos condicionados - grávidas, puérperas e lactantes	Lei n.º 99/2003 de 27 Agosto, (artigo 49º)	Aprova o Código do Trabalho
	Lei n.º 35/2004 de 29 Julho, Capítulo VI (artigo 84º e seguintes)	Regulamenta a Lei n.º 99/2003 de 27 Agosto
	Decreto-Lei n.º 333/95 de 23 Dezembro(Directiva n.º 92/85/CEE de 19 Outubro)	Altera o regime de protecção social dos beneficiários do regime geral da segurança social
7. Regulamentos específicos:		
7.1 de segurança, higiene e saúde no trabalho na exploração dos sistemas públicos de distribuição de água e de drenagem de águas residuais	Portaria n.º 762/2002 de 1 Julho	Aprova o regulamento de segurança, higiene e saúde no trabalho
7.2 de higiene e segurança do trabalho nos estabelecimentos	Decreto-Lei n.º 243/86 de 20 Agosto	Aprova o regulamento geral de higiene e segurança do trabalho nos estabelecimentos comerciais, de escritório e serviços

	comerciais, de escritório e serviços	Dec-Regulamentar n.º 14/87 de 8 Julho	Adapta, para aplicação na Região, o regulamento geral de higiene e segurança do trabalho nos estabelecimentos comerciais, de escritório e serviços
	7.3 de segurança e higiene do trabalho nos estabelecimentos industriais	Portaria n.º 53/71 de 3 Fevereiro	Aprova o regulamento geral de segurança e higiene nos estabelecimentos industriais
		Portaria n.º 702/80 de 22 Setembro	Altera a Portaria n.º 53/71 de 3 Fevereiro
	7.4 de segurança no trabalho da construção civil (ver também legislação de âmbito geral de aplicação aos estaleiros temporários ou móveis)	Decreto-Lei n.º 41820/58 de 11 Agosto	Relativo à segurança no trabalho da construção civil
		Decreto-Lei n.º 41821/58 de 11 Agosto	Aprova o regulamento de segurança no trabalho da construção civil
		Decreto n.º 46427/65 de 10 Julho	Aprova o regulamento das instalações provisórias destinadas ao pessoal empregado nas obras
	7.5 de segurança e higiene no trabalho nas minas e pedreiras	Decreto-Lei n.º 162/90 de 22 Maio	Aprova o regulamento geral de segurança e higiene no trabalho nas minas e pedreiras
	7.6 de higiene e segurança do trabalho nos caixões de ar comprimido	Decreto-Lei n.º 49/82 de 18 Fevereiro	Aprova o regulamento de higiene e segurança do trabalho nos caixões de ar comprimido
	8. Risco de acidentes graves	Decreto-Lei n.º 254/2007 de 12 de Julho	Estabelece o regime de prevenção de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas e a limitação das suas consequências para o homem e o ambiente (transpõe a Directiva n.º 2003/105/CE de 16 Dezembro)
II	1. Equipamentos de protecção individual	Portaria n.º 109/96 de 10 Abril	Altera os anexos I, II, IV e V da Portaria n.º 1131/93 de 4 Novembro
		Portaria n.º 695/97 de 19 Agosto	Altera os anexos I e V da Portaria n.º 1131/93 de 4 Novembro
E	2. Máquinas novas	Decreto-Lei n.º 320/2001 de 12 Dezembro	Estabelece as normas relativas à colocação no mercado e entrada em serviço das máquinas e dos componentes de segurança (transpõe a Directiva n.º 98/37/CE de 22 Junho)
Q		Decreto-Lei n.º 295/98 de 22 Setembro	Estabelece os princípios gerais de segurança relativos aos ascensores e respectivos componentes (transpõe a Directiva n.º 95/16/CE de 29 Junho)
U	3. Máquinas usadas	Decreto-Lei n.º 214/95 de 18 Agosto	Estabelece as condições de utilização e comercialização de máquinas usadas, visando a protecção da saúde e segurança dos utilizadores e de terceiros
I		Portaria n.º 172/2000 de 23 Março	Define a complexidade e características das máquinas usadas que revistam especial perigosidade
P	4. Produtos químicos	Portaria n.º 732-A/96 de 11 Dezembro	Aprova o Regulamento para a Notificação de Substâncias Químicas e para a Classificação, Embalagem e Rotulagem de Substâncias Perigosas
A		Decreto-Lei n.º 27-A/2006 de 10 de Fevereiro	Altera o Regulamento para a Notificação de Substâncias Químicas e para a Classificação, Embalagem e Rotulagem de Substâncias Perigosas (transpõe a Directiva n.º 2004/73/CE de 29 Abril)
M		Decreto-Lei n.º 82/03 de 23 de Abril	Transpõe a Directiva n.º 1999/45/CE de 31 Maio, relativa à classificação, embalagem e rotulagem de preparações perigosa
E		Decreto-Lei n.º 260/2003 de 21 de Outubro	Altera o n.º 2 do artigo 2.º do Decreto-Lei n.º 82/95 de 22 Abril, relativo à aproximação das disposições legislativas, regulamentares e administrativas respeitantes à classificação, embalagem e rotulagem das substâncias perigosas
N			
T			
O			
S			
III	1. Regime jurídico dos acidentes de trabalho e das doenças profissionais Aplicação: - trabalhador independente - administração pública	Lei n.º 99/2003 de 27 Agosto, Capítulo V e VI (artigo 281º e seguintes – aplicáveis após a entrada em vigor de legislação que substituirá a Lei n.º 100/97)	Aprova o Código do Trabalho
R		Decreto-Lei n.º 143/99 de 30 Abril	Regulamenta a Lei n.º 100/97, de 13 Setembro (aprova o regime jurídico dos acidentes de trabalho e doenças profissionais), no que respeita à reparação dos danos emergentes dos acidentes de trabalho
E		Decreto-Lei n.º 248/99 de 2 Julho	Regulamenta a Lei n.º 100/97, de 13 Setembro, relativamente à protecção da eventualidade de doenças profissionais
P		Decreto-Lei n.º 185/2007 de 10 Maio	Altera o regime jurídico do fundo de acidentes de trabalho, criado pelo Decreto-Lei n.º 142/99 de 30 Abril
A		Portaria n.º 478/2003 de 16 Junho	Regulamenta o Decreto-Lei n.º 142/99 (Cria o fundo de acidentes de trabalho)
R		Decreto-Lei n.º 159/99 de 11 Maio	Regulamenta o seguro de acidentes de trabalho para os trabalhadores independentes
		Decreto-Lei n.º 503/99 de 20 Novembro	Aprova o regime jurídico dos acidentes em serviço e das doenças profissionais no âmbito da administração pública
	2. Lista das doenças profissionais	Dec. Regulamentar n.º 76/2007 de 17 Julho	Altera e republica o Dec. Regulamentar n.º 6/2001 de 5 Maio que aprova a lista das doenças profissionais e o respectivo índice codificado
	3. Tabela nacional de incapacidades	Decreto-Lei n.º 352/2007 de 23 Outubro	Aprova a tabela nacional de incapacidades por acidentes de trabalho e doenças profissionais

AÇÃO			
IV ESTATISTICAS	Informação estatística de acidentes de trabalho e doenças profissionais	Decreto-Lei n.º 362/93 de 15 Outubro	Regula a informação estatística sobre acidentes de trabalho e doenças profissionais
		Portaria n.º 137/94 de 8 Março	Aprova o modelo de participação de acidente de trabalho e o mapa de encerramento de processo de acidentes de trabalho
		Dec. Leg. Reg. n.º 7-M/95 de 6 Maio	Adapta à Região Autónoma da Madeira o Decreto-Lei n.º 362/93 de 15 Outubro

a) Alteração nas contra-ordenações - ver Lei n.º 113/99 de 3 de Agosto

(Fonte: www.srrh-recursoshumanos.pt)

Decreto n.º 41 821 de 11 de Agosto de 1958 – Regulamento de Segurança no Trabalho da Construção Civil, Titulo inerente aos trabalhos de demolição

TÍTUL0 IV

Demolições

CAPÍTULO I
Disposições gerais

Artigo 47.º A demolição de qualquer edificação será dirigida por técnico responsável, legalmente idóneo, que responderá pela aplicação das medidas previstas neste título ou exigidas pela natureza especial dos trabalhos para protecção e segurança das pessoas e bens dos trabalhadores e do público.

CAPÍTULO II
Providências preliminares

Artigo 48.º Não poderá ter início qualquer trabalho de demolição sem que previamente o técnico responsável se tenha assegurado de que a água, gás e electricidade fornecidos ao edifício se encontram cortados.

§ único. Se para o andamento dos trabalhos forem necessárias águas ou energia, o respectivo fornecimento será feito em local e de forma a evitar quaisque r inconvenientes.

Artigo 49.º Os elementos frágeis, como envidraçados, fasquiados e estuques, serão retirados dosedifícios antes de começada a demolição.

§ único. Os operários empregados na remoção de estuques e tabiques utilizarão máscaras destinadas a defendê-los das poeiras, a menos que estas sejam eliminadas por meio de água ou qualquer outro processo adequado.

CAPÍTULO III
Outras providências

Artigo 50.º A demolição deve conduzir-se gradualmente, de cima para baixo, de andar para andar e dos elementos suportados para os elementos suportantes.

§ único. Não pode ser removido qualquer elemento suportante antes de o serem os elementos suportados que lhe correspondam, salvo se forem tomadas as devidas precauções para evitar os perigos que daí possam advir.

Artigo 51.º As paredes, chaminés e quaisquer outros elementos a demolir devem ser apeados por partes e nas condições exigidas na secção II do capítulo IV deste título.

§ 1.º Não é permitido lançar ou deixar cair materiais directamente sobre os pavimentos, nem a sua acumulação nos mesmos.

§ 2.º Os produtos de demolição serão imediatamente retirados para fora do edifício.

Artigo 52.º As escadas e as balaustradas serão mantidas nos seus lugares durante o maior período de tempo possível.

Artigo 53.º Os elementos a demolir, particularmente paredes e chaminés, não podem ser abandonados em posição que torne possível o seu derrubamento por acções eventuais, nomeadamente a do vento ou a do choque de vigas.

Artigo 54.º Além das precauções previstas expressamente neste regulamento, haverá cuidados especiais no manejo de coberturas de chapas metálicas, no apeamento de cornijas e nademolição de paredes com vigas embebidas.

CAPÍTULO IV
Equipamento, instalações auxiliares e sua utilização

SECÇÃO I
Equipamento do pessoal

Artigo 56.º Os produtos de demolição, sobretudo quando constituídos por grandes quantidades ou por volumes pesados, serão arreados por meio de cordas, cabos, roldanas, guinchos ou outrosprocessos apropriados para zonas vedadas à permanência ou circulação do pessoal.
§ único. Na execução das descidas, adoptar-se-á um sistema adequando de sinalização e serão empregados, se necessário, cabos de cauda.
Artigo 57.º A utilização de um derrick na remoção de estruturas metálicas será precedida da verificação de que o pavimento onde vai ser instalado oferece a necessária resistência e estabilidade.
Nos casos em que isso seja aconselhável, poderão transmitir-se as cargas às vigas do pavimento por meio de pranchas suficientemente resistentes.
Artigo 58.º A remoção de materiais como tijolos e detritos pesados será feita por meio de caldeiras metálicas ou de madeira que obedeçam aos seguintes requisitos:
a) Serem vedadas, para impedir a fuga dos materiais;
b) Não terem troços rectos maiores do que a altura correspondente a dois andares do edifício, para evitar que o material atinja, na descida, velocidades perigosas;
c) Terem na base um dispositivo de retenção eficiente, para deter a corrente de materiais;
d) Terem barreiras amovíveis junto da extremidade de descarga e um dístico com sinal de perigo.
Artigo 59.º Não é permitido o estacionamento de pessoas ou viaturas junto das extremidades de descarga das caleiras, excepto durante as operações de descarga.
Artigos 60.º Na descarga das caldeiras, os operários usarão ferramentas apropriadas, sendo-lhes proibido efectuá-la com as mãos.

SECÇÃO III
Andaimes

Artigo 61.º Sempre que se torne necessário ou vantajoso, serão montados andaimes para a demolição.
§ 1.º Os andaimes serão construídos completamente desligados da zona em demolição, e de modo a poderem resistir, dentro de limites razoáveis, a pressões resultantes de desmoronamentos acidentais.
§ 2.º São proibidos os andaimes no exterior das paredes sobre consolas, salvo se forem destinados à remoção de materiais leves que não ponham em perigo a estabilidade daquelas.
§ 3.º Não é permitido que os operários trabalhem em cima dos elementos a demolir, a não ser que os serviços de inspecção reconheçam a impossibilidade de o fazerem por outra forma.

SECÇÃO IV
Plataformas

Artigo 62.º Na demolição de paredes exteriores, em edifícios de muitos andares, será instalado plataformas de descarga para evitar que sejam atingidos pela queda de materiais os operários que trabalham nos andares inferiores e o público.
§ 1.º As plataformas serão executadas com pranchas bastante resistentes, e o seu bordo exterior deverá estar, pelo menos, 0,15 m mais alto do que o bordo interior.
§ 2.º O bordo exterior da plataforma será guarnecido de rede de arame galvanizado, com dimensões que ofereçam toda a segurança.

SECÇÃO V
Protecção de aberturas

Artigo 63.º Todas as aberturas dos pavimentos do andar em demolição serão convenientemente tapadas para protecção do pessoal que trabalha nos andares inferiores, excepto se tiverem de ser utilizadas na passagem de materiais ou utensílios.
Não sendo possível mantê-las tapadas, as aberturas deverão ser resguardadas com corrimãos e guarda-cabeças.

CAPÍTULO V
Protecção do público

SECÇÃO I
Sinalização

Artigo 64.º Durante o período de demolição, especialmente de edifícios situados em vias públicas, haverá um sistema permanente de sinalização destinado a prevenir o público da contingência de perigo.

SECÇÃO II
Obras auxiliares

Artigo 65.º Junto de vias públicas, será vedado o passeio que confinar com o edifício a demolir.
§ 1.º Sempre que seja necessário, construir-se-ão plataformas, vedações com corrimão ou cobertos que garantam ao público passagem convenientemente protegida.
§ 2.º Os cobertos sobre passeios devem poder resistir a uma carga de 700 kg/m2; no caso de servirem de depósito de produtos de demolição, este índice de resistência deverá ser elevado pelo menos ao dobro.

Anexo 2 – Equipamentos de protecção colectiva e individual e sinalização de segurança no estaleiro

Sistemas de protecção colectiva

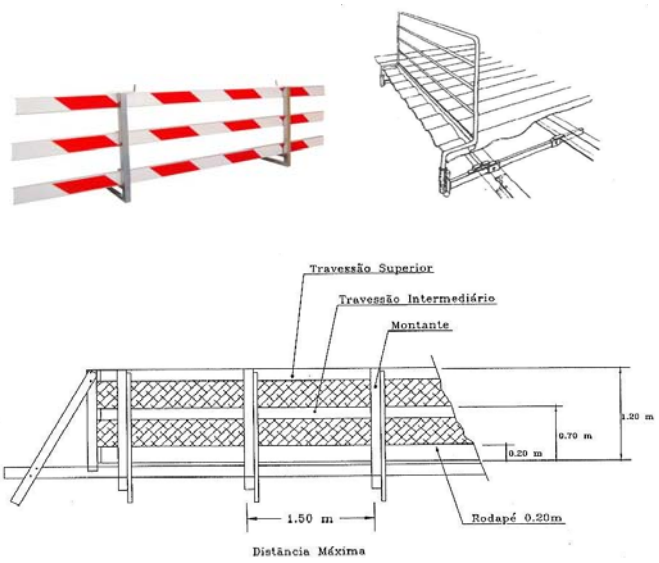
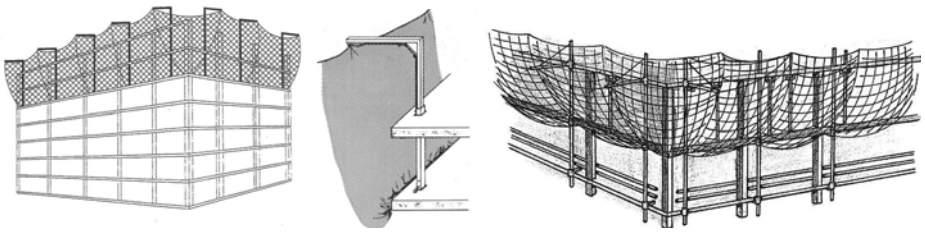


Figura A2. 1 – Guarda-corpos



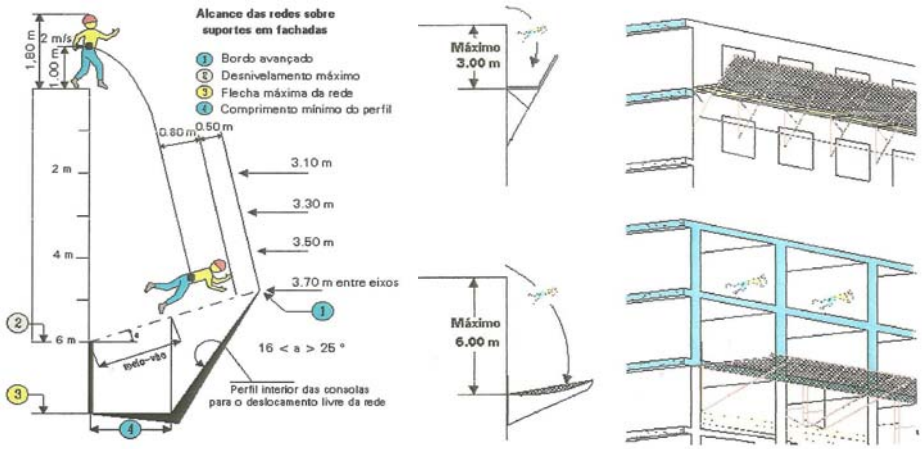


Figura A2. 2 – Redes de segurança contra quedas em altura

Equipamentos de protecção individual

Figura A2. 3 – Calçados de segurança

Figura A2. 4 – Luvas de protecção

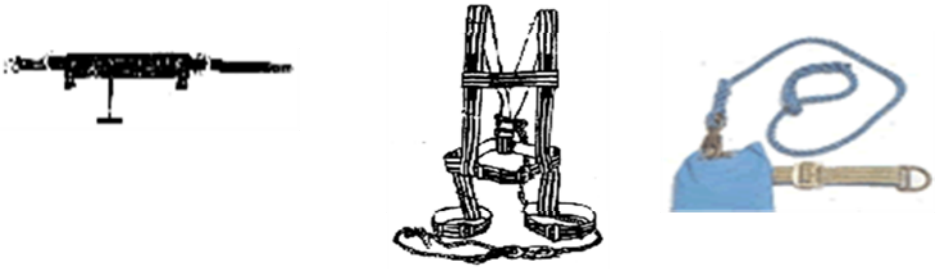


Figura A2. 5 – Cintos e coletes de segurança

Figura A2. 6 – Protecção da cabeça, capacetes

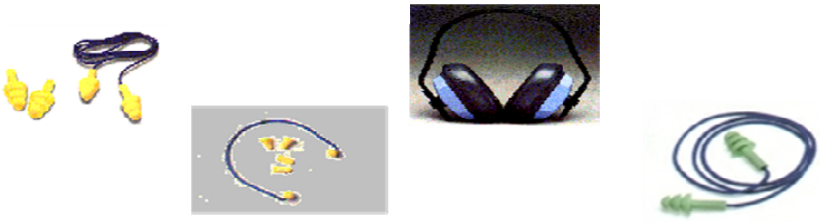


Figura A2. 7 – Protectores e abafadores de ruído

➲ **Protetor Facial:**

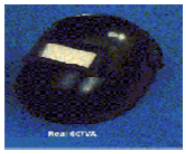
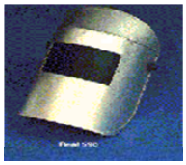



Figura A2. 8 – Protecção facial

Figura A2. 9 – Protecção das vias respiratórias

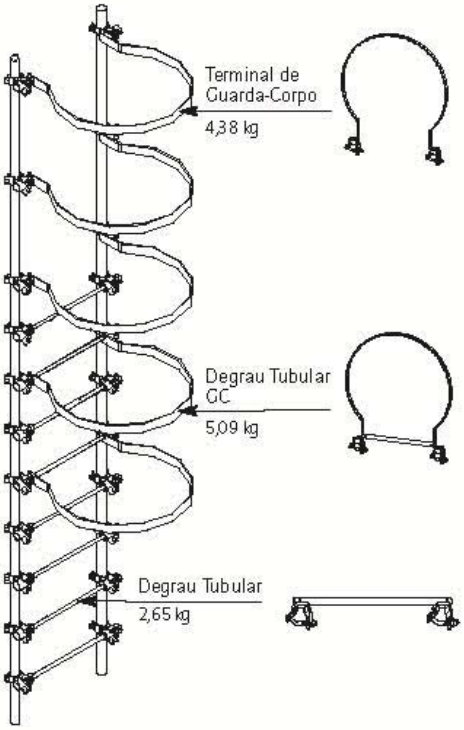
Figura A2. 10 – Óculos de protecção dos olhos

Figura A2. 11 – Vestuário de segurança

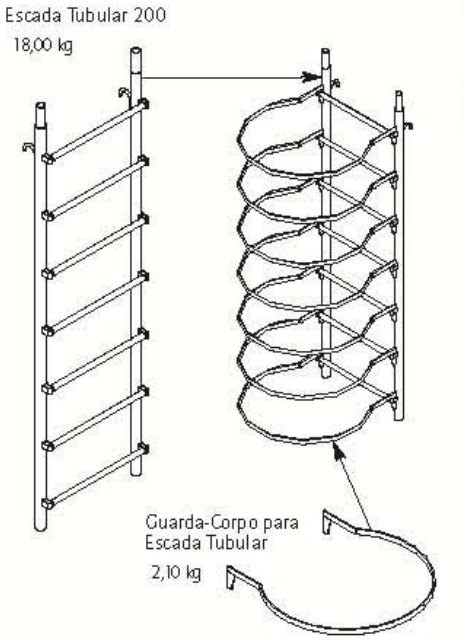
Catálogos de sistemas de protecção colectiva e reforço de estruturas: escadas de acesso, andaimes e escoras (SH – Líder no fornecimento de fôrmas, andaimes e escoramentos metálicos no Brasil)

Escadas

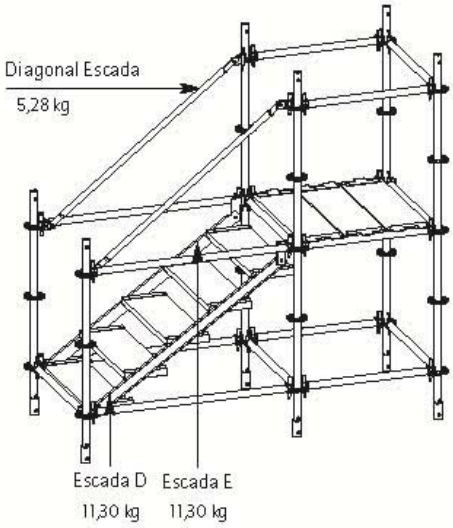
A - Degrau e Guarda Corpo



B - Escada Tubular 200 e Guarda-Corpo para Escada Tubular



C - Escada Modex® SH



D - Escada Modular Modex® SH

Tubo Equipado SH

Pode ser utilizado tanto na montagem de andaimes de acesso como no escoramento especial em balanço.

Componentes

Dados Técnicos		Aço	Alumínio
Tubo Comprimento: 25 até 600 cm	Diâmetro externo	48,3 mm	48,3 mm
	Espessura da parede	3,0 mm	3,7 mm
	Área da seção	4,27 cm²	5,18 cm²
	Peso por metro linear	3,50 kg	1,40 kg
	Momento de inércia	11 cm⁴	13 cm⁴
	Momento de flexão admissível	0,635 kNm	0,67 kNm
	Módulo de Elasticidade	210.000 MPa	70.000 MPa
Braçadeira	Carga admissível da braçadeira fixa (Escorregamento - C/ aperto de 80 Nm)	8 kN	
	Carga admissível da braçadeira móvel (Cisalhamento)	6 kN	
	Carga admissível da braçadeira de perfil (Tração)	8 kN	

Base Fachadeiro®
1,15 kg

Base Regulável Tubular
3,30 kg

Luva
1,08 kg

• Carga admissível: 45 kN

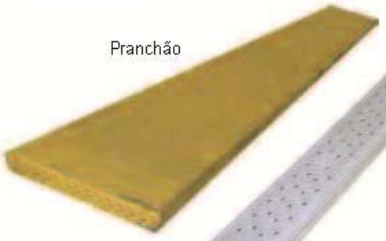
Braçadeira de Perfil
1,20 kg

Braçadeira Móvel F
1,22 kg

Braçadeira Fixa F
1,17 kg

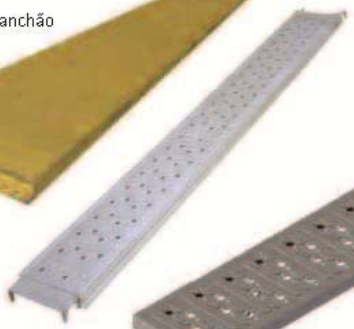
Pisos

Pranchão



Braçadeira Móvel
1,28 kg

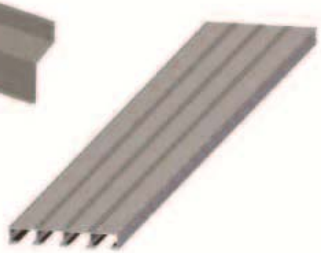
Braçadeira Fixa
1,24 kg



Piso Metálico

Piso Leve SH

Rodapé
2,60 kg./m linear



Piso Alumínio

	Pranchão	Piso Metálico SH	Piso Leve SH	Piso Alumínio SH
Material	madeira	aço galvanizado	aço galvanizado	alumínio
Dimensões (largura x altura)	30 x 3,8 cm	28 x 5cm	26 x 4cm	26 x 4 cm
Peso	10,20 kg/m linear	8,3 kg/m linear	5,50 kg/m linear	3,85 kg/m linear
Carga admissível	2,5 kN/m²	2,5 kN/m²	2,0 kN/m²	2,0 kN/m²
Vão entre apoios	200cm	250cm	200cm	200cm

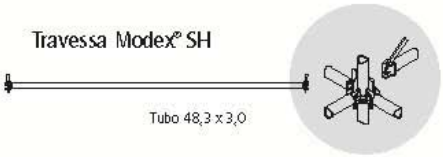
Modex® SH

Composto por torres com travessas e diagonais unidas por rosetas e modulação a cada 50cm, o Modex® SH pode ser montado em qualquer dimensão e duas travessas fixadas em qualquer direção. Sua versatilidade permite a montagem da torre em formas circulares e poligonais, e sua utilização em qualquer modulação facilita a distribuição de carga.

• A carga admissível do poste depende da distância entre as travessas

Distância entre as travessas em cm	100	150	200
Carga admissível em kN	45,0	40,0	27,0

Travessa Modex® SH



Tubo 48,3 x 3,0

Comprimento	50	100	150	200	250
Peso (kg)	2,36	3,24	4,52	5,92	7,24
Cor	s/cor	amar.	verm.	amar.	verm.

Poste Modex® SH

Tubo 48,3 x 3,0

Corte A-A

Altura	25	100	150	200	250	300 (+8cm luva)
Peso Poste Modex® SH (kg)	1,90	5,32	7,48	10,64	13,30	15,96
Cor	s/cor	amar.	verm.	amar.	verm.	amar.

Quebra Vão 100 - 150

Base Regulável Tubular
3,30 kg

• Carga admissível: 45 kN

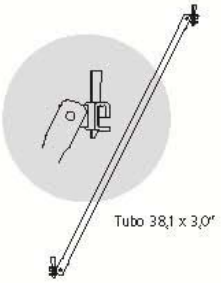
Rodízio
4,40 kg

Modulação Vertical

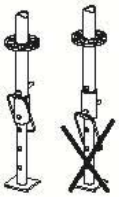
Cada poste tem uma luva no lado inferior que possibilita acoplamento na vertical. Os postes podem ser travados por intermédio de um pino.

Diagonal Vertical Modex® SH

Medida em cm	Pesos em Kg	Cor
100 x 100	4,53	s/cor
100 x 150	5,28	laranja
150 x 150	6,20	azul
200 x 150	6,96	amarelo
250 x 150	7,90	vermelho
250 x 200	8,74	s/cor



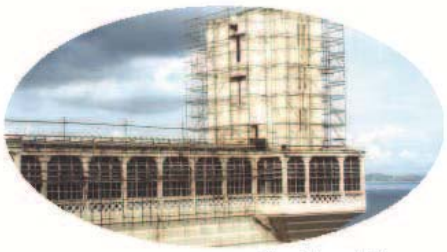
Corneta



A corneta sempre deverá ser travada com a utilização do 2º furo do poste.

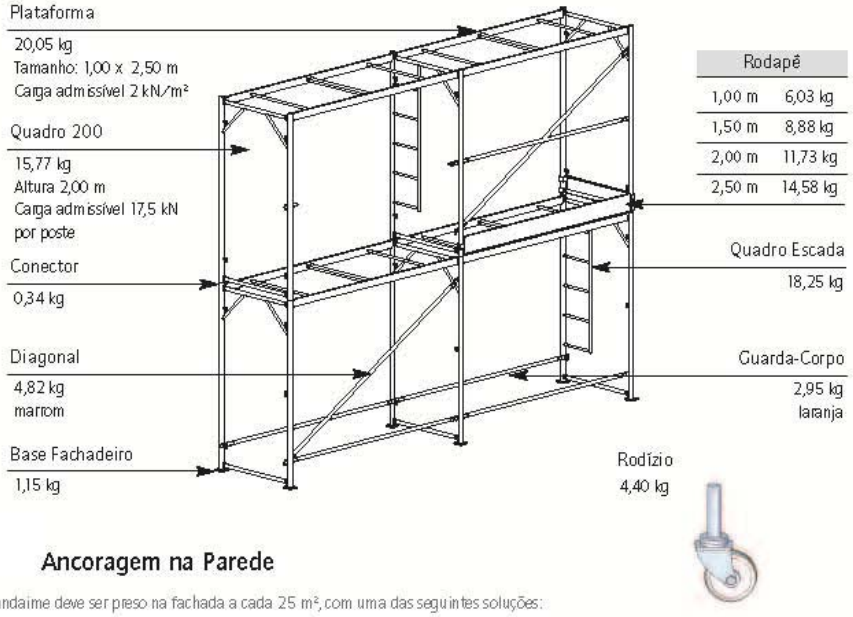
Fachadeiro® SH

Ideal para serviços de fachada, permite a livre passagem dos operários pelas plataformas e atende às exigências da legislação de Segurança do Trabalho.



Elevador Lacerda, BA

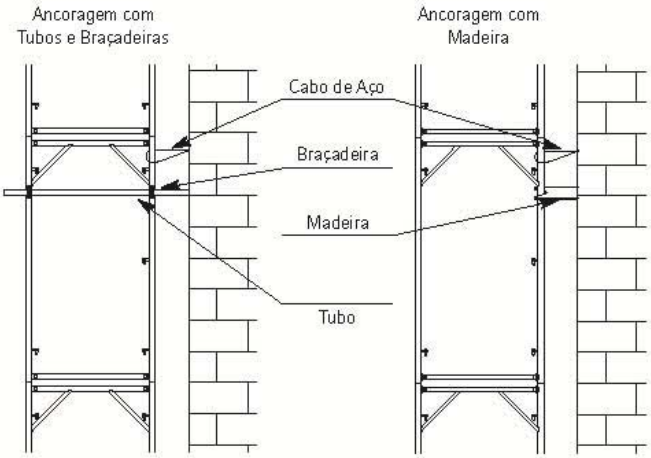
Componentes



Ancoragem na Parede

O andaime deve ser preso na fachada a cada 25 m², com uma das seguintes soluções:

- As bases devem ser niveladas com auxílio de calços de madeira para assegurar o prumo do andaime.
- As diagonais devem ser mantidas até a desmontagem.



Escoras

Tabelas Escoras

Escora Extra *Hünnebeck*©
Escora Standard *Hünnebeck*©
Escora Plus SH

Robustas, só variam na altura. Podem ser utilizadas em todos os tipos de obra, sendo indicadas para as mais pesadas, como: shoppings, grandes indústrias e edifícios comerciais.

Escora Light SH

Mais leve e com diâmetro de tubo menor, é indicada para obras residenciais e de pequeno porte.

Escora 350L

Disponível apenas para venda, é uma excelente opção na relação preço x capacidade de carga e altura. É indicada para obras residenciais e de pequeno porte.

	Escora Light SH	Escora Standard *Hünnebeck*©	Escora Plus SH	Escora Extra *Hünnebeck*©	Escora 350L
Peso:	8,84 kg	16,40 kg	17,30 kg	20,50 kg	11,50 kg
Min.:	2,00 m	1,80 m	2,00 m	2,40 m	2,00 m
Max.:	3,20 m	2,80 m	3,20 m	4,15 m	3,50 m

Abertura em Metros	Carga Máxima Axial em kN (10kN = 1 tf)				
1,80	-	25,0	-	-	-
1,90	-	25,0	-	-	-
2,00	18,0	25,0	25,0	-	15,0
2,10	18,0	25,0	25,0	-	14,0
2,20	17,0	25,0	25,0	-	14,0
2,30	16,0	25,0	25,0	-	14,0
2,40	15,0	24,0	24,0	25,0	14,0
2,50	14,0	22,5	22,5	25,0	14,0
2,60	13,0	21,0	21,0	25,0	12,0
2,70	12,0	19,5	19,5	25,0	12,0
2,80	11,0	18,0	18,0	24,0	12,0
2,90	10,0	-	16,5	23,0	12,0
3,00	9,0	-	15,0	21,5	12,0
3,10	8,0	-	13,5	20,0	10,0
3,20	7,0	-	12,0	18,5	10,0
3,30	-	-	-	17,0	10,0
3,40	-	-	-	15,5	10,0
3,50	-	-	-	14,0	10,0
3,60	-	-	-	12,5	-
3,70	-	-	-	11,0	-
3,80	-	-	-	10,0	-
3,90	-	-	-	9,0	-
4,00	-	-	-	8,0	-
4,10	-	-	-	7,0	-
4,15	-	-	-	6,0	-

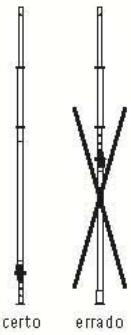
Acessórios

Frame 200
10,55 kg

Frame 150
8,33 kg

Detalhe da Montagem do Frame

Detalhe da Montagem do Prolongador



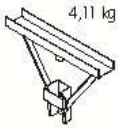
certo errado

Prolongador de Escoras
0,480 kg

1,35 m

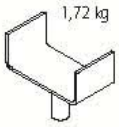
Para fixar na escora:
2 parafusos 1/2"x2"

Triângulo
4,11 kg

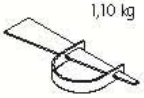


Tripé
9,47 kg

Forcado de Escora
1,72 kg



Grampo de Contraventamento
1,10 kg



O uso do Prolongador de Escoras permite:

- O uso da Escora Standard *Hünnebeck*© em substituição à Escora Extra *Hünnebeck*©, alcançando as mesmas altura e carga admissíveis;
- O uso em conjunto com a Escora Extra *Hünnebeck* para alcançar alturas de até 5,50m, sempre com contraventamento, reduzindo a altura de flambagem.

Torre de Carga LTT

Simples, a LTT permite a montagem de torres com modulações de 1,00 x 1,25m a 1,00 x 2,50m para carga de até 12 toneladas em qualquer altura.

Componentes

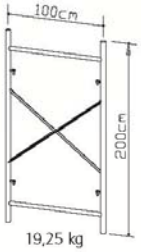
Cruzeta

075/100	7,60 Kg	---
125/155	9,40 Kg	azul
175/200	11,02 Kg	amarelo
225/250	12,65 Kg	vermelho

Quadro 136 LTT

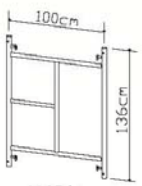
15,14 kg

Quadro 200 LTT



19,25 kg

Quadro 136 LTT 2

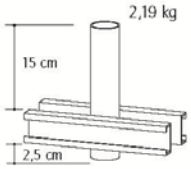


14,27 kg

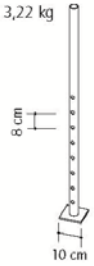
Quadro 200 LTT 2

19,77 kg

Base Dupla

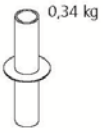


Corneta

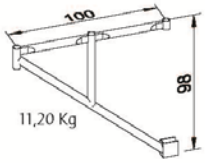


Pino

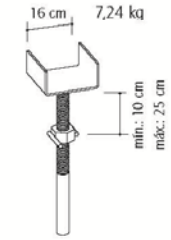
Conector



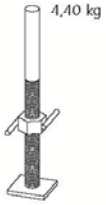
Console SH



Forcado Regulável



Base Regulável



Base Regulável Tubular

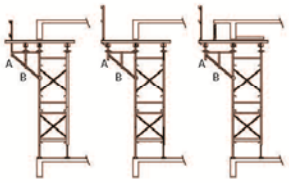
Cargas Admissíveis das Cornetas

Cargas Admissíveis das Cornetas

Abertura Útil cm	Carga kN
0	30,0
03	30,0
11	30,0
19	28,5
27	27,0
35	25,5
43	24,0
51	22,5
59	21,0

5.2.3 Uso do Console SH

Console SH c/ LTT



Utilizado para ampliar a área do escoramento, o Console SH pode ser utilizado nas torres de carga LTT e Modex® SH, no andaime Fachadeiro® SH, e em conjunto com tubo equipado e o Poste Guarda-corpo Laje.

A - Carga admissível na ponta • B - Carga admissível no meio	A	B
Fachadeiro® SH	1,5 kN	3,0 kN
Quadro 200 LTT	2,5 kN	5,0 kN
Quadro 136 LTT	3,5 kN	7,0 kN
Modex® SH caso 1 (sem travessa junto do apoio inferior do console SH)	1,5 kN	3,0 kN
Modex® SH caso 2 (com travessa junto do apoio inferior do console SH)	2,5 kN	5,0 kN
Modex® SH caso 3 (com travessas nas duas rosetas perto do apoio inferior do console SH)	3,5 kN	7,0 kN

Sinalização de segurança

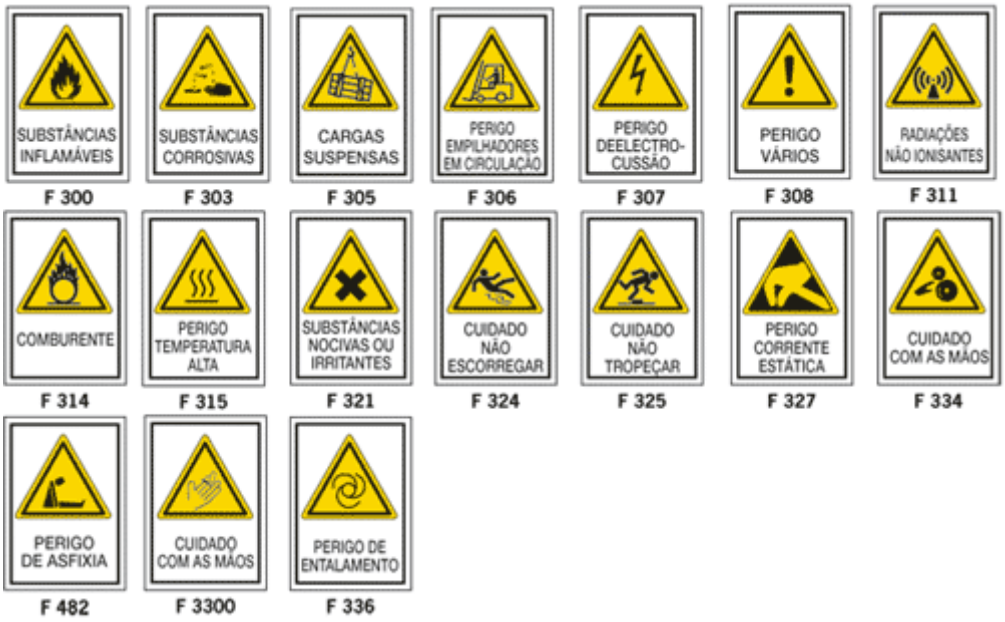


Figura A2. 12 – Sinais de perigo

Figura A2. 13 – Sinais de obrigação

Figura A2. 14 – Sinais de proibição

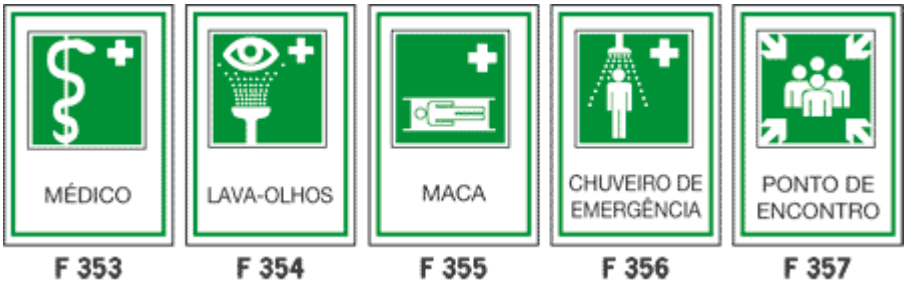
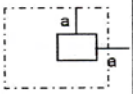
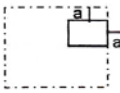
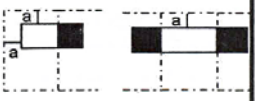


Figura A2. 15 – Sinais de emergência e primeiros socorros

Figura A2. 16 – Sinais de combate a incêndio

Anexo 3 – Critérios de selecção das técnicas de demolição

Tabela A3. 1 – Análise comparativa de algumas técnicas de demolição de estruturas em função do tipo de construção

Tipos de Estrutura	Tipos de Construção	Métodos de demolição			
		 Edifício isolado $a \geq 2h$	 Edifício isolado $a \leq 2h$	Edifício confinado $a \geq 2h$ $a \geq 2h$	 Edifício confinado $a \leq 2h$ $a \leq 2h$
Edifícios com 2 pisos (h<10 m)		ABCDE	ABDE	ABDE	ADE
Edifícios (h>10 m)		ABDE	ABDE	ABDE	AD
Estruturas de grande porte	Est. metálicas Est. betão armado Est. de madeira	ACE ADE ABCDE	AE ADE ABDE	AE ADE ABDE	AE AE ABDE
Escadas e varandas		ADE	ADE	ADE	ADE

Legenda: A - Demolição manual;
B – Braço de demolição;
C – Colapso deliberado;
D – Bola de demolição;
E – Demolição por outros meios mecânicos, excluindo a tracção com cabos.

Edifício a demolir
Edifícios vizinhos

(Fonte: Lourenço, Cristina, 2007)

Tabela A3. 2 – Análise comparativa de características técnico-económicas de algumas técnicas de demolição do betão

SISTEMA	Serra de fio diamantado	Serra de disco diamantado	Quebrador de betão tipo "Darda"	Broca caroteadora	Pinças para trituração
Velocidade de corte	**III**	**II**	**-**	**-**	**I**
Largura do corte	**I**	**II**	**-**	**-**	**-**
Rugosidade da secção cortada	**III**	**I**	**IIII**	**II**	**IIIII**
Custo do corte	**I/II**	**III**	**I/II**	**IIII**	**IIIII**

(Fonte: Brito, Jorge, 1999)

Tabela A3. 3 – Avaliação do desempenho de algumas técnicas de demolição em função do seu desempenho pseudo-quantitativo

MÉTODOS / IMPLICAÇÕES	ALAVANCA MANUAL	MARTELO E CINZEL	MARRETA	PÁ CARREGADORA	ESCARIFICADORA DENTES ELEFANTE	BOLA DE AÇO (ARIETE)	MACACO HIDRÁULICO	PULVERIZADOR DE MAXILAS	TESOURA DE MAXILAS	MARTELO PERFURADOR LIG.	MARTELO PERFURADOR PES.	MARTELO PERCURSOR LIG.	MARTELO PERCURSOR PES.	FRACTURADOR DE CUNHAS	DISCO ROTATIVO DE CORTE
RUÍDO	0.00	0.07	0.07	0.28	0.28	0.28	0.14	0.14	0.14	0.14	0.21	0.28	0.35	0.21	0.35
VIBRAÇÕES	0.00	0.00	0.09	0.27	0.27	0.36	0.09	0.18	0.18	0.09	0.09	0.18	0.45	0.00	0.09
CALOR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FOGO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ÁGUA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.08	0.00	0.00	0.00	0.16
POEIRAS	0.06	0.06	0.06	0.18	0.18	0.18	0.18	0.12	0.06	0.00	0.00	0.24	0.30	0.12	0.06
FUMO	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PROJECÇÕES	0.00	0.00	0.10	0.20	0.20	0.30	0.20	0.10	0.10	0.00	0.00	0.10	0.20	0.00	0.10
MEDIDAS DE PROTECÇÃO	0.28	0.07	0.28	0.35	0.35	0.28	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.14	0.28	0.14	0.21
RISCOS PARA O TRABALHADOR	0.60	0.12	0.60	0.48	0.48	0.48	0.36	0.24	0.24	0.12	0.12	0.60	0.36	0.12	0.48
VELOCIDADE DE EXECUÇÃO	0.50	0.50	0.50	0.20	0.20	0.10	0.30	0.10	0.10	0.50	0.50	0.40	0.40	0.40	0.50
CUSTOS	0.44	0.55	0.55	0.22	0.22	0.11	0.44	0.22	0.22	0.55	0.55	0.55	0.33	0.33	0.55
Σ	**1.88**	**1.37**	**2.25**	**2.25**	**2.25**	**2.16**	**1.78**	**1.17**	**1.11**	**1.51**	**1.62**	**2.49**	**2.67**	**1.32**	**2.50**

(Fonte: Lourenço, Cristina, 2007)

Tabela A3. 4 – Avaliação do desempenho de algumas técnicas de demolição em função do seu desempenho pseudo-quantitativo (continuação)

MÉTODOS / IMPLICAÇÕES	ARAME ABRASIVO DE CORTE	JACTO DE ÁGUA SIMPLES	JACTO DE ÁGUA ABRASIVO	EXPANSIVOS QUÍMICOS	CARDOXYDIÓXIDO DE CARBONO(CO_2)	ÁGUA COMPRIMIDA	EXPLOSIVOS DE ACÇÃO LENTA	EXPLOSIVOS DE ACÇÃO RÁPIDA	LANÇA TÉRMICA	FUEL - ÓLEO	PLASMA	RAIOS LASER	CORRENTE ELÉCTRICA	CORRENTE INDUZIDA	MICRO-ONDAS
RUÍDO	0.28	0.14	0.21	0.14	0.28	0.21	0.35	0.35	0.14	0.35	0.00	0.00	0.07	0.07	0.28
VIBRAÇÕES	0.09	0.00	0.00	0.45	0.27	0.00	0.36	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.09	0.00
CALOR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07	0.00	0.00	0.28	0.28	0.14
FOGO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ÁGUA	0.16	0.20	0.20	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
POEIRAS	0.00	0.00	0.00	0.12	0.24	0.00	0.30	0.30	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FUMO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PROJECÇÕES	0.00	0.00	0.10	0.00	0.40	0.00	0.50	0.50	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MEDIDAS DE PROTECÇÃO	0.21	0.21	0.21	0.14	0.28	0.14	0.35	0.35	0.21	0.28	0.00	0.00	0.14	0.14	0.28
RISCOS PARA O TRABALHADOR	0.48	0.48	0.48	0.12	0.60	0.12	0.36	0.36	0.48	0.48	0.00	0.00	0.24	0.24	0.60
VELOCIDADE DE EXECUÇÃO	0.50	0.50	0.40	0.40	0.20	0.30	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.40	0.40	0.50
CUSTOS	0.55	0.55	0.55	0.44	0.44	0.33	0.11	0.00	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
Σ	**2.27**	**2.08**	**2.15**	**1.81**	**2.71**	**1.22**	**2.33**	**2.31**	**2.90**	**3.07**	**0.55**	**0.55**	**1.77**	**1.77**	**2.35**

(Fonte: Lourenço, Cristina, 2007)

Tabela A3. 5 – Análise Comparativo de algumas técnicas de demolição da sua aplicabilidade

Método de demolição	Princípio de funcionamento	Maquinaria acessória	Operações		Campos de aplicação							
			Trabalho prévio	Tamanho dos materiais demolidos	Tipo de construção[1]	Vigas, pilares[2]	Lajes, paredes resistentes[2]	Fundações[2]	Demolição parcial[2]	Demolição total[2]	Em centros urbanos	Frequência de utilização[3]
Martelo manual	Corte do material por impacto repetido	Compressor de ar ou bomba hidráulica	N	Pequeno	B.A., B., A.	A	A	A	A	_	Elevada	C
Martelo de grande porte		Máquina de rodas ou lagartas	N	Pequeno	B.A., B., A.	A	A	A	A	A	Elevada	C
Bola de grande massa	Impacto repetido da bola	Máquina de lagartas	N	Grande	B.A., B., A.	A	A	NA	NA	A	Baixa	R(Japão) C(EC)
Martelo hidráulico	Corte do material por impacto repetido	Máquina de rodas ou lagartas	N	Médio	B.A., B., A.	A	A	_	A	A	Elevada	C
Macaco hidráulico	Êmbolos de aço que fracturam o material por pressão hidráulica	Bomba de pressão e máquina de lagartas	S	Grande	B., A.	AR	AR	A	A	AR	Elevada	SE
Nibbler	Aplicação de momento e fractura do material por flexão	Escavadora hidráulica de lagartas	N	Médio	B.A., B.	AR NA	A NA	NA	A	NA	Elevada	R
Trituradora de maxilas	Fractura por pressão hidráulica nas maxilas	Máquina de lagartas	N	Pequeno	B.A., B., A.	A	A	_	A	A	Elevada	C
Alicate de maxilas	Esmagamento e corte	Máquina de lagartas	N	Pequeno	B.A., B., A.	A	A	_	A	A	Elevada	C
Pá de arrasto	Por empuxe ou tracção	Máquina de lagartas	N	Pequeno	B., A.	A	A	NA	NA	A	Média	C
Derrube	Derrube da estrutura		S	Grande	B.A., B., A.	A	NA A	NA	A	NA	Média	C
Serra com disco diamantado	Corte por abrasão com disco diamantado	Máquina com movimento de rotação	N	Grande	B.A., B., A.	A	A	_	A	AR	Elevada	SE
Serra com fio diamantado	Corte por abrasão com fio diamantado	Máquina com movimento de rotação	N	Grande	B.A., B., A.	A	AR	A	A	AR	Elevada	SE
Lança térmica	Fusão por aquecimento	Tanque de oxigénio e lança de metal	S	Grande	B.A., B., A.	A	A	_	A	_	Elevada	SE
Jacto de chamas	Fusão por chama	Tanque de querosene e de oxigénio	N	Grande	B.A., B., A.	A	A	AR	A	AR	Zonas pouco ruído	SE
Aquecimento eléctrico dos varões de aço	Descasque do betão por aquecimento dos varões de aço	Transformador e amplificador de frequência	S	Grande	B.A.	A	A	AR	A	NA	Elevada	SE

Método de demolição	Princípio de funcionamento	Maquinaria acessória	Operações		Campos de aplicação							
			Trabalho prévio	Tamanho dos materiais demolidos	Tipo de construção[1]	Vigas, pilares[2]	Lajes, paredes resistentes[2]	Fundações[2]	Demolição parcial[2]	Demolição total[2]	Em centros urbanos	Frequência de utilização[3]
Raio *laser*	*Laser* de dióxido de carbono	Célula óptica	N	Médio	B.A., S	A	A	A	A	NA	Baixa	SE
Arco voltaico	Fusão do betão por arco voltaico	Máquina de soldar e dois eléctrodos	N	Pequeno	B.A.	A	A	A	A	NA	Baixa	SE
Maçarico	Corte por calor	Mangueira	N	Médio	B.A., S	A	A	A	A	NA	Elevada	SE
Microondas	Aquecimento do betão com microondas	*Magnetron* e guia de ondas	N	Pequeno	B.A., B., A.	A	A	A	A	NA	Em desenvolvi-mento	Em desenvolvi-mento

Notas:

(1) B.A – Betão armado
B. – Betão simples
A. – Alvenaria

(2) A – Aplicável
NA - Não aplicável
AR – Aplicável com restrições

(3) C – Comum
SE – Situações especiais
R – Raro

(Fonte: Lourenço, Cristina, 2007)

Anexo 4 – Códigos de boas práticas na demolição de edifícios

Demolição da estrutura de betão armado

Lajes, vigas e pilares

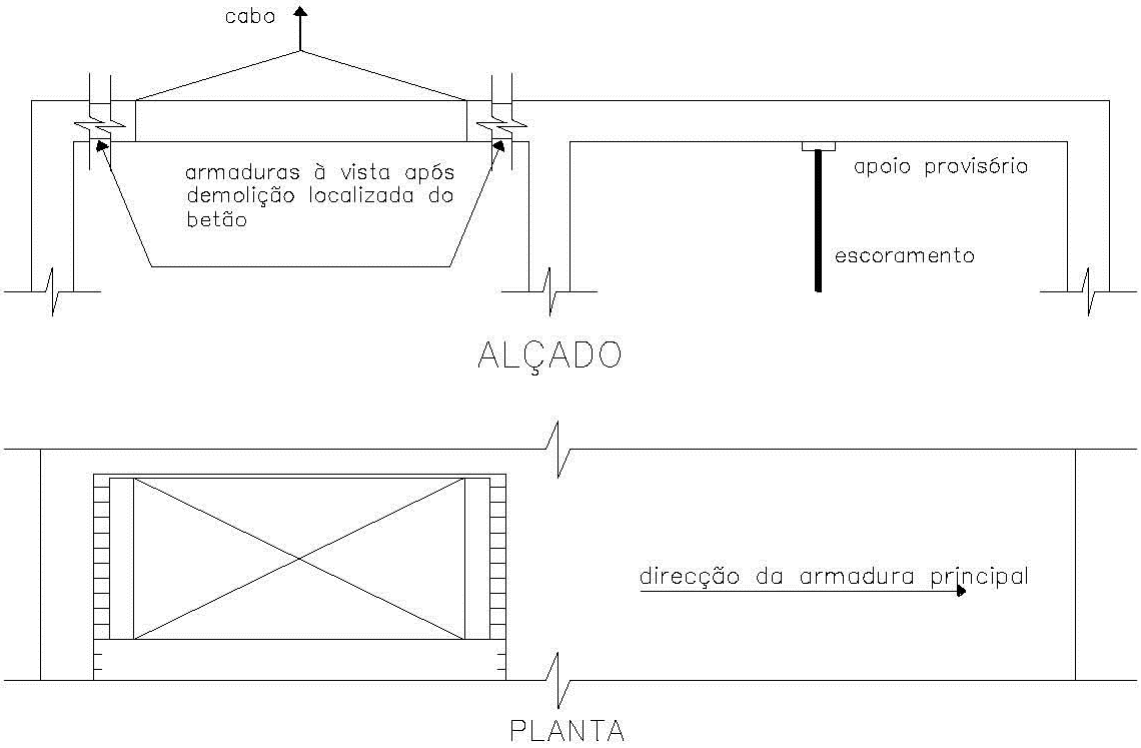


Figura 4. 1 – Corte e remoção de uma laje vigada tradicional armada numa só direcção (Fonte: Brito, Jorge, 1999)

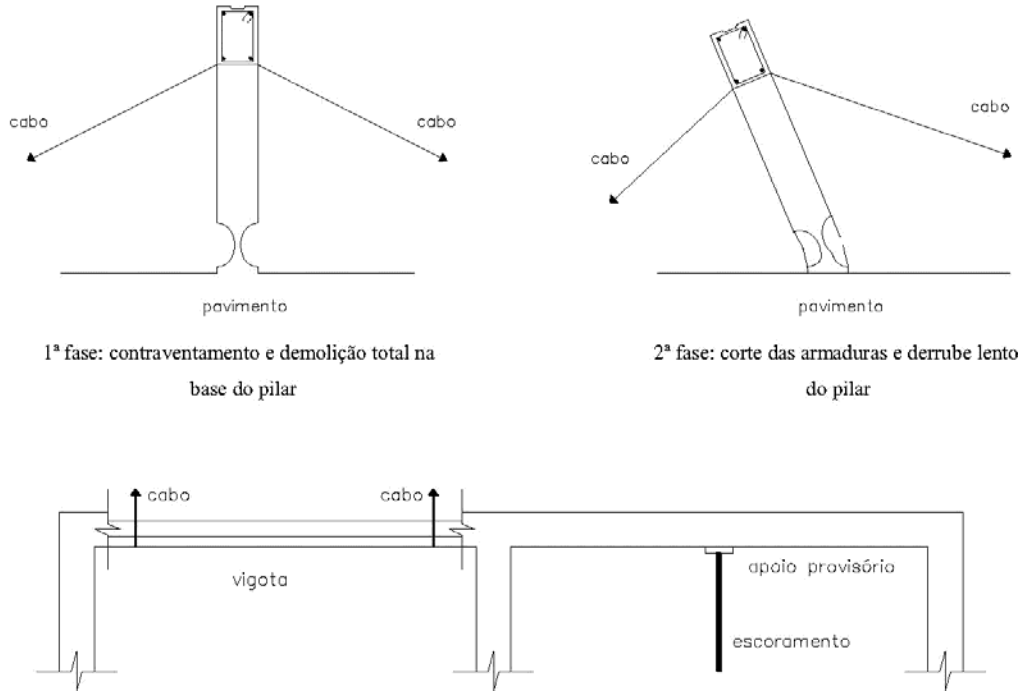
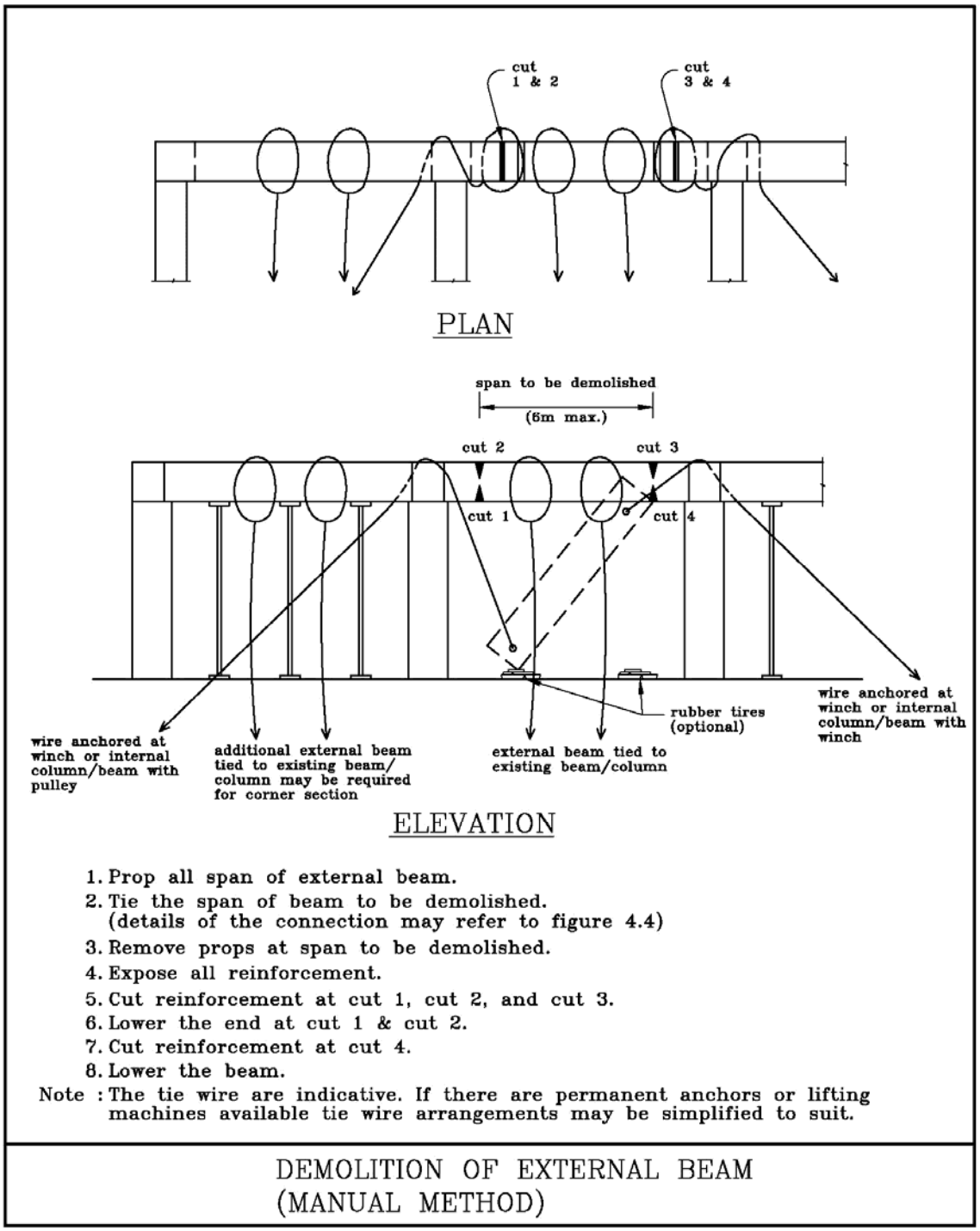


Figura 4. 2 – Demolição de uma laje de vigotas pré-esforçadas e de um pilar de betão (Fonte: Brito, Jorge, 1999)

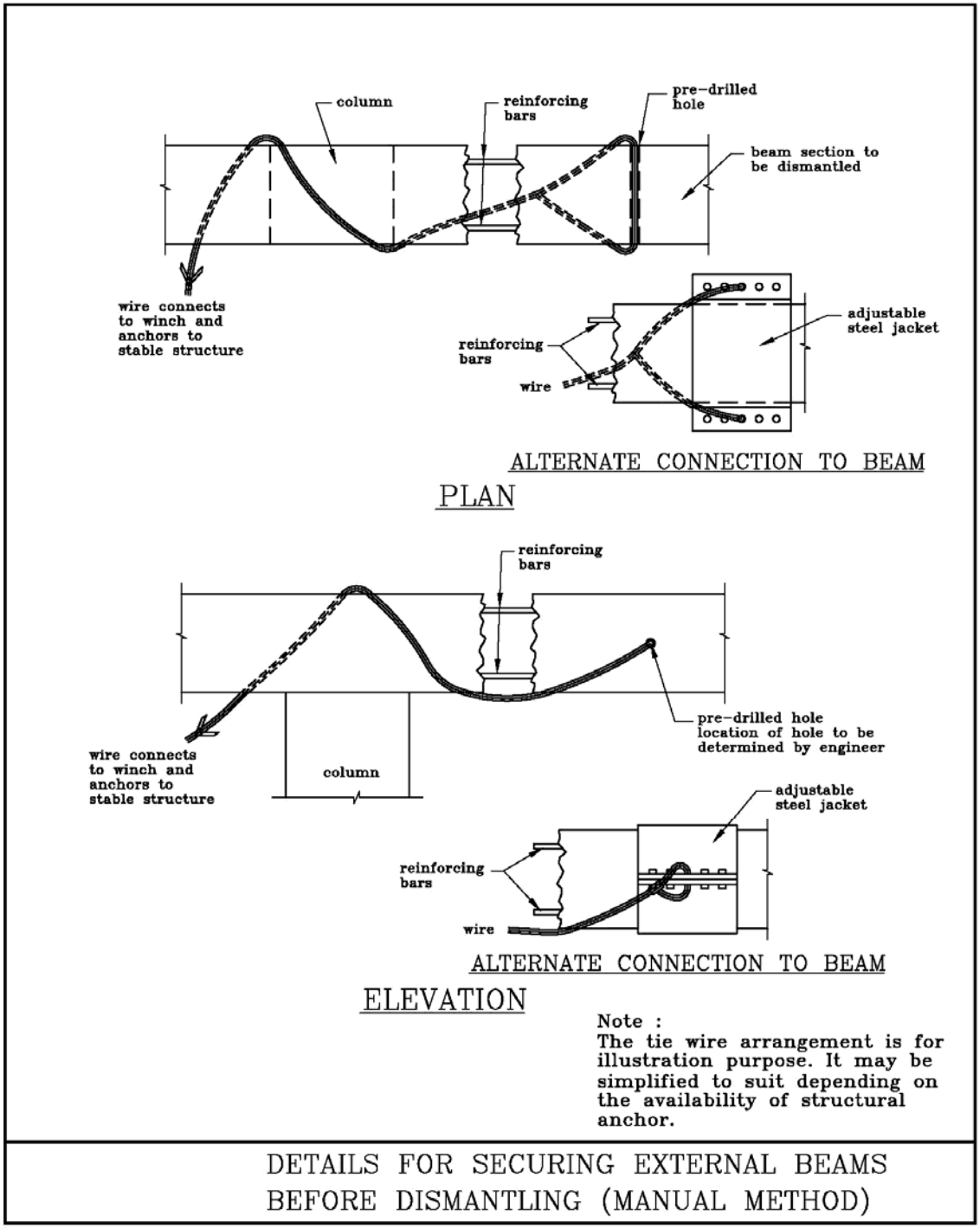
Guia de boas párticas, na Nova Zelandia, da demolição, enfraquecimento e desmontagem de elementos de uma estrutura



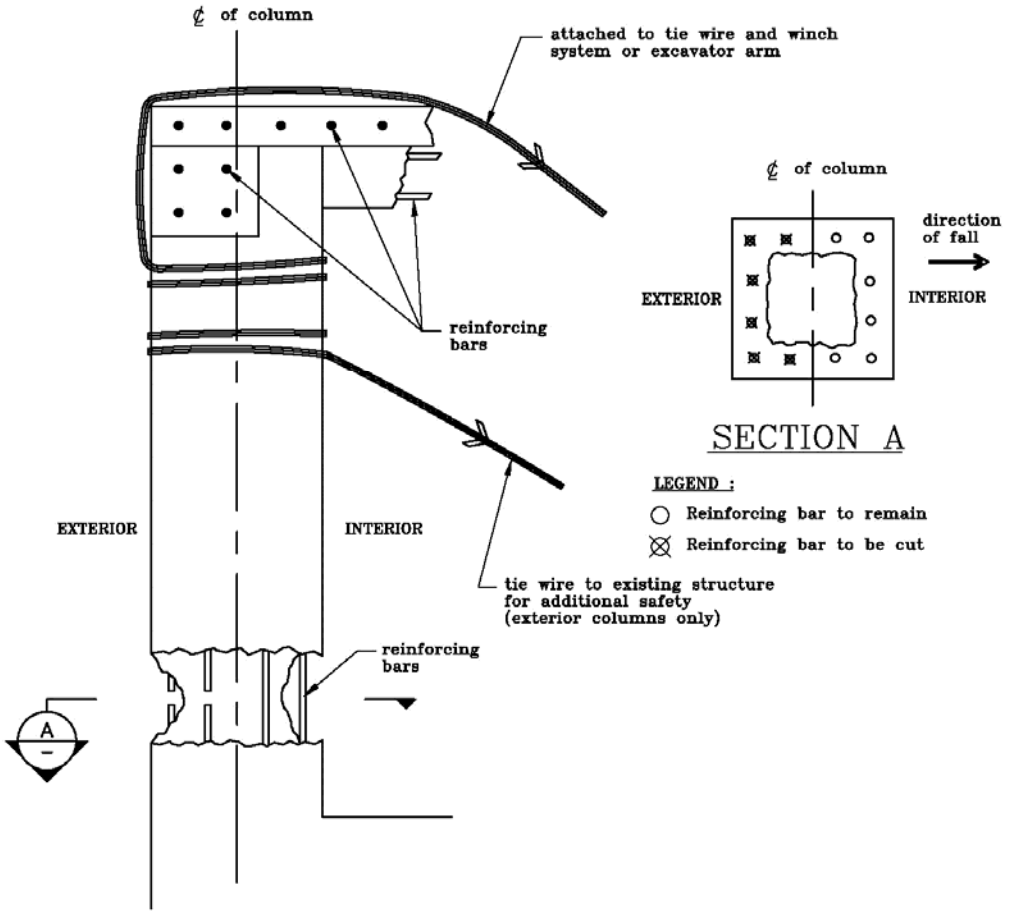
1. Prop all span of external beam.
2. Tie the span of beam to be demolished. (details of the connection may refer to figure 4.4)
3. Remove props at span to be demolished.
4. Expose all reinforcement.
5. Cut reinforcement at cut 1, cut 2, and cut 3.
6. Lower the end at cut 1 & cut 2.
7. Cut reinforcement at cut 4.
8. Lower the beam.

Note : The tie wire are indicative. If there are permanent anchors or lifting machines available tie wire arrangements may be simplified to suit.

DEMOLITION OF EXTERNAL BEAM
(MANUAL METHOD)



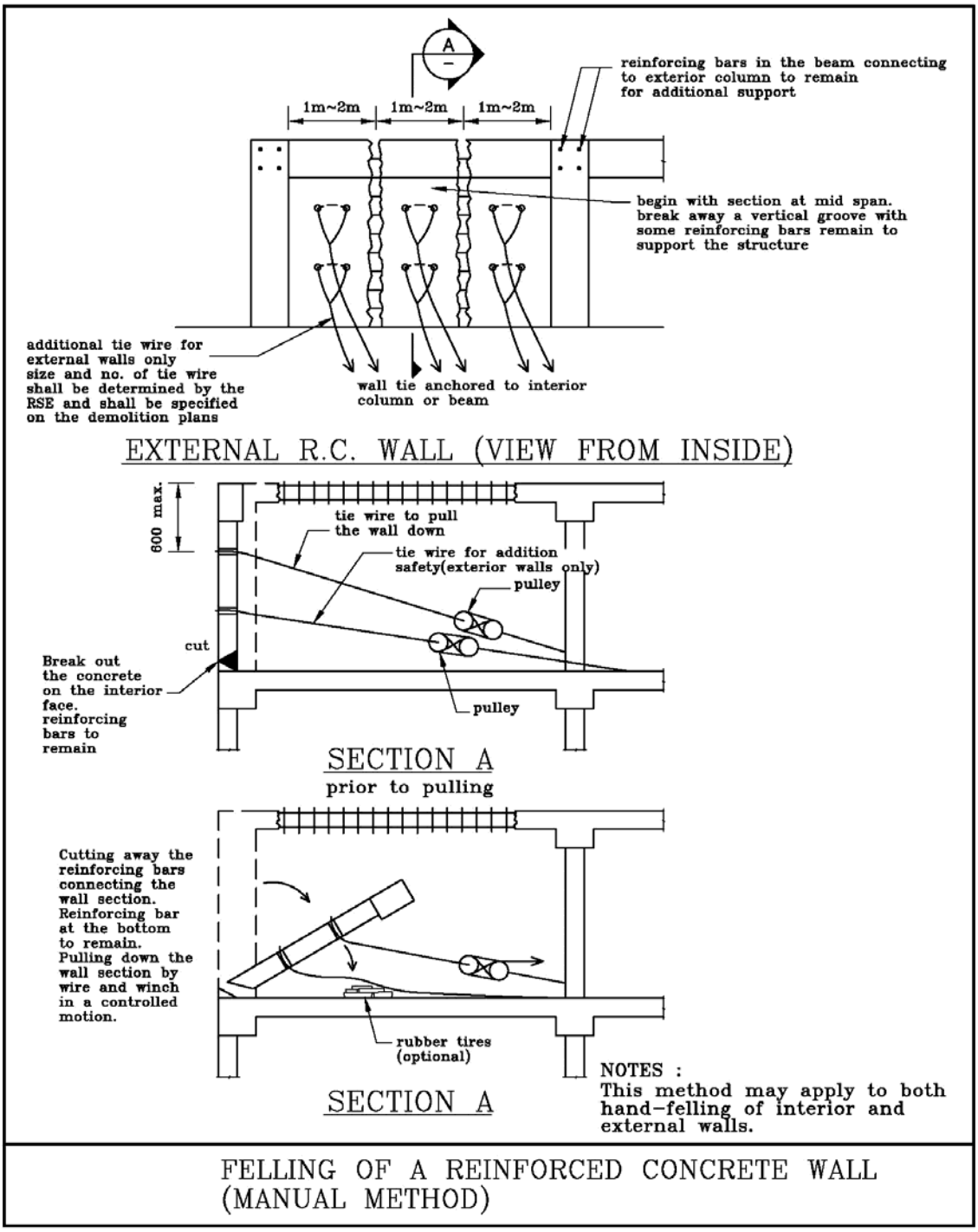
DETAILS FOR SECURING EXTERNAL BEAMS BEFORE DISMANTLING (MANUAL METHOD)



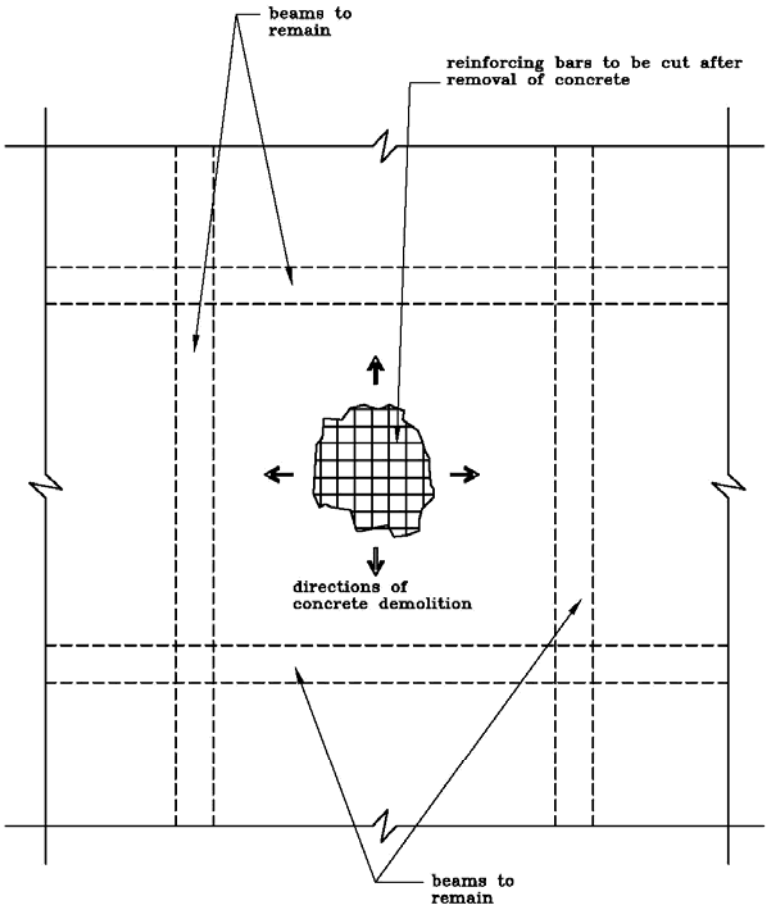
NOTES :

1. Secure the column by wire & winch to existing structure or excavator arm.
2. Pre–weakening at the bottom of column
   i) Break away the concrete to expose the reinforcing bars.
   ii) cut the reinforcing bars at the exterior half of the column. Cutting shall be performed immediately prior to pulling.
3. Pulling down the column in a controlled motion.

PRE–WEAKENING AND DISMANTLING OF COLUMN (MANUAL METHOD)

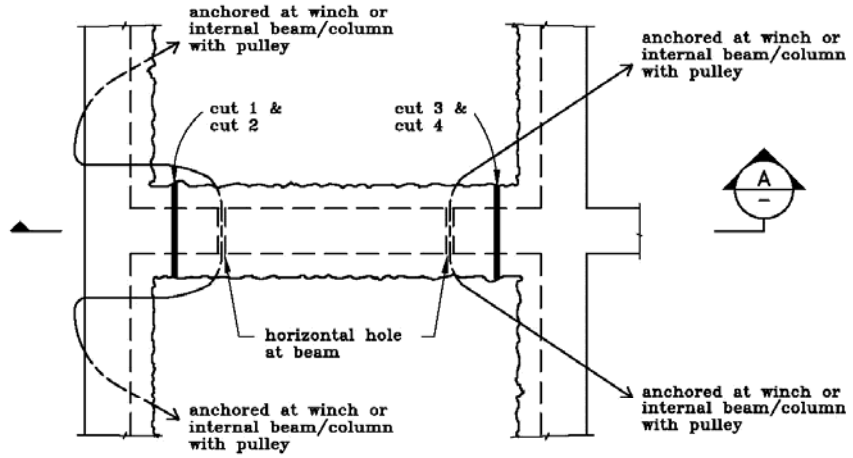


FELLING OF A REINFORCED CONCRETE WALL (MANUAL METHOD)

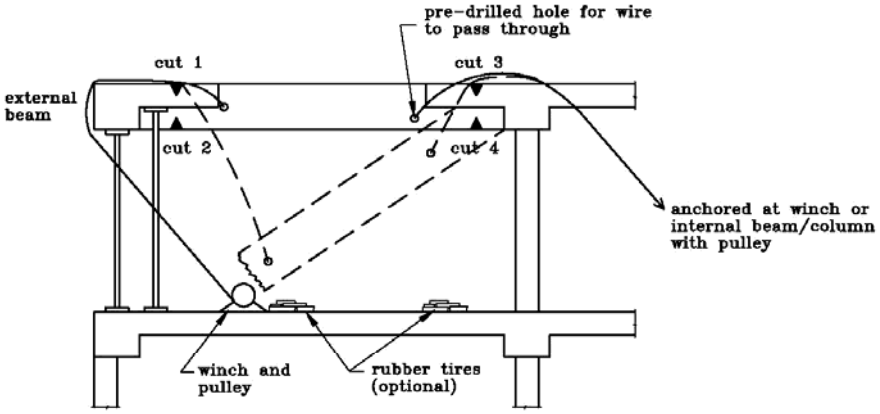


PLAN

DEMOLITION OF TWO WAY SLAB (MANUAL METHOD)



PLAN

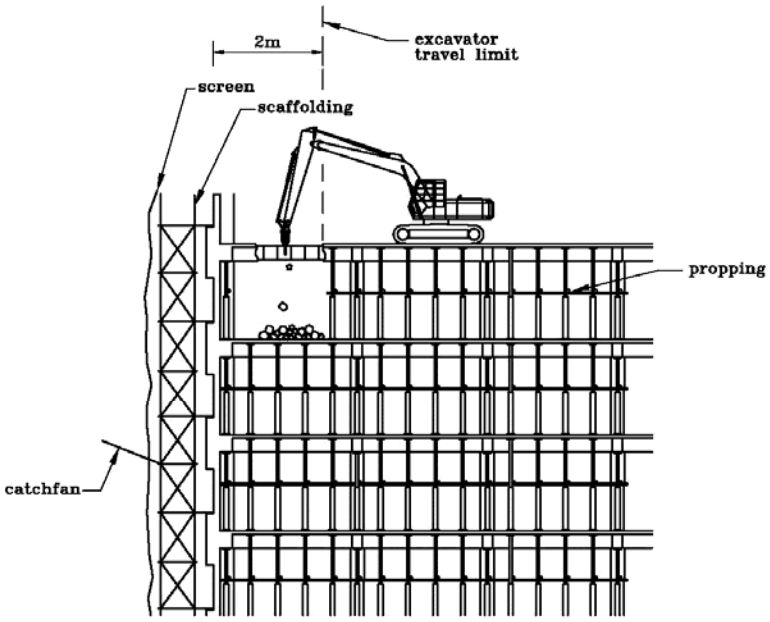


SECTION A

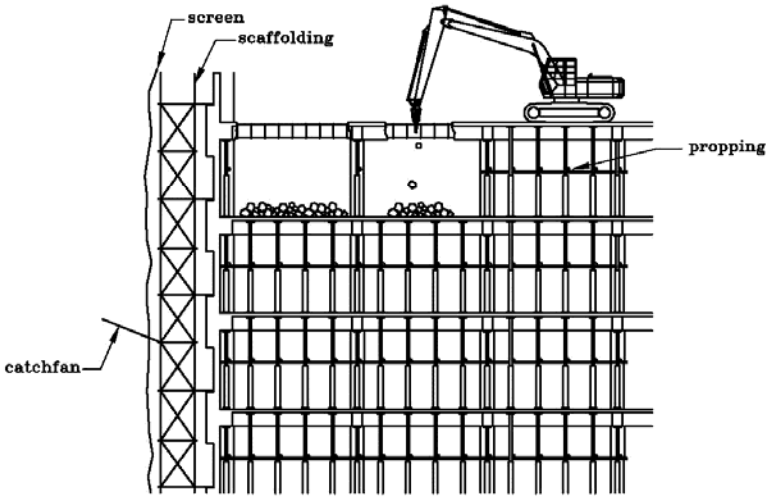
1. Ensure no load on the beam.
2. Tie the beam to be demolished.
   (details of the connection may refer to figure 4.10)
3. Expose reinforcement at both ends of the beam.
4. Cut reinforcement at positions cut 1, cut 2, and cut 3.
5. Lower the beam at external end.
6. Cut reinforcement at cut 4 and lower the beam completely.

Note : The tie wires are indicative. If there are permanent anchors or lifting machines available, tie wire arrangements may be simplified to suit.

DEMOLITION OF SECONDARY BEAM
(MANUAL METHOD)



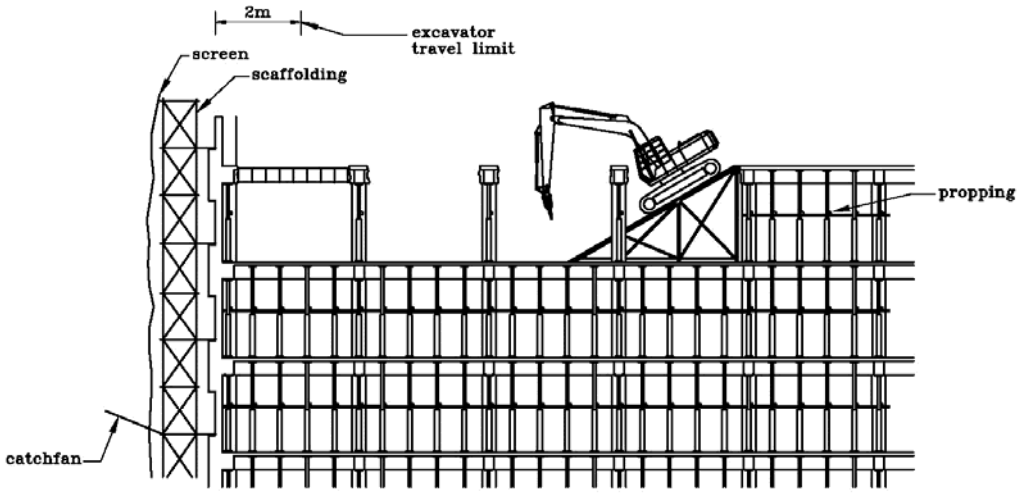
1. Demolition of Slabs and Beams



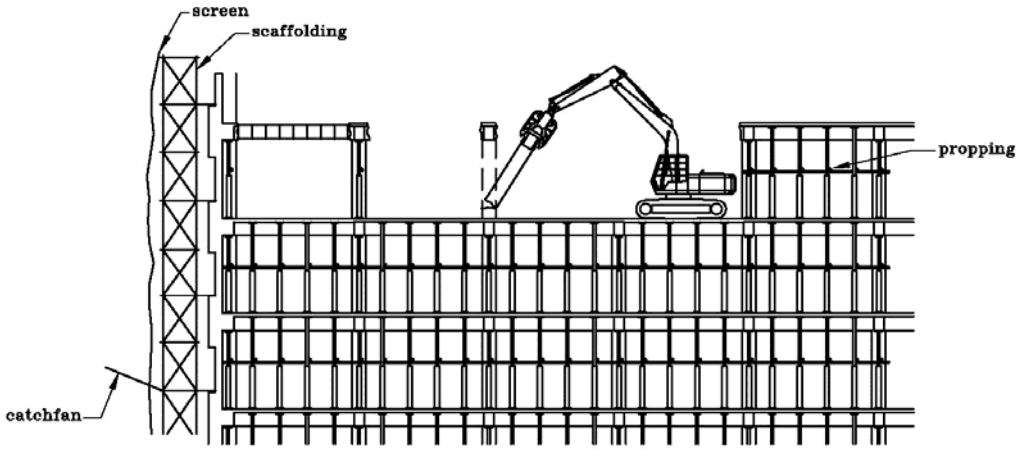
2. Continue Demolition of Slabs and Beams

TYPICAL SEQUENCE OF TOP DOWN METHOD
WITH MECHANICAL EQUIPMENT (SHEET 1 of 3)

~

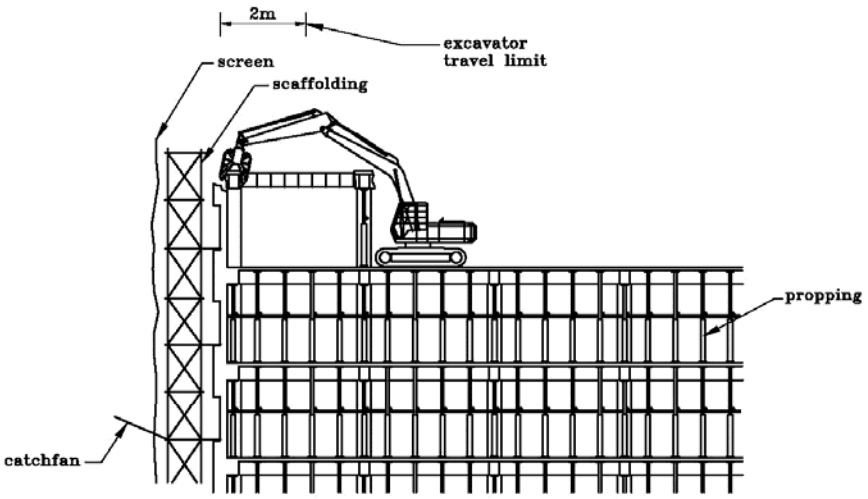


3. An access ramp of steel structural frame to allow machine to climb down to the next floor below.

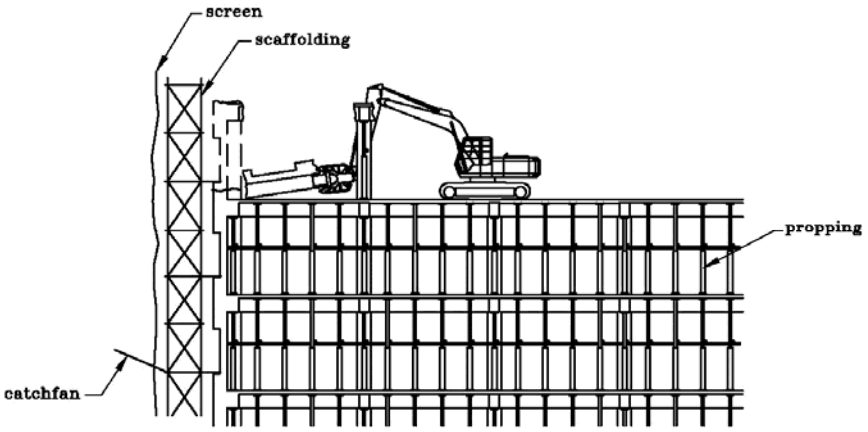


4. Demolition of interior column may be needed to create access and working room for exterior wall demolition. Demolish column by first pre-weakening the bottom, then dismantled by machine in fully controlled motion.

TYPICAL SEQUENCE OF TOP DOWN METHOD
WITH MECHANICAL EQUIPMENT (SHEET 2 of 3)

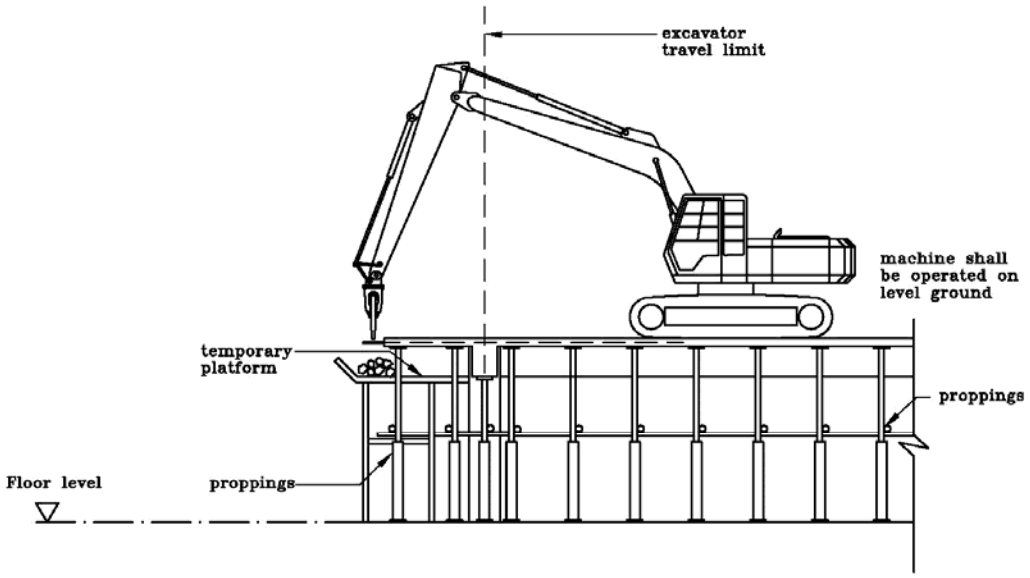


5. Cutting the exterior wall in sections and pre–weakening of columns.(see figure 4.14) Cutting should be careful to minimise debris falling outside.

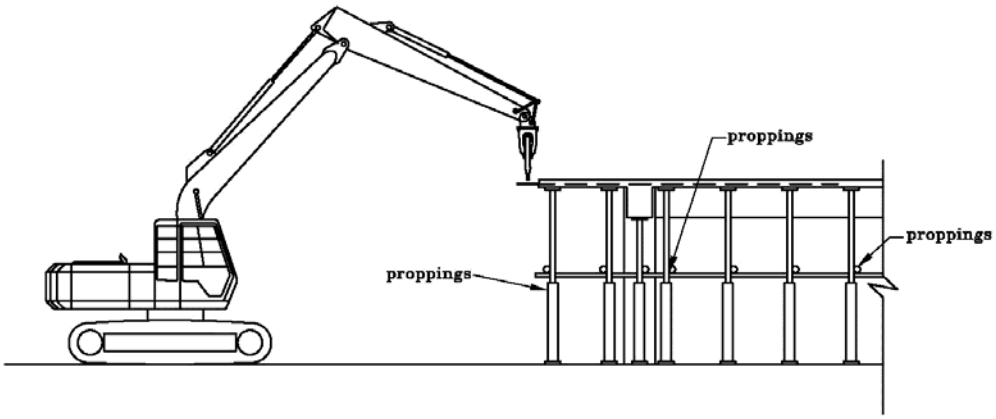


6. Machine should be used to brace the wall section while cutting the reinforcing bars connecting the wall section.
The wall section shall be pulled down in a controlled motion.

TYPICAL SEQUENCE OF TOP DOWN METHOD WITH MECHANICAL EQUIPMENT (SHEET 3 of 3)

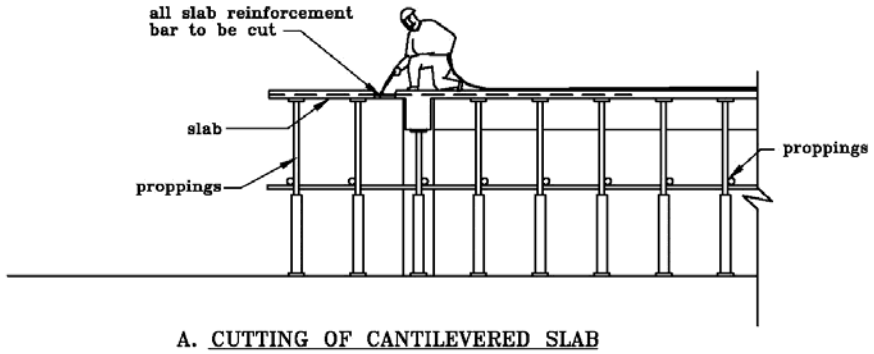


CASE 1. MACHINE MOUNTED ON SUSPENDED FLOOR

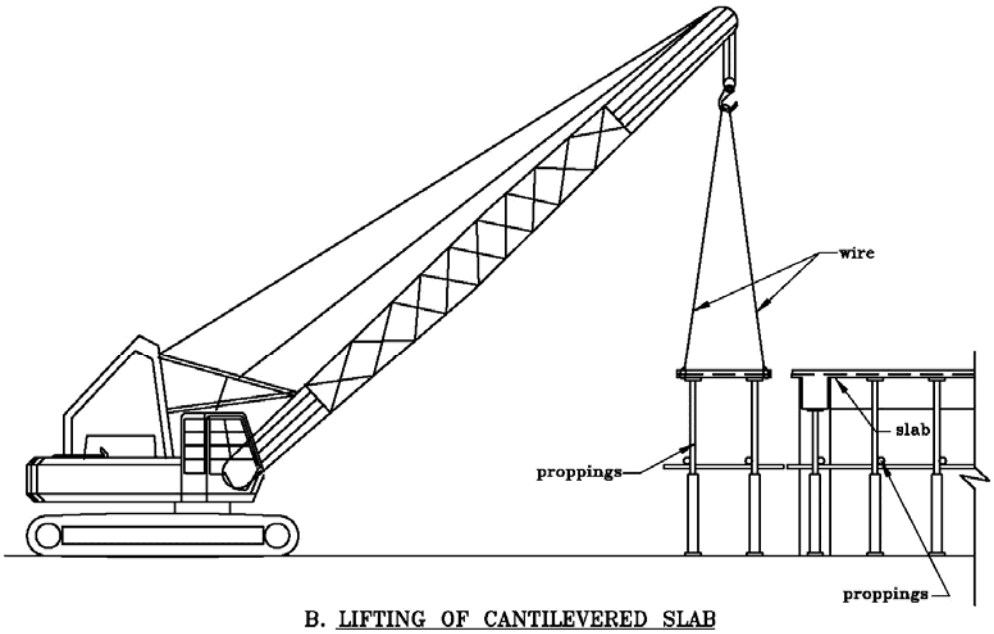


CASE 2. MACHINE MOUNTED ON GROUND

DEMOLITION OF CANTILEVERED SLAB BY MOBILE MACHINE (CONVENTIONAL METHOD)(SHEET 1 OF 2)

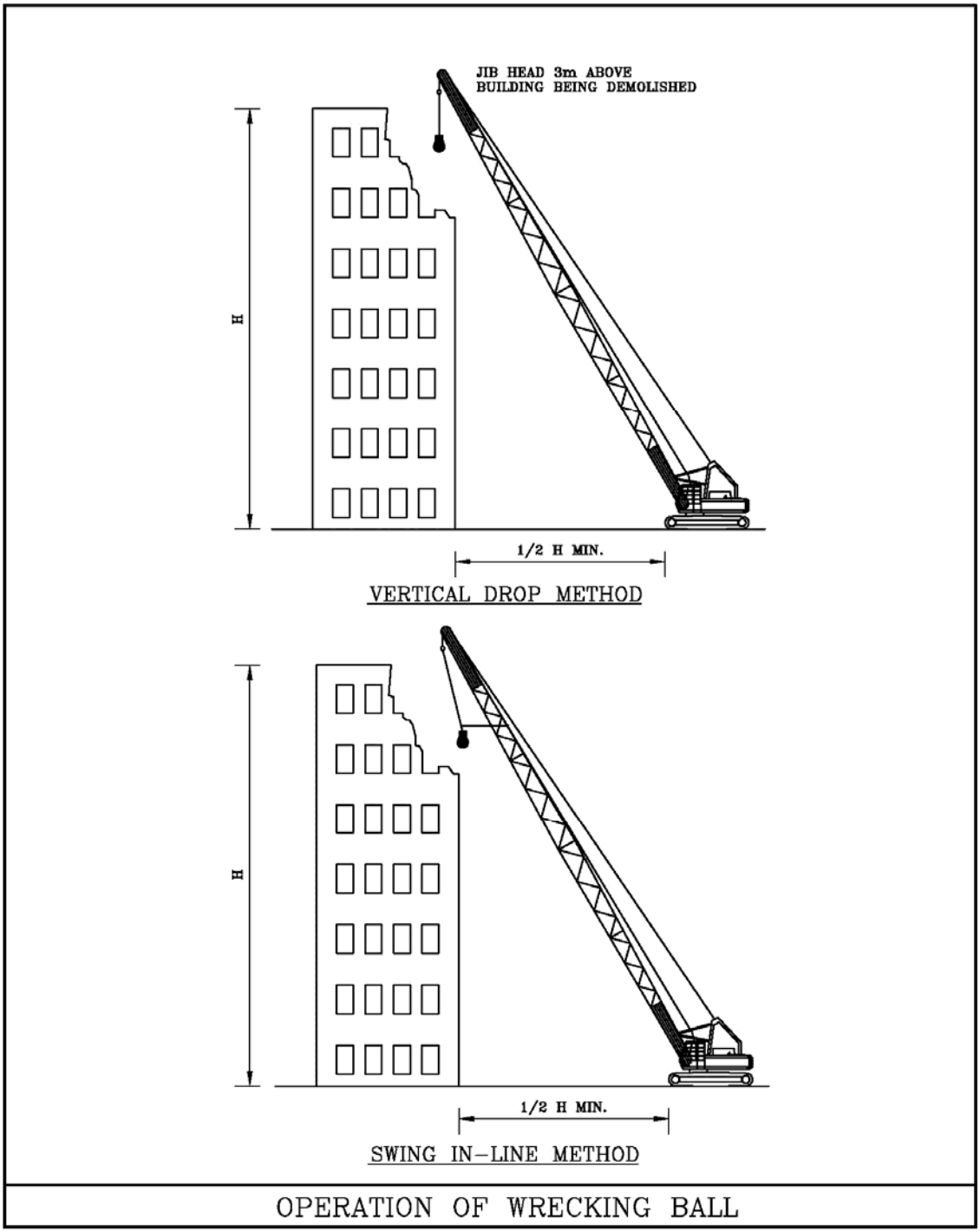


A. CUTTING OF CANTILEVERED SLAB

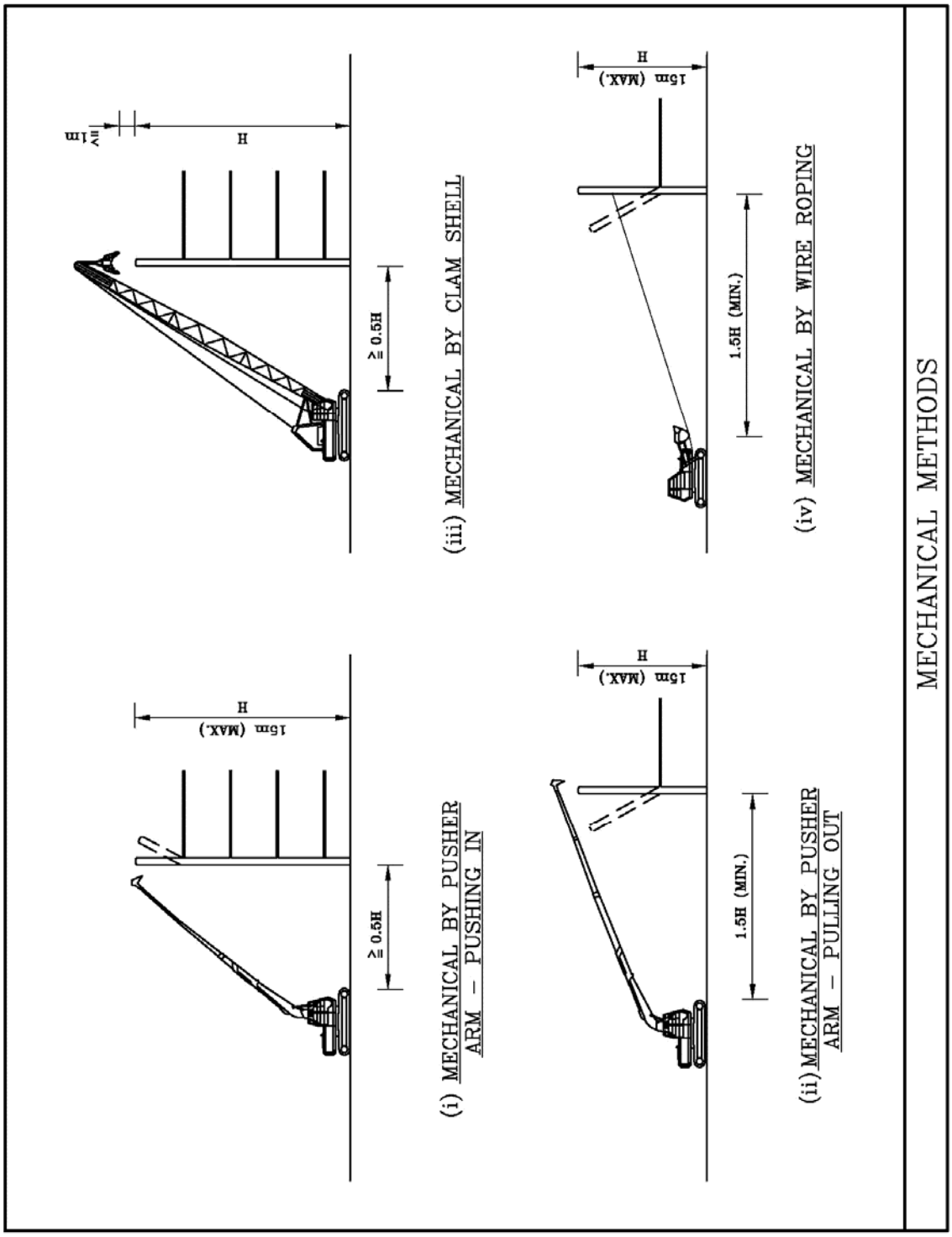


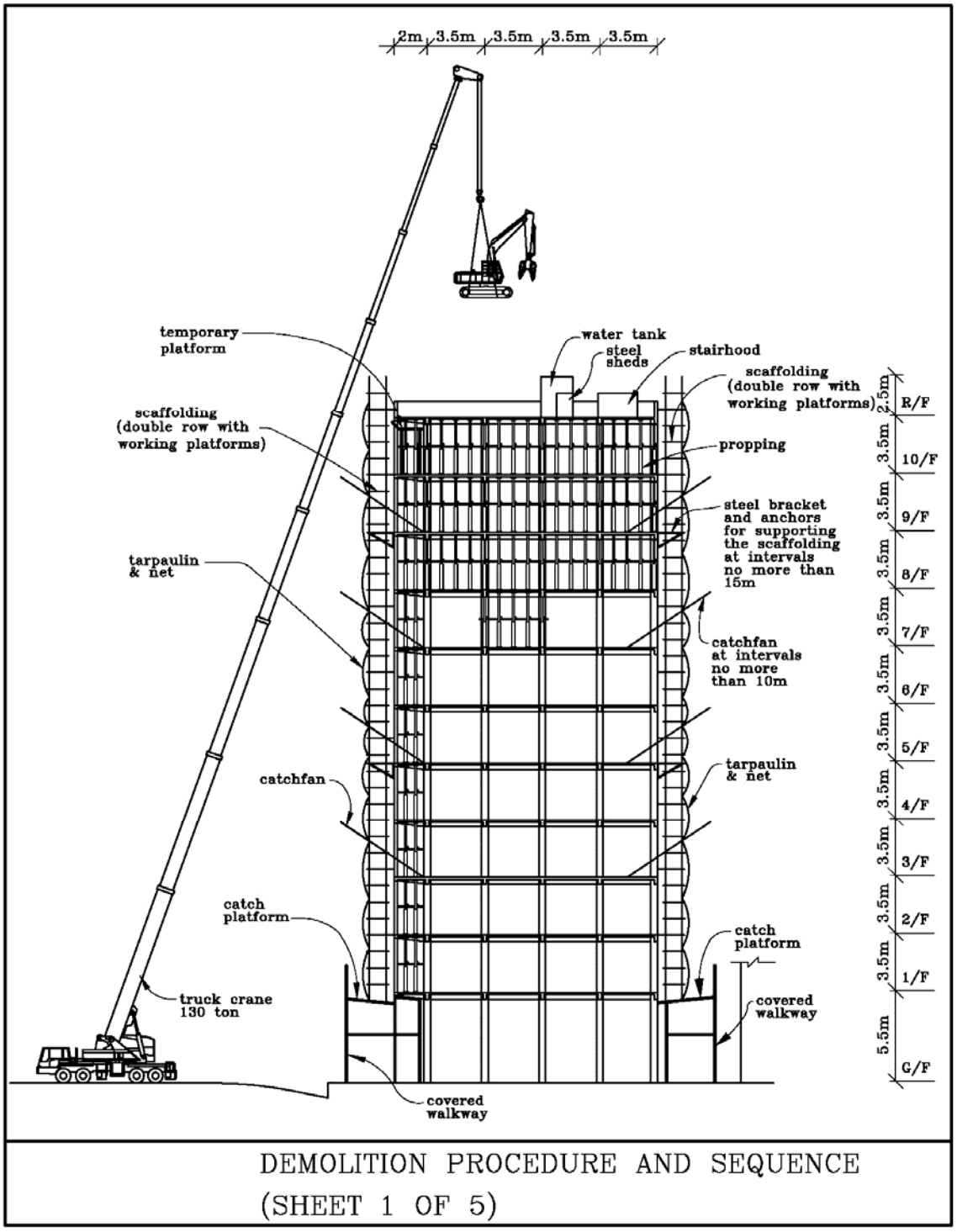
B. LIFTING OF CANTILEVERED SLAB

DEMOLITION OF CANTILEVERED SLAB BY MOBILE MACHINE (CUT AND LIFT METHOD)(SHEET 2 OF 2)

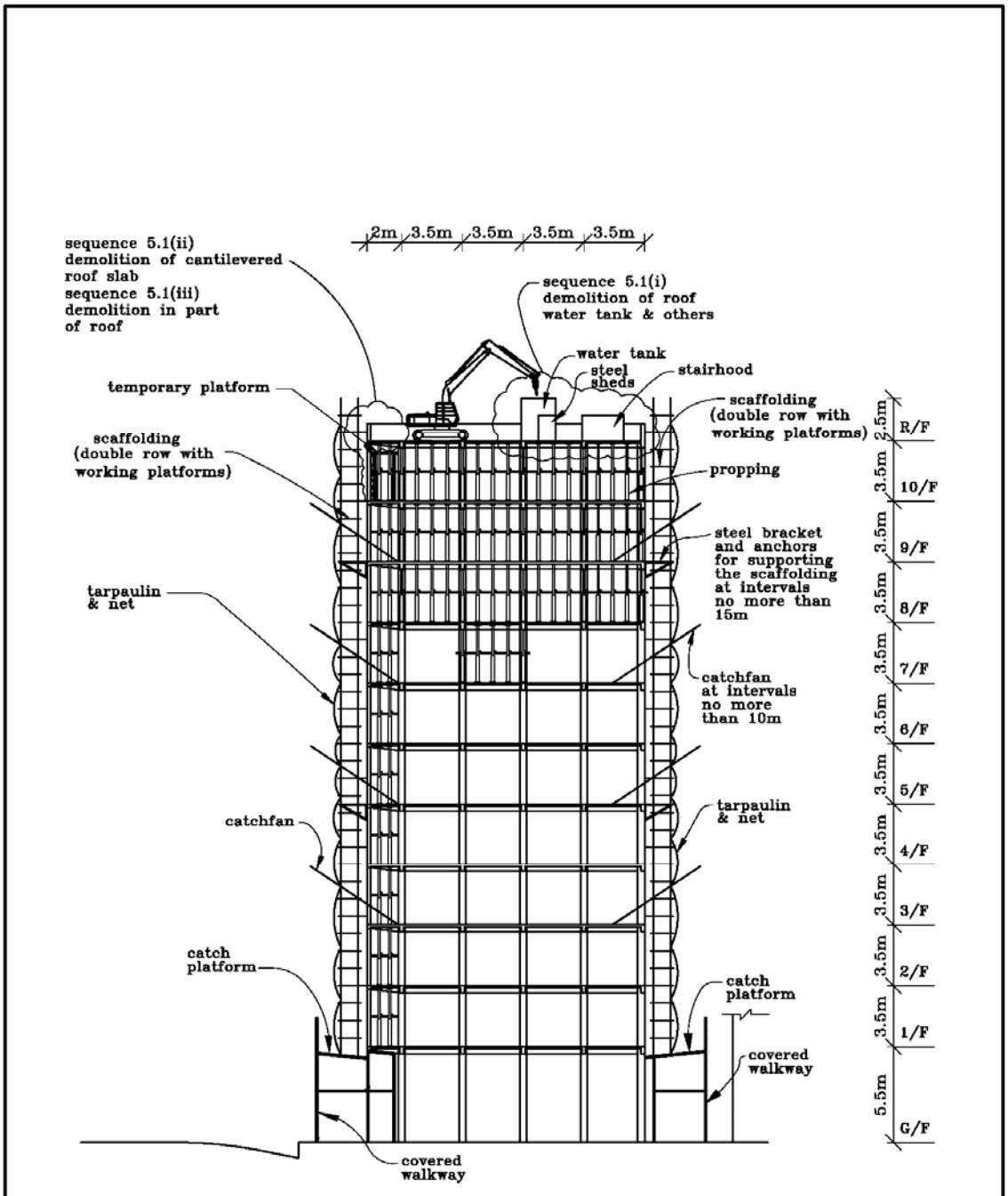


OPERATION OF WRECKING BALL


MECHANICAL METHODS
(i) MECHANICAL BY PUSHER ARM – PUSHING IN
(ii) MECHANICAL BY PUSHER ARM – PULLING OUT
(iii) MECHANICAL BY CLAM SHELL
(iv) MECHANICAL BY WIRE ROPING
H
15m (MAX.)
≥ 0.5H
1.5H (MIN.)
≒1m



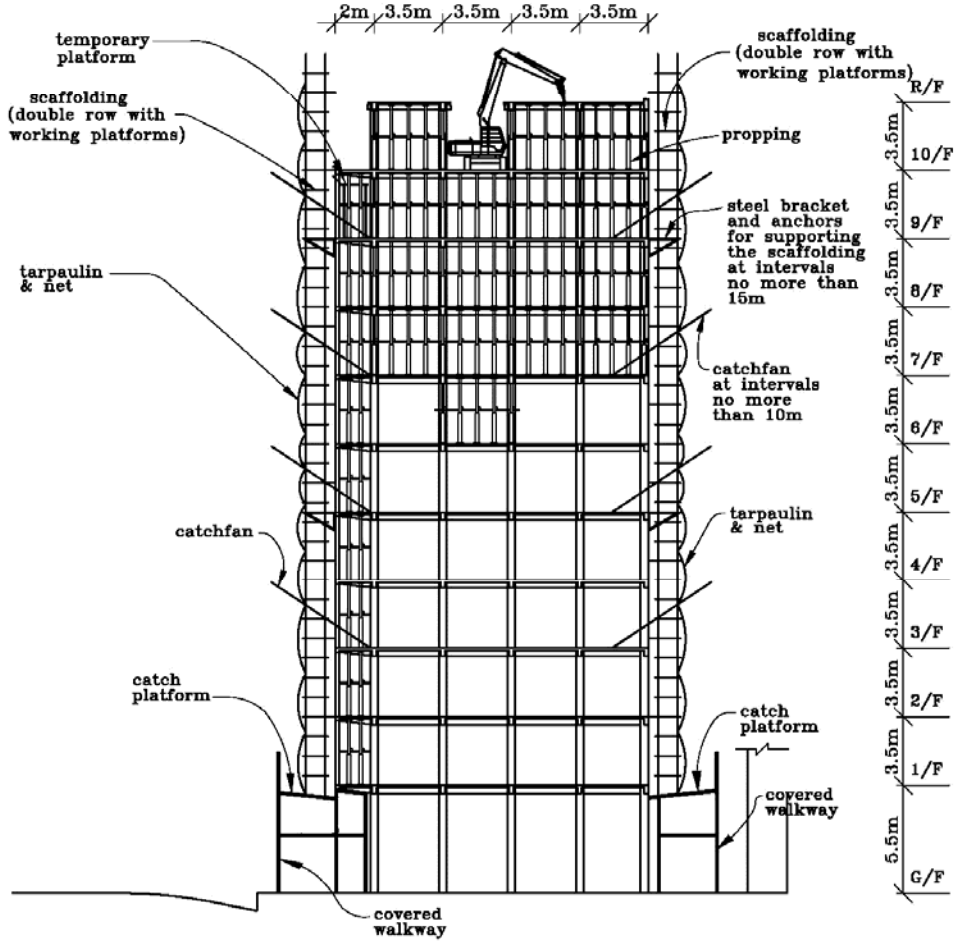
DEMOLITION PROCEDURE AND SEQUENCE
(SHEET 1 OF 5)



DEMOLITION PROCEDURE AND SEQUENCE
(SHEET 2 OF 5)

sequence 5.1(v)
The excavator proceeds down onto 10/F, add additional propping before moving the machine downwards.

sequence 5.2(i)
The excavator continues to demolish the remaining roof slabs, main beams and columns.



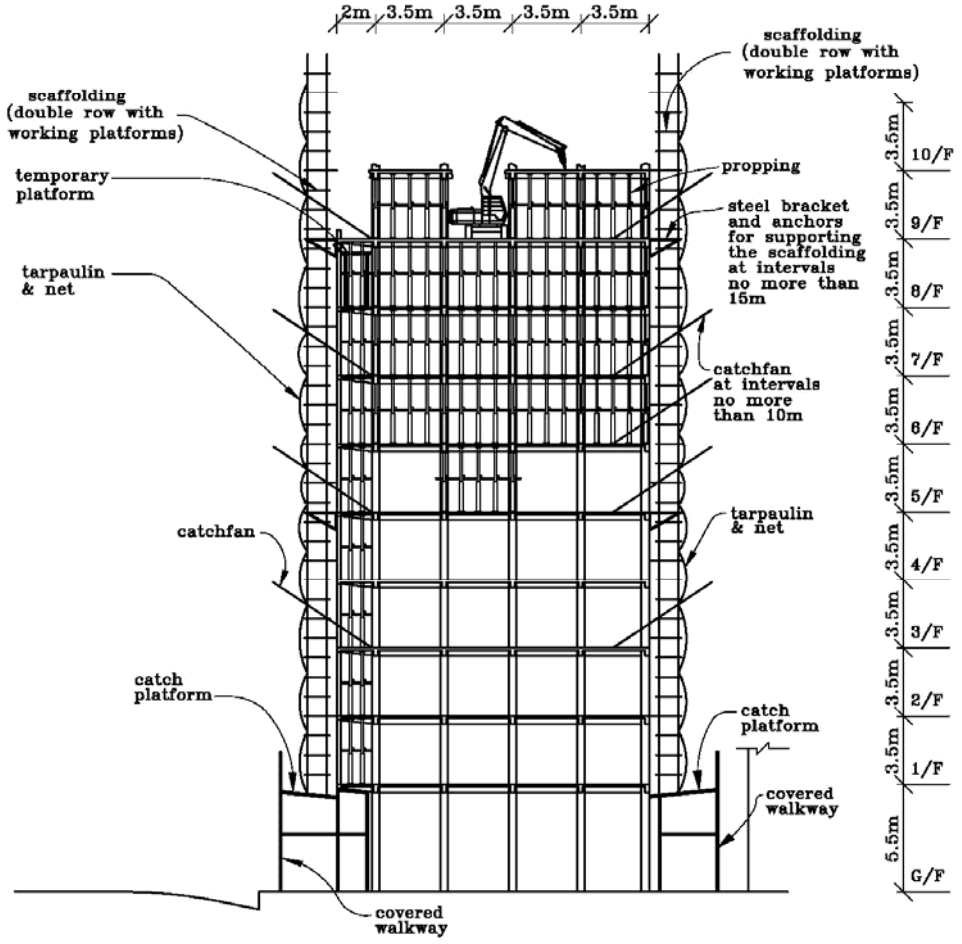
DEMOLITION PROCEDURE AND SEQUENCE
(SHEET 3 OF 5)

sequence 5.2(i)
Remove all beams, columns, walls and other structures above 9/F,

sequence 5.2(ii)
Remove first the exterior walls below linking the cantilevered structure, then the cantilevered slabs and beams between grid lines 5 & 6 on 9/F,

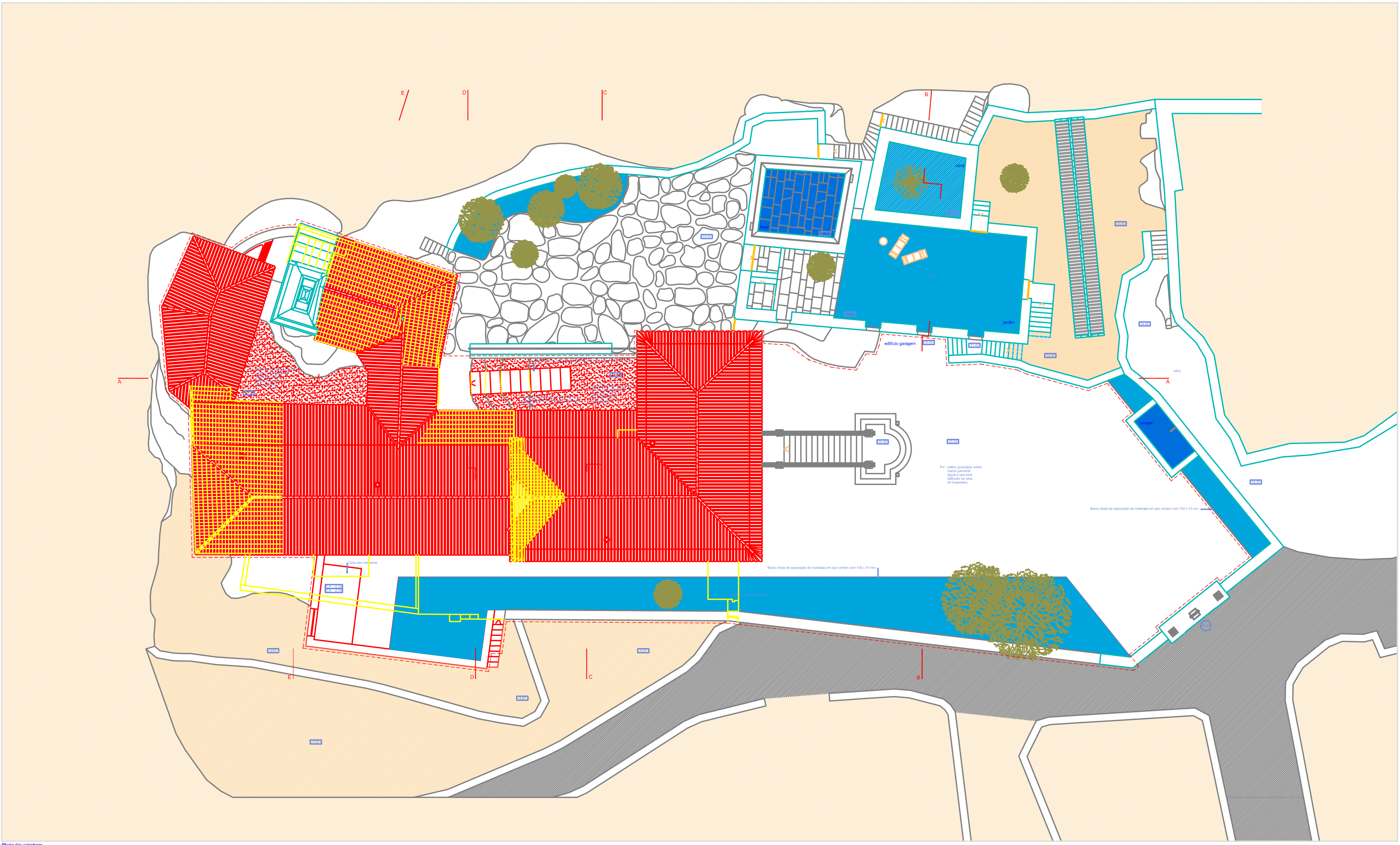
sequence 5.2(iii)
Demolition of remaining 9/F,

The procedure/sequence repeats as it reaches the ground level, and propping to be installed accordingly.



DEMOLITION PROCEDURE AND SEQUENCE
(SHEET 4 OF 5)

Anexo 5 – Projecto de reabilitação da Casa do Muro



Planta das coberturas

Demolir
Construir
2ª Fase

NOTA 1:
ESTE DESENHO SÓ É VÁLIDO QUANDO VISTO EM CONJUNTO COM OS PROJECTOS DAS ESPECIALIDADES, SENDO NO ENTANTO PREDOMINANTE SOBRE TODOS ELES, NO QUE SE REFERE A COTAS PLANIMÉTRICAS E ALTIMÉTRICAS.

NOTA 2:
TODAS AS COTAS DEVEM SER CONFIRMADAS EM OBRA, APÓS AS DEMOLIÇÕES A EFECTUAR, E SÃO DA RESPONSABILIDADE DO EMPREITEIRO.

NOTA 3:
A LOCALIZAÇÃO E DIMENSÃO DE TODAS AS COURETES E FURAÇÕES DE LAJES, VIGAS E PAREDES, DEVEM SER CONFIRMADAS PELOS PROJECTOS DAS ESPECIALIDADES E PELOS EMPREITEIROS DAS ESPECIALIDADES.

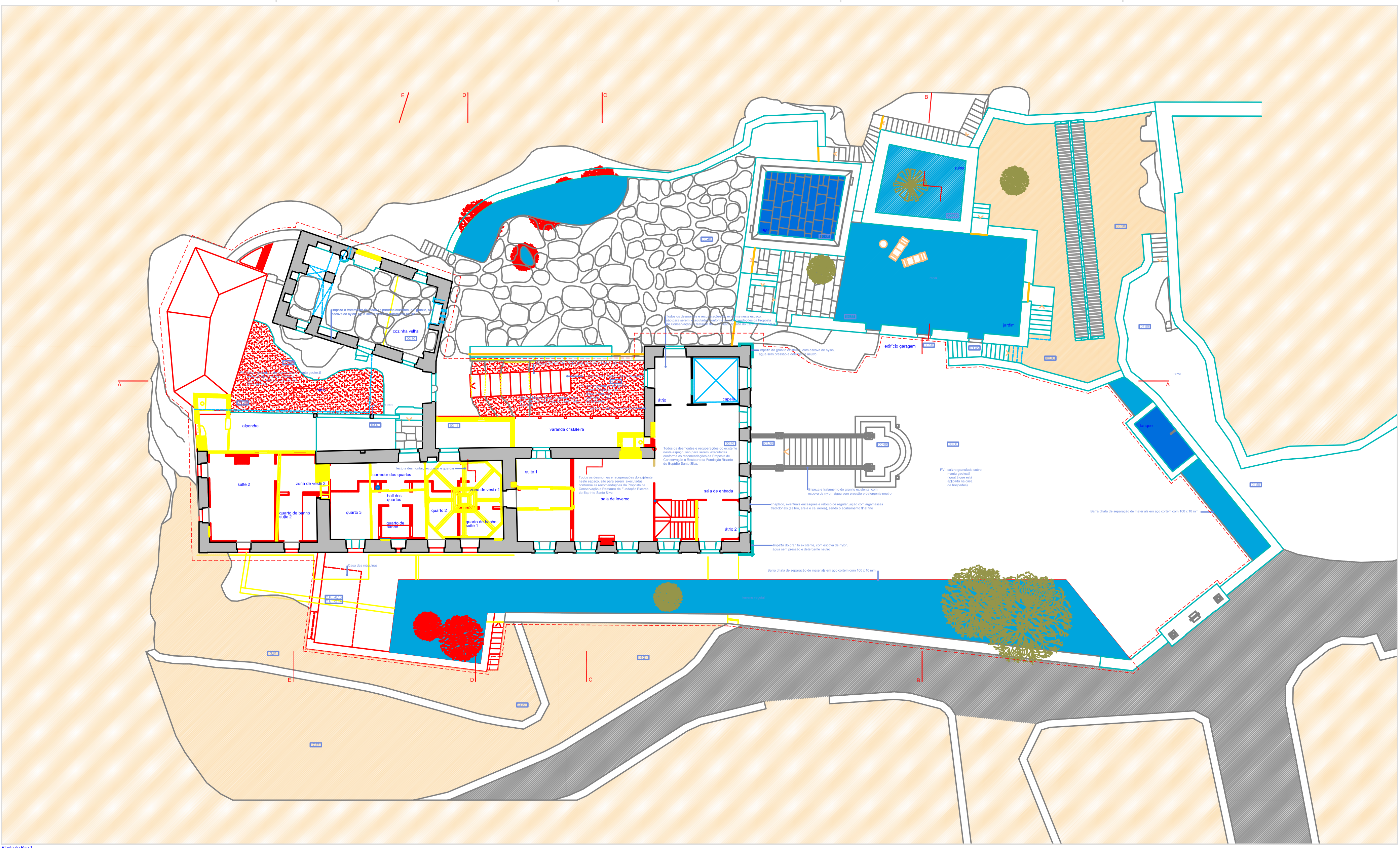
N

SR. DR. HENRIQUE TAVARES
Reabilitação da Casa do Muro - OURILHE - CELORICO DE BASTO
Projecto de Execução
Vermelhos e amarelos / Fase 2 - Planta das Coberturas

AGOSTO	2008
ESCALA	1/100
Resp.:	
Colab.: rui gonçalves	

01 A

ANTÓNIO LEITÃO BARBOSA - ARQUITECTOS R31J - RUA 31 DE JANEIRO 223-3º PORTO - TEL/FAX 222051618



Planta do Piso 1

Demolir
Construir
2ª Fase

NOTA 1:
ESTE DESENHO SÓ É VÁLIDO QUANDO VISTO EM CONJUNTO COM OS PROJECTOS DAS ESPECIALIDADES, SENDO NO ENTANTO PREDOMINANTE SOBRE TODOS ELES, NO QUE SE REFERE A COTAS PLANIMÉTRICAS E ALTIMÉTRICAS.

NOTA 2:
TODAS AS COTAS DEVEM SER CONFIRMADAS EM OBRA, APÓS AS DEMOLIÇÕES A EFECTUAR, E SÃO DA RESPONSABILIDADE DO EMPREITEIRO.

NOTA 3:
A LOCALIZAÇÃO E DIMENSÃO DE TODAS AS COURETES E FURAÇÕES DE LAJES, VIGAS E PAREDES, DEVEM SER CONFIRMADAS PELOS PROJECTOS DAS ESPECIALIDADES E PELOS EMPREITEIROS DAS ESPECIALIDADES.

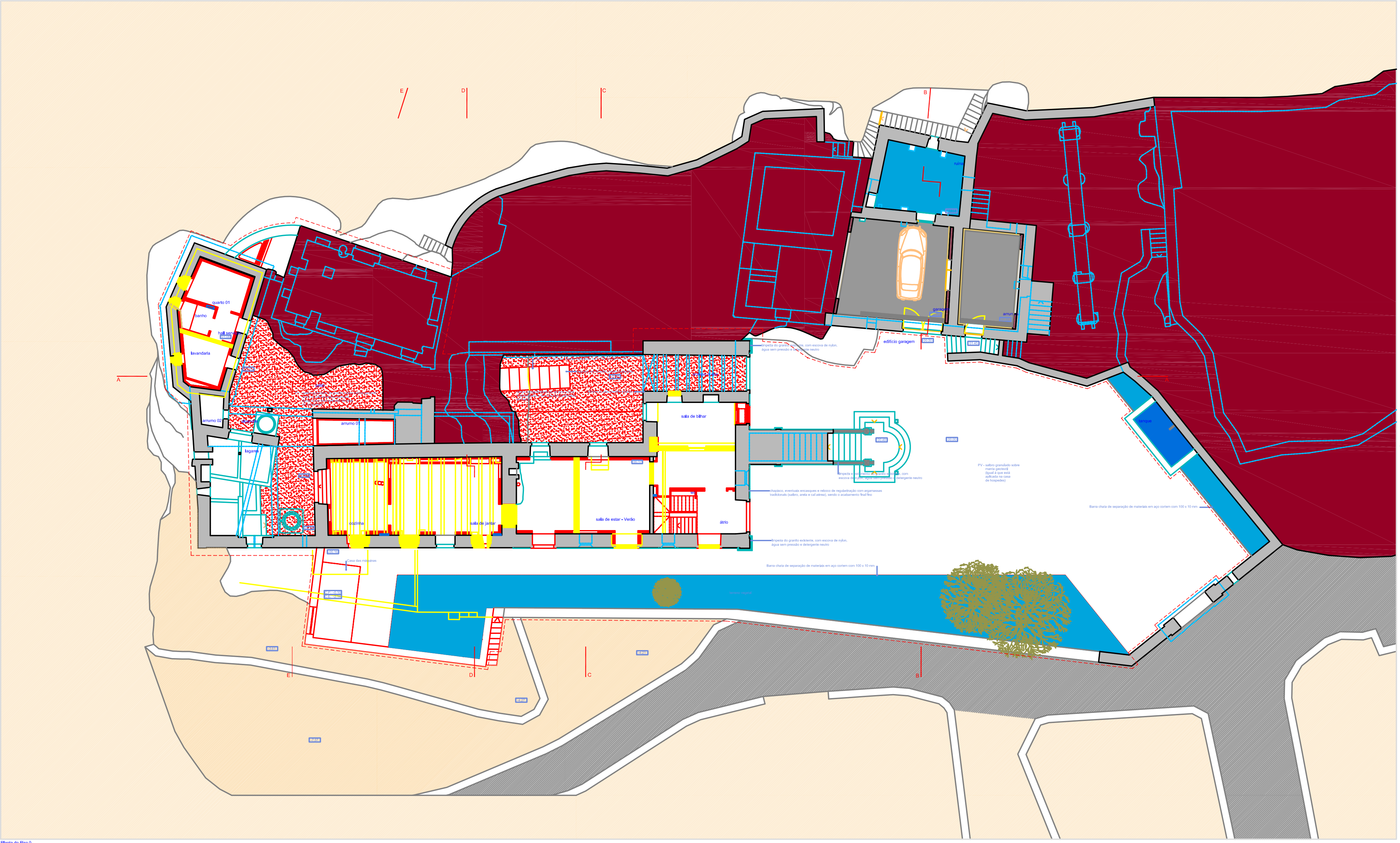
N

SR. DR. HENRIQUE TAVARES
Reabilitação da Casa do Muro - OURILHE - CELORICO DE BASTO
Projecto de Execução
Vermelhos e amarelos / Fase 2 - Planta do Piso 1

AGOSTO	2008
ESCALA	1/100
Resp.:	
Colab.: rui gonçalves	

02 A

ANTÓNIO LEITÃO BARBOSA - ARQUITECTOS R31J - RUA 31 DE JANEIRO 223-3º PORTO - TEL/FAX 222051618



Planta do Piso 0

Demolir
Construir
2ª Fase

NOTA 1:
ESTE DESENHO SÓ É VÁLIDO QUANDO VISTO EM CONJUNTO COM OS PROJECTOS DAS ESPECIALIDADES, SENDO NO ENTANTO PREDOMINANTE SOBRE TODOS ELES, NO QUE SE REFERE A COTAS PLANIMÉTRICAS E ALTIMÉTRICAS.

NOTA 2:
TODAS AS COTAS DEVEM SER CONFIRMADAS EM OBRA, APÓS AS DEMOLIÇÕES A EFECTUAR, E SÃO DA RESPONSABILIDADE DO EMPREITEIRO.

NOTA 3:
A LOCALIZAÇÃO E DIMENSÃO DE TODAS AS COURETES E FURAÇÕES DE LAJES, VIGAS E PAREDES, DEVEM SER CONFIRMADAS PELOS PROJECTOS DAS ESPECIALIDADES E PELOS EMPREITEIROS DAS ESPECIALIDADES.

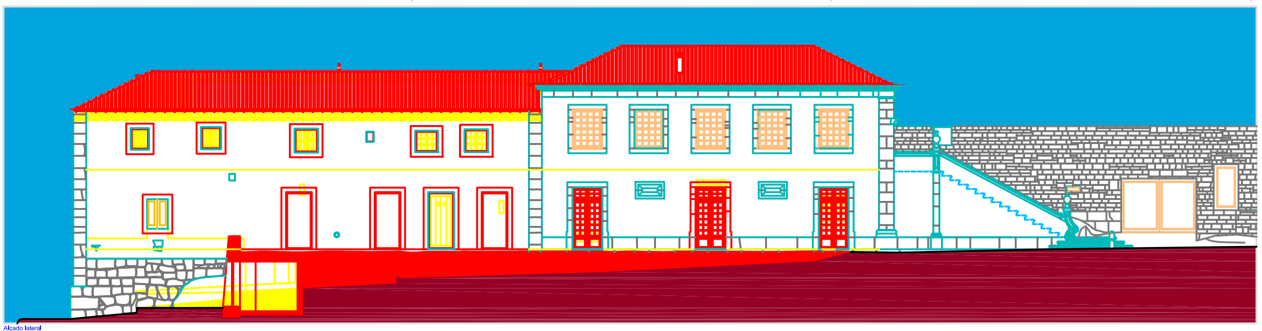
N

SR. DR. HENRIQUE TAVARES
Reabilitação da Casa do Muro - OURILHE - CELORICO DE BASTO
Projecto de Execução
Vermelhos e amarelos / Fase 2 - Planta do R/Chão

AGOSTO	2008
ESCALA	1/100
Resp.:	
Colab.: rui gonçalves	

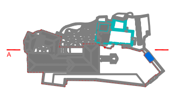
03 A

ANTÓNIO LEITÃO BARBOSA - ARQUITECTOS R31J - RUA 31 DE JANEIRO 223-3º PORTO - TEL/FAX 222051618

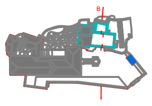


Alçado lateral

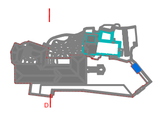
Corte A



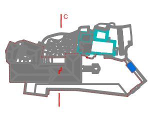
Corte B

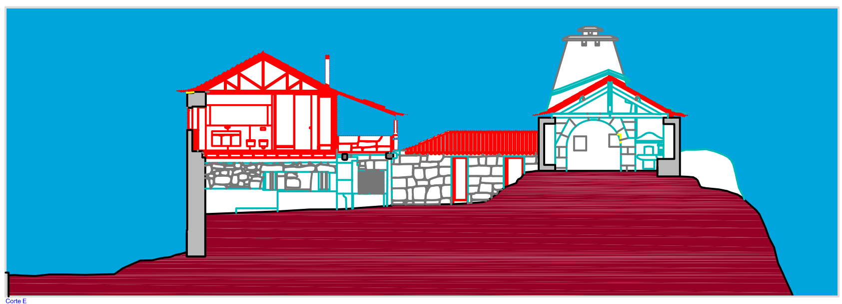


Corte D

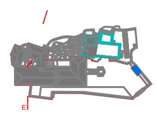


Corte C





Corte E



Demolir
Construir

NOTA 1:
ESTE DESENHO SÓ É VÁLIDO QUANDO VISTO EM CONJUNTO COM OS PROJECTOS DAS ESPECIALIDADES, SENDO NO ENTANTO PREDOMINANTE SOBRE TODOS ELES, NO QUE SE REFERE A COTAS PLANIMÉTRICAS E ALTIMÉTRICAS.

NOTA 2:
TODAS AS COTAS DEVEM SER CONFIRMADAS EM OBRA, APÓS AS DEMOLIÇÕES A EFECTUAR, E SÃO DA RESPONSABILIDADE DO EMPREITEIRO.

NOTA 3:
A LOCALIZAÇÃO E DIMENSÃO DE TODAS AS COURETES E FURAÇÕES DE LAJES, VIGAS E PAREDES, DEVEM SER CONFIRMADAS PELOS PROJECTOS DAS ESPECIALIDADES E PELOS EMPREITEIROS DAS ESPECIALIDADES.

N

SR. DR. HENRIQUE TAVARES
Reabilitação da Casa do Muro - OURILHE - CELORICO DE BASTO
Projecto de Execução
Vermelhos e amarelos / Fase 2 - Cortes e alçados

AGOSTO	2008
ESCALA	1/100
Resp.:	
Colab.: rui gonçalves	

04 A

ANTÓNIO LEITÃO BARBOSA - ARQUITECTOS R31J - RUA 31 DE JANEIRO 223-3º PORTO - TEL/FAX 222051618