



METODOLOGIA DE CARACTERIZAÇÃO DE GRAU DE RISCO AO DESABAMENTO DE EDIFICAÇÕES EM ALVENARIA RESISTENTE

Carlos Welligton de Azevedo Pires Sobrinho (1,2)

(1) MSc Eng° Civil, Pesquisador do Instituto de Tecnologia de Pernambuco

(2) Professor Assistente da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco

Rua Ministro Nelson Hungria 159/1203, Boa Viagem Recife, PE CEP 51020-100.

RESUMO

Proposta: a Região Metropolitana do Recife existem cerca de seis mil edifícios em alvenaria resistente. Nos últimos vinte anos, tem sido verificado doze acidentes, alguns com vítimas fatais, tornando inaceitável uma escala de risco de 1:10.000/ano para este sistema construtivo. A partir desses eventos diversos órgãos de Defesa Civil das cidades que compõem a RMR começaram a receber inúmeros pedidos de vistoria e avaliação. No entanto esses órgãos não dispõem de uma metodologia consistente para avaliação desse tipo de edificação. Na sua maioria, esta caracterização é apenas visual. **Metodologia:** Este artigo apresenta a metodologia desenvolvida pelo ITEP para caracterização e determinação do grau de risco potencial ao desabamento de edifícios em alvenaria resistente. **Resultados:** São apresentados os primeiros resultados obtidos com a aplicação dessa metodologia na cidade do Recife.

Palavra-Chave: alvenaria resistente, ruína de edificações, escala potencial de risco, metodologia de investigação

ABSTRACT

In Recife's Metropolitan Regions, in the Northeast of Brazil, There are about six thousand buildings in non structural masonry. In the last twenty years, it has been verified twelve accidents, Some with fatal victims, making unacceptable failure ratio of 1:10.000/year resulting in the constructive system. From those events on diverse Civil Defense agencies of cities from RMR started receiving innumerable requests for inspection and evaluation of the risk of having their buildings down; the agencies, however, has no adequate methodological techniques to evaluate and characterize the grade of risk. In its majority, this characterization is only visual. This paper presents the methodology developed by ITEP for characterisation and determination of the degree of potential risk to the ruin of buildings in masonry resistant and the first results obtained with the application of this methodology in the city of Recife.

Keywords: non-structural masonry, collapse of buildings, potential risk scale, methodology of evaluation

1 INTRODUÇÃO

Os cinco mais populosos municípios que compõe a região metropolitana do Recife habrigam cerca de 250.000 habitantes, destes cerca de 25.000 moram em edifícios em alvenaria resistente de até quatro pavimentos. Esses edifícios denominados regionalmente como "edifícios tipo caixão", são estruturados com elementos de alvenaria utilizando blocos caracterizados por norma como blocos de vedação.

Este tipo de construção teve grande impulso a partir da década de 70 quando cooperativas habitacionais públicas e privadas foram incentivadas pelas políticas de aplicação de recursos oriundos do FGTS e das cadernetas de poupança para a execução de projetos habitacionais.

Um dos primeiros edifícios a ruir na RMR foi um dos blocos do Conjunto Residencial Bosque das Madeiras, localizado no bairro de Engenho do Meio, na cidade do Recife, ruiu em março de 1994 ainda na fase de construção, sem deixar vítimas. Corte de grande extensão na alvenaria para instalação de dutos de energia foi a causa principal que provocou a ruína.

Em 1997, o Edifício Aquarela, localizado no bairro de Piedade na cidade de Jaboatão dos Guararapes. Seu desabamento não deixou vítimas, graças à constatação antecipada da ruptura parcial da fundação e à existência de cintas de amarração na sua estrutura. Perda da estabilidade da fundação decorrente a degradação dos blocos cerâmicos da alvenaria singela e sem preenchimento no interior da fundação foi a causa principal da ruína.

Em novembro de 1999, o Edifício Érika, localizado no bairro de Jardim Fragoso, na cidade de Olinda, ruiu bruscamente deixando 5 vítimas fatais, degradação de blocos de concreto de vedação utilizado com função estrutural na fundação em alvenaria singela e sem preenchimento do seu interior, foi a causa principal da ruína desta edificação. .

Em dezembro de 1999, o Bloco B do Conjunto Enseada do Serrambi, localizado também no bairro de Jardim Fragoso, na cidade de Olinda, ruiu bruscamente deixando 7 vítimas fatais, falhas construtivas e perda da estabilidade da fundação decorrente a degradação dos blocos cerâmicos da alvenaria singela e sem preenchimento no interior da fundação foi a causa principal da ruína.

Em maio de 2001, o Edifício Ijuí, localizado no bairro de Candeias, na cidade de Jaboatão dos Guararapes, ruiu sem deixar vítimas, graças à constatação antecipada da ruptura parcial da fundação. Descalçamento das bases da fundação provocadas por águas servidas e águas pluviais no interior da fundação em alvenaria singela de blocos de concreto foi a principal causa de ruína.

Em 2002 o Edifício Delmiro Gouveia, localizado no bairro do Cordeiro, na cidade do Recife apresentou danos localizados decorrente da ação do abatimento do piso e interferência de raízes de árvore frondosa na fundação.

Em 2003 o edifício Nossa Senhora da Conceição, no município de Jaboatão dos Guararapes apresentaram ruína parcial decorrente do descalçamento da base da fundação e interferência de raízes de árvore frondosa junto a mesma.

Em 2006 o bloco de Número 129 do conjunto Muribeca no município de Jaboatão dos Guararapes apresentou recalque acentuado na fundação, decorrente principalmente pela degradação dos blocos cerâmicos da fundação, sendo recomendado sua demolição por apresentar alto risco de ruína.

Mais recentemente, em dezembro de 2007, a parte posterior do bloco B do edifício Servilha, em Jaboatão dos Guararapes sofreu recalque acentuado, sendo recomendado a demolição da parte avariada. Estudos estão sendo realizados para determinar a causa principal da ruína. Também neste a fundação em alvenaria singela não aterrada.

A grande maioria das edificações que ruíram, não mostravam manifestação patológicas visíveis, das entrevistas realizadas com moradores dos edifícios Éricka, enseada do Serrambi, e Ijuí resultaram na não constatação da existência de fissuras ou outra patologias críticas nessas edificações.

A atual metodologia de investigação aplicada por órgãos de defesa civil é falha para este tipo de edificação, a mera constatação visual, sem inspeção e caracterização dos elementos da edificação, com

especial atenção para os elementos de fundação, reformas internas e constatação dos elementos estruturantes como: cintas, pilaretes, estruturação da caixa de escada e caixa d'água, além dos vão de cálculo e tipo de laje, não podem conduzir a informações consistentes sobre a segurança deste tipo de edificação, já que este tipo de edificação não apresenta características de redistribuição de esforços decorrente a deformação excessiva da estrutura, como é o caso das edificações estruturadas em concreto armado.

2 CARACTERÍSTICAS DA ALVENARIA RESISTENTE

Alvenaria resistente, é um sistema construtivo caracterizado por utilizar alvenaria construída com blocos de vedação (cerâmico ou de concreto), enquadramento de Norma, com a função estrutural, i.é, transmitindo as ações á fundação, esta muitas vezes constituída também da alvenaria corrida, simples ou dobrada, utilizando blocos de vedação.

As lajes são na sua maioria nervuradas pré-moldadas, tipo volterrana, com preenchimento de blocos(cerâmicos ou concreto) e com capeamento de concreto. São assentadas diretamente sobre as paredes ou sobre cintas de concreto concretadas no coroamento das paredes.

Em grandes conjuntos de apartamentos, são também é possível encontrar lajes pré-moldadas maciças, de grandes dimensões, que são içadas e assentadas diretamente sobre as paredes de alvenaria, ou mesma moldadas “in-loco” por sobre as paredes.

As fundações são geralmente construídas em alvenaria, simples ou dobrada, em continuidades as paredes da edificação, podendo estar assentadas sobre vigas TÊ invertido de concreto, sobre componentes de fundação em pré-moldadas ou simplesmente sobre camada de concreto magro.

O interior das fundações pode estar preenchido e o piso assentado diretamente sobre o solo, ou seu interior pode não estar preenchido, utilizando laje pré-moldada como piso, sendo esta caracterizada como caixão vazio ou perdido.

Neste tipo de edificação é possível não existir cintas-radier na interface, fundação-parede de elevação ou mesmo nas interfaces parede-laje em cada pavimento, bem como, ausência de vergas e contra-vergas nos vão de janelas.

As paredes de elevação, são construídas em alvenaria singela de blocos cerâmicos ou de concreto, com espessura em torno de 9 cm, assentadas na forma de juntas descontínuas em argamassa mista de cimento, cal e areia, ou mesmo de cimento saibro e areia. Geralmente os revestimentos externo e interno são constituídos de argamassas mistas de cimento.

A caixa de escada, muitas vezes posicionada na parte central do bloco, é geralmente estruturada em pórtico de concreto armado e serve como sustentação da caixa d'água. Podendo ser encontrada bloco de escada não estruturado, com os degraus engastado nas paredes de alvenaria.

A caixa de água superior, estruturada em alvenaria, pilaretes e cintas, geralmente está posicionada no vão sobre a caixa de escada.

A estrutura de telhado, geralmente em madeira, assenta-se sobre as paredes através de pilaretes ou barrotes de madeira, sendo a vedação em telhas de fibrocimento ou em telhas cerâmicas capa-canal.

A figura 01 apresenta, na forma de croqui, uma edificação emblemática contendo os diversos tipos de elementos construtivos característicos deste tipo de edificação.

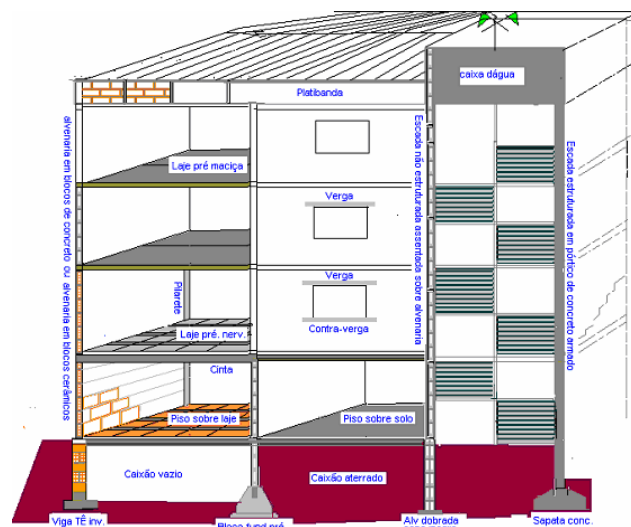


Figura 01- Edificação emblemática em alvenaria resistente

3 METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

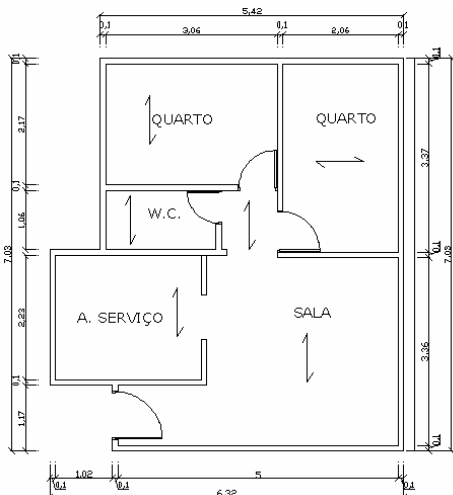
A metodologia de investigação tem como objetivo caracterizar e avaliar os principais fatores que contribuem mais fortemente para diminuição dos níveis de segurança estrutural da edificação, que possam ser obtidos sem causar danos maiores a edificação e seus habitantes e possibilite a uma quantificação relativa de sua influência na segurança estrutural da edificação.

Os principais tópicos dessa metodologia, estão apresentados no quadro I a seguir:

Quadro I- Metodologia de investigação das edificações

Descrição das características da edificação:	
Localização da edificação/conjunto: Logradouro, Georeferenciamento através de GPS	
O QUE SE PROCURA	COMO FAZER
Nºs de blocos, pavimentos e apartamentos, idade da edificação.	Análise visual, consultar morador, documentar.
Caracterizar a arquitetura e elementos estruturais: vãos principais, espessura, etc	Copiar plantas ou na ausência, elaborar croqui das plantas baixa tipo, identificando espessura e vãos
Caracterização das principais alterações nos apartamentos do térreo.	Com base na planta tipo, identificação das principais alterações(associada as direções principais das lajes)
Tipos de laje e paredes de elevação	Visual: as nervuradas as fissuras longitudinais são indicativos, na dúvida, perfurar em três pontos. Paredes perfurar p/ identificar tipos de componentes
Constatação elementos estruturadores: cintas, pilaretes, estruturação da caixa de escada e caixa d'água	Perfurar regiões potenciais: cantos de paredes, parede abaixo das lajes, visita a caixa d'água e coberta
Caracterização da fundação: elaboração de croqui	Escavar em dois pontos da fundação, retirar prismas e documentar, em croqui, detalhes construtivos
Caracterizar e avaliar a resistência de prismas de fundação.	Retirar amostras de prismas de fundações, preparar ,ensaiair e avaliar capacidade de resistente.
Tipo de esgotamento e existência de poços e cisternas.	Visual investigativo, consultar morador, identificação de rua saneada e/ou inspeção.
Caracterização das patologias existentes.	Observação visual, registrar digitalmente.
Caracterização do tipo de recuperação já realizada	Visual, consulta morador e investigação com escavação e perfuração.
Constatação da existência de calçadas, arborização próxima	Visual

As fotos 01 a 06 ilustram o processo investigativo utilizado no âmbito do projeto em curso.

	
Foto 01-Vista geral de um edifício	Foto 02- Croqui planta baixa
	
Foto 03- Inspeção de elementos estruturantes	Foto 04- Espessura das paredes
	 Cinta em CA Aterro argiloso 15cm Revestimento argamassa 19cm Base em CA 20cm
Foto 05-Investigação Cx d'água e escadas	Foto 06- Investigação e retirada de amostra

4. MODELAGEM PARA DETERMINAÇÃO DO GRAU DE RISCO POTENCIAL

A ISDR(2002) define risco como a probabilidade de ocorrência de danos resultantes da interação entre perigos naturais ou induzidos pelos homens e as condições de vulnerabilidade de um sistema, sendo o perigo considerado como ameaça potencial as pessoas ou bens que estão em exposição, Castro(2003).

Neste contexto consideramos que os perigos naturais estão associados aos vícios construtivos inerentes ao sistema construtivo em alvenaria resistente. Segundo PIRES SOBRINHO e MELO(2002) esses vícios podem ser agrupados em : a) fragilidade da formulação teórica; b) limitação dos materiais e do controle do processo construtivo; c) limitação quanto ao empirismo; e d) limitação quanto a degradação dos materiais e interação com o meio.

Já os perigos induzidos pelos usuários podem ser agrupados em: a) retirada de paredes e ampliações; b) construções de poços e plantio de árvores próximas; e c) falta de manutenção e ações preventivas.

Na modelagem numérica para o cálculo do índice de risco potencial, os principais fatores que interferem na sua determinação foram agrupados em três diferentes grupos: a) os que interferem nas tensões solicitantes e resistentes, cujos dados de entrada consideram a largura dos vão principal, a espessura e altura das paredes e a resistência das amostras retiradas na fundação; b) os que consideram as características da edificação e da existência de elementos estruturantes, cujos dados de entrada estão discretizados em 3 níveis ; e c) os que consideram as interferências realizadas na edificação, sendo estes discretizados em 4 níveis.

Os pesos e a formulação de cálculo foram atribuídas com base na experiência da equipe , técnicos com mais de 10 anos de investigação e elaboração de laudos em edificações similares, inclusive na participação da maioria dos laudos dos desabamentos citados. A escala de riscos seguiu as orientações praticadas pelas COMDECs- Comissões de Defesa Civil dos municípios, que divide em quatro níveis de risco: a) 0 a 1-Risco baixo; b) 1 a 2 -Risco médio; c) 2 a 3 –Risco alto; e d) 3 a 4 –Risco muito alto.

A expressão final dos resultados das investigações serão apresentadas na forma de mapas temáticos, em meio digital, georreferenciados sobre base de dados da Prefeitura, utilizando sistema aplicativo para visualização cartográfica e consulta do banco de dados em ArcExplorer.

5 VALIDAÇÃO DA METODOLOGIA E PRIMEIROS RESULTADOS

A aplicação da metodologia aos edifícios que ruíram em 2000 em Olinda, edifícios Éricka e Bloco B do edifício Enseada de Serrambi, mostram graus de risco potencial de 3,65 (grau de risco muito alto) e de 3,52 (grau de risco muito alto) respectivamente.

Até dezembro de 2007, foram investigados 2251 prédios, destes 1246 serviram como amostras representativas e 621 foram concluídos todas as etapas (investigação, preparação e ensaios das amostras, implantação dois dados, fotos e croquis no software, e desenvolvimentos dos mapas temáticos).

Os resultados obtidos estão apresentados na figura 02 a seguir..

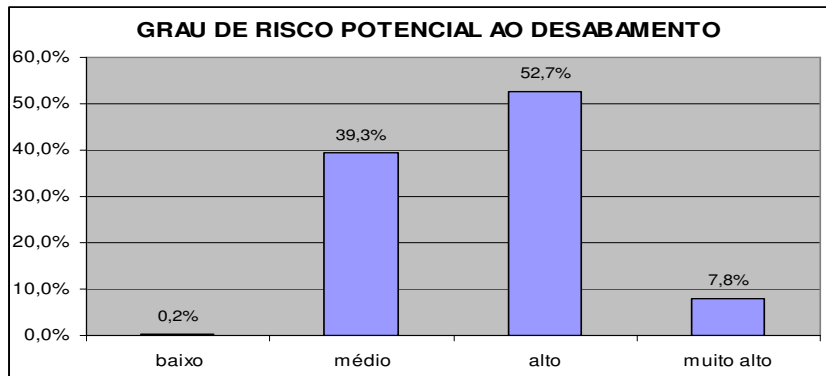


Figura 02- Distribuição percentual do grau de risco nos prédios do Recife

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O problema instalado, edifícios construídos com base em tecnologia empírica, ao longo de 30 anos, atinge cerca de 10% da população da Cidade do Recife, principalmente das classes de renda média e baixa. O índice de desastre é considerado elevado, superior a 1/10.000/ano, principalmente quando considerado que se refere a um Bem permanente e envolvendo vidas.

A ação do Ministério Público foi fundamental para desencadear o mecanismo para solução desse problema, cabe as demais entidades: Prefeituras(fiscalizam e concederam Habite-se); Construtoras(Construíram as edificações); Bancos Financiadores(financiaram e seguraram o bem); Condomínios(administram e “permitiram” as alterações); CREAs(regulamentam a atividade profissional) e Universidades(formação de profissionais) se envolverem e prestar uma contribuição real para restabelecer a segurança e habitabilidade das edificações já construídas e não contribuir para ampliação dessa problemática.

Ressalva deve ser feita a comunidade técnica (ITEP-UNICAP-UPE-UFSC) que em 2004 conseguiu aprovar na FINEP-Financiadora de Estudos e Projetos da União, projeto para desenvolvimento de modelos para recuperação de edifícios em alvenaria resistente, estando este em curso desde 2005.

8. REFERÊNCIAS

CASTRO, A L C – Manual de Desastres: desastres naturais. Ministérios da Integração Nacional. Brasília, 2003

CODECIPE- Causas do Desabamento do Edifício Érica, Jardim Fragoso , Olinda, Brasil, 2000.

CODECIPE- Causas do Desabamento do Bloco "B" do Conjunto Residencial Enseada do Serrambi, Bultrins , Olinda, Brasil, 2000.

CODECIPE- Causas do Desabamento do Bloco Posterior do Edifício Ijuí, Jaboatão do Guararapes, Brasil, 2002.

ISDR- International Strategy for Disaster Reduction. Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives. Preliminary version. Genova, Switzerland: UN/ISDR, 2002

OLIVEIRA, R.A e PIRES SOBRINHO, C.W.A-4ª International Conference on the Behaviour of Damaged Structures. João Pessoa,Brasil, 2005

PIRES SOBRINHO, C.W.A e SILVA, P.C.A - Laudo sobre as causas de ruína do Bloco "B" do Ed, Bosque das Madeiras, CREA-PE, Recife,Brasil, 1994

PIRES SOBRINHO, C.W.A e MELO, L.V- Sistema construtivo em alvenaria utilizado na região metropolitana do Recife: Razões técnicas de sua inviabilidade. VII International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries. Belo Horizonte,Brasil, 2002.