CBPAT 2020 ANAIS
CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES
DE 15 A 17 DE ABRIL | FORTALEZA - CE
http://dx.doi.org/10.4322/CBPAT.2020.254
ISBN 978-65-86819-05-2

AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE SÍSMICA DE EDIFICAÇÃO DO SÉCULO XIX

F. MINEIRO
Estudante
LAREB – UFC, Campus Russas
Ceará; Brasil
mineironeto1@gmail.com

M. FREIRES
Estudante
LAREB – UFC, Campus Russas
Ceará; Brasil
marcelofreires18@gmail.com

P. DAMASCENO
Estudante
LAREB – UFC, Campus Russas
Ceará; Brasil
isaacufcrussas@gmail.com

I. SOUSA
Estudante
LAREB – UFC, Campus Russas
Ceará; Brasil
israelnlsousa@gmail.com

E. MESQUITA
Professor, PhD.
LAREB – UFC, Campus Russas
Ceará; Brasil
emesquita@ufc.br

RESUMO

A preservação de edificações históricas ultrapassa o caráter estético, assume papel de resguardo cultural da sociedade, sendo herança comum a todos, as quais devem ser mantidas e preservadas. O presente trabalho tem como objetivo, avaliar a vulnerabilidade sísmica de uma edificação histórica e analisar o estado de conservação da mesma, através da determinação do índice de vulnerabilidade da parede fachada, para tal, foram realizadas inspeções in situ, objetivando analisar seu estado de conservação. A edificação consiste em um galpão de alvenaria de pedra datado de 1884. Todavia, a região a qual está inserida é classificada como Zona sísmica 1 e a crescente ocorrência de atividade sísmicas na região chamam atenção para possíveis danos em decorrência de sismos. Desse modo foram realizadas ponderações baseadas no desempenho de seus componentes e materiais constituintes, através de parâmetros qualitativos e quantitativos das informações geométrica e estrutural. Os resultados encontrados possibilitaram estimar que o nível de vulnerabilidade sísmica da fachada do edifício é baixo.

Palavras-chave: construções históricas, vulnerabilidade sísmica, caracterização

ABSTRACT

The preservation of historical buildings goes beyond the aesthetic character, assumes the role of cultural protection of society, being a common heritage to all, which must be maintained and preserved. The present work aims to assess the seismic vulnerability of a historic building and analyze its conservation status, by determining the vulnerability index of the facade wall, for this purpose, in situ inspections carried out, aiming to analyze its conservation status. The building consists of a stone masonry warehouse dating from 1884. However, the region to which it is located classified as Seismic Zone 1 and the increasing occurrence of seismic activity in the region calls attention to these possible damages. Thus, weightings performed based on the performance of its components and constituent materials, through qualitative and quantitative parameters of geometric and structural information. The results found made it possible to estimate the level of seismic vulnerability of the building façade is low.

Keywords: Historical constructions, Seismic vulnerability

1. INTRODUÇÃO

As reações dinâmicas originadas por movimentação do solo propiciadas por eventos sísmicos nas edificações é uma das maiores causas da destruição provocada após a ocorrência de terremotos. Além de ocasionar danos que atentam diretamente contra as vidas humanas, afligem estruturas em consequências aos danos materiais e culturais, principalmente quando os efeitos atingem edificações históricas. Embora o nível de sismicidade do Brasil não seja elevado, o país possui relatos de eventos com magnitude superior a 5 graus na escala Richter podendo assim causar danos significativos a edifícios mal construídos (Assumpção, 2000).

ISBN 978-65-86819-05-2

A forma como se comportam as construções em decorrência de um sismo depende majoritariamente da magnitude, dos tipos de materiais e dos métodos construtivos utilizados em sua concepção. Por estar situado numa região intraplaca, faz-se necessário fazer tal consideração nos projetos de engenharia. No entanto, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), apenas no ano de 2006 elaborou a NBR 15421 (ABNT,2006), onde ficam estabelecidos critérios básicos para serem adotados na construção de estruturas resistentes a sismos.

A região do sertão central cearense, em especial, a cidade vizinha a Quixadá, apresentou uma grande quantidade de sismos no ano de 2019, onde foram registrados pelo centro de observação da Universidade de São Paulo (USP) 14 sismos apenas nessa cidade. Nesse sentido, as edificações históricas também estão sujeitas a deteriorações naturais advindas de seu uso e função, podendo ser agravada pela ausência de manutenção. Esses mecanismos danosos podem ser agravados com a ocorrência de eventos de natureza sísmica, com crescente atividade na região.

Comumente empregada como técnica construtiva e desempenhando função de elemento portante, a alvenaria foi o principal elemento empregado em edificações históricas, apresentando particularidades no que trata de parâmetros estruturais quanto a comportamento sísmico. Pode-se citar como principal fator de vulnerabilidade a baixa resistência a tração dos blocos e da argamassa, deficiência que exige painéis com maiores espessuras. Segundo Roque (2002), a fraca resistência à tração tem como principal consequência a redução da resistência global à flexão, o que põe em causa a segurança das estruturas quando submetidas a ações de caráter sísmico (Roque, 2002). Em especial as ligações entre as paredes da fachada e às paredes ortogonais apresentam-se vulneráveis à ação dinâmica, podendo sofrer colapso parcial ou total de forma inesperada Vicente, 2008.

Compreendendo a importância da Preservação do Patrimônio Histórico o qual está associado a memória coletiva, pois é através dessa memória que a sociedade busca orientação para estudar e compreender o passado e o comportamento de um determinado grupo social. Em consonância, Pollak (1992) reforça que o avivamento da memória também contribui para a formação de identidade, resgate de raízes, estando ligada diretamente a formação cultural e econômica de um povo.

Diante à contemporaneidade das Normas Brasileiras, algumas edificações não se encontram em acordo com seus preceitos, estando desprovidas de sistemas estruturais resistentes a abalos sísmicos. Dessa maneira, faz-se necessário buscar meios para analisar a vulnerabilidade estrutural bem como o estado de conservação de edificações de caráter histórico como ferramenta de apoio à tomada de ações em relação à conservação e segurança estrutural visando preservar o patrimônio. A utilização e por conseguinte aplicação de métodos que permitam estimar a vulnerabilidade de tais edificações e podendo proporcionar informações úteis na prevenção de risco.

2. JUSTIFICATIVA

Os eventos sísmicos tem sua origem ligada as ações de movimentação das placas tectônicas, o Brasil por estar situado em uma região mais estável da placa sul americana, não apresenta grande preocupação ou cuidados com esses tipos de eventos, porém a região nordeste do país registra importantes eventos sísmicos com certa frequência, sendo assim considerada a região sismicamente mais ativa do país.

A NBR 15421 (ABNT 2006), indica as zonas sísmicas do território brasileiro, explicitando os estados do Norte e Nordeste, que se encontram dentro de zonas com maior propensão da ocorrência de sismos, explicitando a necessidade de uma maior atenção para essas regiões. Assim, é indicado que os sistemas estruturais sejam resistentes a forças sísmicas horizontais e apresentem mecanismos capazes de absorver esforços. A Figura 1 apresenta o zoneamento sísmico do território brasileiro.

A cidade de Quixadá, consequentemente está inserida na Zona 1 e necessita de observações referentes as atividades sísmicas. Dessa forma, construções históricas como a edificação alvo, abordada neste trabalho apresenta desconformidade com a NBR 15421 (ABNT 2006), justificando o presente trabalho e indicando aprofundamento nessa temática.

ISBN 978-65-86819-05-2

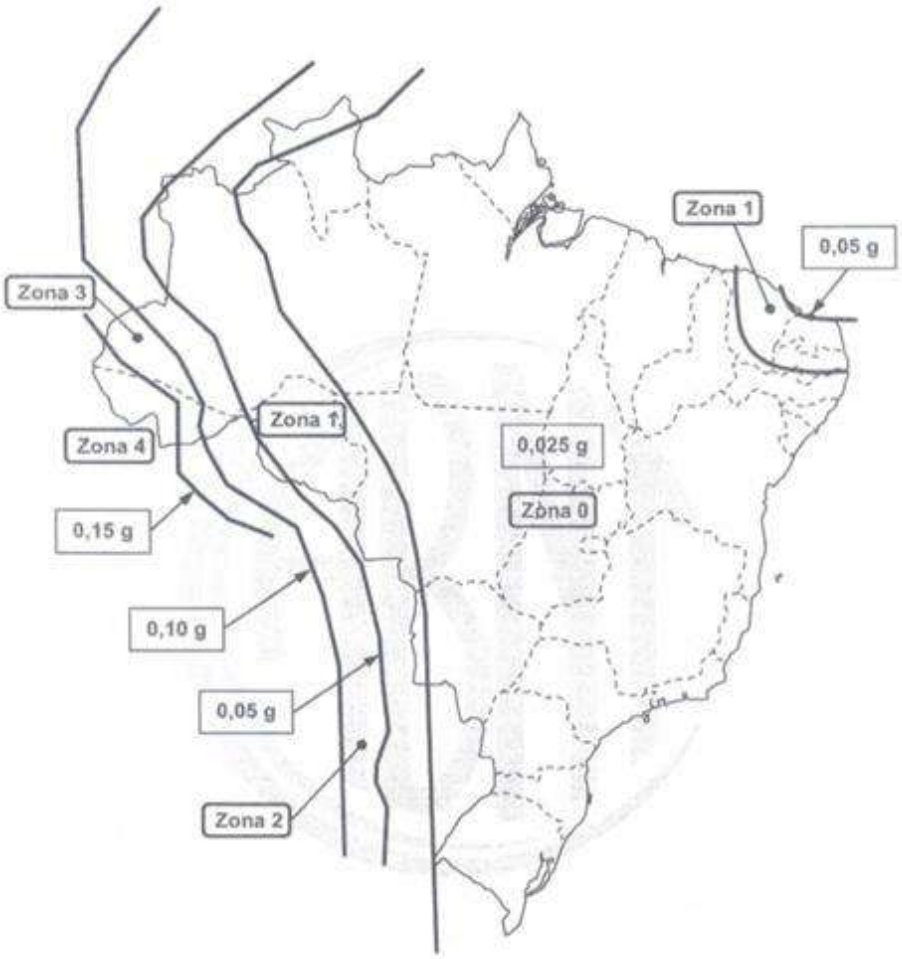

Figura 1: Mapeamento da aceleração sísmica horizontal característica no Brasil para terrenos da classe B ("Rocha").
ABNT NBR 15421

Outro agravante, no ano de 2019, a macrorregião do Estado chamou atenção, principalmente para a cidade de Quixeramobim, vizinha a Quixadá. Observando a Tabela 1, a cidade de Quixeramobim, distante 43 quilômetros de Quixadá, apresentou um total de 14 sismos registrados dos 18 até então registrados no estado durante o período de 2015 a 2019.

Problemas advindos das técnicas construtivas podem também agravar os efeitos. Os edifícios construídos em alvenaria, apresentam vulgarmente problemas de ligação das paredes em decorrência nada não utilização de elementos estruturais de ligação entre paredes. Desta forma, a eficiência das ligações entre pavimentos e paredes e especialmente das paredes de fachada às paredes ortogonais apresentam-se vulneráveis à ação dinâmica, podendo sofrer colapso parcial ou total de forma inesperada completa. Vicente (2008).

ISBN 978-65-86819-05-2

Tabela 1 – Sismos sentidos no estado do Ceará nos anos de 2010 à 2015.

Data	Lat.	Long.	Fonte	Mag.	Micro região
16/11/2019	-4,24	-38,25	USP	0,98	Cascavel
03/11/2019	-4,76	-37,95	USP	2,37	Palhano
03/11/2019	-4,74	-37,95	USP	2,41	Palhano
09/08/2019	-4,18	-38,13	USP	1,51	Beberibe
26/07/2019	-5,04	-39,57	USP	3,06	Quixeramobim
24/07/2019	-5,07	-39,51	USP	2,67	Quixeramobim
24/07/2019	-5,04	-39,58	USP	1,98	Quixeramobim
15/07/2019	-5,05	-39,56	USP	1,84	Quixeramobim
19/04/2019	-5,05	-39,50	USP	3,37	Quixeramobim
30/03/2019	-5,10	-39,45	USP	2,95	Quixeramobim
23/03/2019	-5,17	-39,41	USP	2,46	Quixeramobim
23/03/2019	-5,09	-39,45	USP	2,08	Quixeramobim
23/03/2019	-5,08	-39,44	USP	2,00	Quixeramobim
20/03/2019	-5,18	-39,42	USP	2,91	Quixeramobim
19/03/2019	-5,19	-39,43	USP	2,32	Quixeramobim
18/03/2019	-5,16	-39,42	USP	2,42	Quixeramobim
18/03/2019	-5,15	-39,39	USP	2,28	Quixeramobim
18/03/2019	-5,10	-39,43	USP	1,51	Quixeramobim
08/10/2018	-3,55	-40,46	USP	1,55	Meruoca
25/07/2018	-4,15	-38,85	USP	1,90	Palmacia
10/07/2018	-5,72	-39,55	USP	1,22	Mombaca
13/06/2018	-4,78	-38,05	USP	1,81	Palhano
24/05/2018	-3,78	-39,88	USP	2,53	Iraucuba
11/05/2018	-4,95	-38,08	USP	2,33	Palhano
14/04/2018	-3,63	-40,39	USP	1,27	Meruoca
25/07/2017	-4,13	-38,24	USP	3,26	Cascavel
10/04/2017	-3,19	-40,09	USP	3,12	Morrinhos
05/03/2017	-3,50	-40,23	USP	2,61	Sant. Do Acarau
14/03/2016	-5,90	-38,84	USP	3,43	Solonopole
06/03/2016	-5,88	-38,85	USP	2,79	Solonopole
06/03/2016	-5,87	-38,88	USP	2,63	Solonopole
06/03/2016	-5,86	-38,84	USP	1,70	Solonopole
18/01/2016	-3,80	-39,90	USP	2,13	Iraucuba
11/01/2016	-3,81	-39,88	USP	2,35	Iraucuba
06/01/2016	-3,83	-39,92	USP	2,40	Iraucuba
06/01/2016	-3,78	-39,89	USP	2,60	Iraucuba
25/12/2015	-3,82	-39,83	USP	3,53	Iraucuba
13/12/2015	-3,74	-38,81	USP	2,39	Caucaia
25/10/2015	-3,27	-40,59	USP	2,53	Uruoca
25/10/2015	-3,32	-40,58	USP	2,27	Uruoca
25/10/2015	-3,29	-40,59	USP	2,82	Uruoca
25/10/2015	-3,27	-40,58	USP	2,04	Uruoca
20/10/2015	-3,82	-40,19	USP	1,47	Forquilha
16/10/2015	-3,82	-40,52	USP	1,29	Carire
09/10/2015	-5,37	-38,92	USP	2,32	Banabuiu
08/10/2015	-7,55	-38,97	USP	2,40	Brejo Santo
08/10/2015	-3,81	-39,91	USP	2,52	Iraucuba
15/09/2015	-3,80	-39,93	USP	2,51	Iraucuba
14/09/2015	-3,83	-39,79	USP	1,67	Iraucuba
10/09/2015	-3,79	-39,89	USP	1,33	Iraucuba
10/09/2015	-3,82	-39,91	USP	2,27	Iraucuba
29/07/2015	-3,35	-40,51	USP	1,74	Senador Sá
26/07/2015	-2,97	-40,68	USP	1,80	Camocim
20/07/2015	-3,05	-40,72	USP	3,27	Granja
05/06/2015	-4,61	-38,28	USP	2,67	Ocara
13/05/2015	-3,59	-40,54	USP	2,97	Alcantaras
05/05/2015	-3,59	-40,54	USP	2,46	Alcantaras
18/04/2015	-4,88	-37,63	USP	2,13	Jaguaruana
15/04/2015	-5,36	-39,18	USP	2,18	Quixeramobim
26/03/2015	-4,17	-38,13	USP	2,46	Beberibe
18/03/2015	-3,99	-38,58	USP	1,73	Pacatuba
07/02/2015	-3,58	-40,54	USP	2,02	Alcantaras

3. METODOLOGIA

Neste trabalho foram utilizadas e adaptadas as fichas de inspeção utilizadas no desenvolvimento do trabalho de Vicente (2008) voltado para a avaliação da vulnerabilidade e do risco sísmico do edificado da Baixa de Coimbra. O autor elaborou uma proposta para estabelecer o índice de vulnerabilidade para possibilitar avaliação das paredes de fachada de um edifício. Para isso, foram registradas informações das edificações através de levantamento fotográfico e caracterização geométrica, possibilitando assim a confecção de fichas de inspeção (Figura 2).

Desenvolveu-se a partir desse estudo uma proposta de um índice de vulnerabilidade da fachada, também calculado como a média ponderada de 10 parâmetros. Cada parâmetro avalia um aspecto que influencia a resposta sísmica da fachada do edifício, estimando-se a classe de vulnerabilidade, parâmetro a parâmetro, pela análise de diferentes aspectos.

ISBN 978-65-86819-05-2

Estes parâmetros são classificados em 4 classes de vulnerabilidade sendo essas denominadas A, B, C e D. Essa denominação é referente a um grau de intensidade, cada parâmetro avaliado possui uma determinação diferente, mas mantendo a ordem de intensidade. Sendo atribuído respectivamente os valores de 0, 5, 20 e 50.

A cada parâmetro é associado um peso que varia de 0,75 para os parâmetros mais importantes e de 0,5 para os parâmetros mais importantes no cálculo do índice de vulnerabilidade. Em analogia com o índice de vulnerabilidade do edifício já apresentado, o índice de vulnerabilidade da fachada de um edifício poderá variar entre 0 e 100, sendo que quanto menor for o valor, menor será a sua vulnerabilidade.

Os parâmetros P5 e P6, tratam da qualidade dos materiais e do estado de conservação e são considerados os mais importantes e atribuídos o peso de 0,75 e aos demais seis parâmetros foi atribuído 0,5.

Associado à escolha da classe de vulnerabilidade de cada parâmetro na definição do índice de vulnerabilidade existe um nível de incerteza, de acordo com o modo que foram realizadas as inspeções, pelo fato de não se pode obter detalhes precisos em determinados elementos, foi estabelecido uma classificação para um grau de confiança, com o objetivo de associar cada dado à sua fiabilidade. Então, para cada parâmetro avaliado em cada edifício foi definido um grau de confiança (GC) Vicente (2008).

O grau de confiança para a forma com que a informação foi obtida é classificado quatro níveis, segundo Vicente (2008):
E – Informação de elevada qualidade: informação observada diretamente in situ com apoio de registros geométricos;
M – Informação de média qualidade: informação ora fiável, visualização de fotografias e informação de situações análogas;
B - Informação de qualidade medíocre: informação baseada na suposição, com um grau de certeza baixo, por vezes de escolha casual;
A – Ausência de informação: Escolha aleatória, podendo-se fixar este grau de certeza, na impossibilidade de avaliar um determinado parâmetro, em todos os casos, arbitrando um valor indicativo.

PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO		Classe e pontuação				Pi	Cvi x Pi	GC
1. Geometria e aberturas								
P1	Geometria da fachada	A 0	B 5	C 20	D 50	0,5		
P2	Esbelteza máxima	A 0	B 5	C 20	D 50	0,5		
P3	Área de aberturas	A 0	B 5	C 20	D 50	0,5		
P4	Desalinhamento de aberturas	A 0	B 5	C 20	D 50	0,5		
2. Materias e estado de degradação								
P5	Qualidade dos materias	A 0	B 5	C 20	D 50	0,75		
P6	Estado de conservação	A 0	B 5	C 20	D 50	0,75		
3. Ligação a outros elementos estruturais								
P7	Eficiencia dali gação as paredes ortogonais	A 0	B 5	C 20	D 50	0,5		
P8	Ligação aos diafragmas horizontais e cobertura	A 0	B 5	C 20	D 50	0,5		
P9	Impulso da cobertura	A 0	B 5	C 20	D 50	0,5		
4. Elementos ligados a fachada								
P10	Elementos não estruturais	A 0	B 5	C 20	D 50	0,5		
				Índice final				

Figura 2: Cálculo do indicie de vulnerabilidade da fachada.

ISBN 978-65-86819-05-2

4. CARACATERIZAÇÃO

4.1. Caracterização da edificação.

A edificação faz parte de um conjunto obras de apoio para a construção das obras no entorno do Açude Cedro, finalizada entre os anos de 1884 e 1885, tornou-se um marco no combate à seca sendo a primeira grande obra nacional com essa finalidade. Essas construções trouxeram grandes modificações à região de Quixadá, quer fossem relacionadas às transformações na paisagem ou aos aspectos políticos, econômicos e culturais. Logo, as mudanças promovidas no espaço físico sertanejo, tendo como base o projeto de construção do açude Cedro, foram visualizadas com mais nitidez. Monteiro (2012).

A edificação avaliada no presente trabalho era utilizada como almoxarifado e também funcionavam as oficinas, possui 350 m^2, é constituída de alvenaria de pedra e alvenaria de blocos cerâmicos. As paredes não possuem nenhum tipo de pintura ou de revestimento argamassado, sua cobertura é composta por tesouras de madeira como elemento estrutural e coberta por telhas, possuindo apenas o pavimento térreo.



Figura 3: Fachada da edificação utilizada como galpão durante a construção do açude Cedro

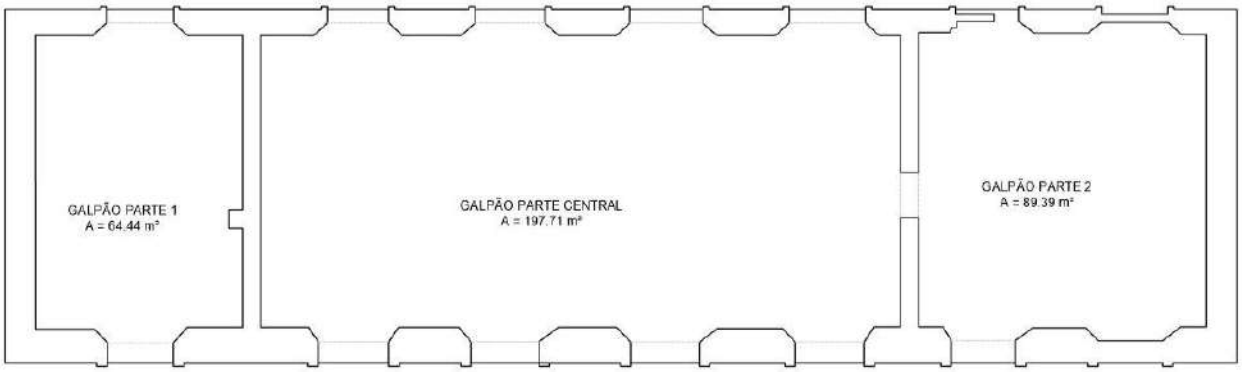

Figura 4: Planta da edificação utilizada como galpão na construção do açude Cedro

ISBN 978-65-86819-05-2

4.2. Estado de conservação

Para a obtenção dos parâmetros qualitativos e quantitativos a serem utilizados, foram realizadas inspeções "*in situ*" como recurso de análise para o sistema construtivo empregado, conformações geométricas, identificação visual de possíveis danos, posteriormente realização de diagnósticos e mapeamento de danos.

A degradação das construções históricas, por vezes, é aguçada pela falta de manutenção em frente ao desgaste natural dos materiais e ação de fatores de ordem física, química, biológica e humana. Os danos mais frequentemente encontrados nas edificações históricas são fissuras, desagregação do reboco, eflorescências e danos de origem antrópica.

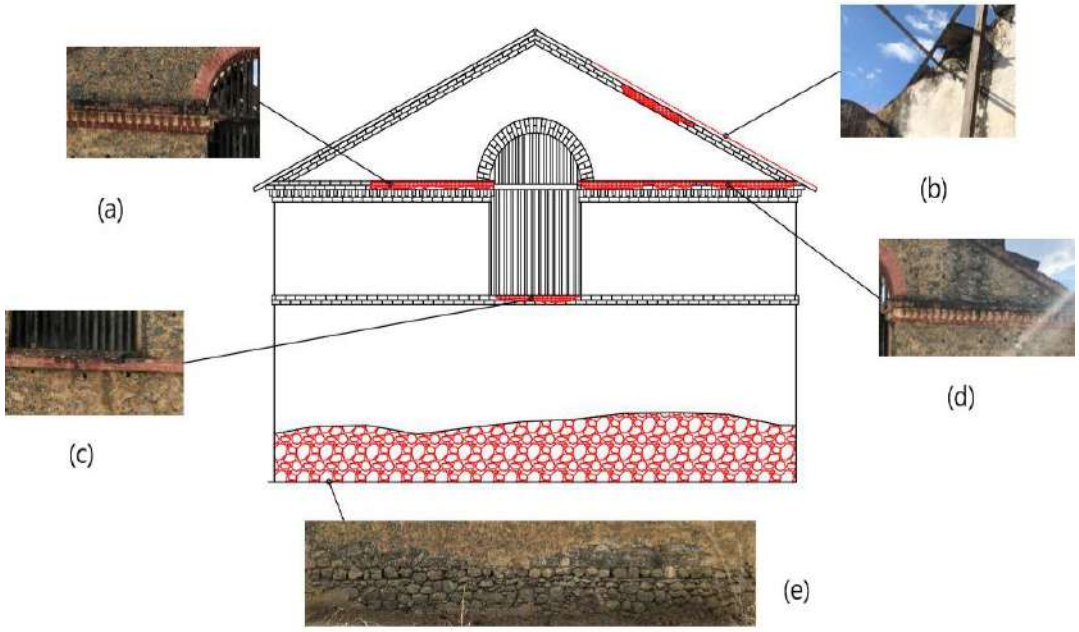

Figura 5: Mapeamento de danos da fachada do edifício

5. AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE DA FACHADA.

Mediante o que foi exposto no início deste trabalho, realizou-se a análise do galpão utilizado durante a construção do açude Cedro. Os dados qualitativos foram obtidos através da inspeção direta da edificação e consequentemente obtenção de dados geométricos. A região a qual engloba todo o açude Cedro é extensa e diversa, o que dificulta a obtenção de dados para efeitos de comparação.

Conforme a ficha desenvolvida por Vicente (2008), a avaliação da vulnerabilidade da fachada de uma edificação pode ser estabelecida através correto preenchimento da ficha de acordo com as características e os danos apresentados na edificação. A ficha está dividida em 4 grupos e dentre esses grupos estão alocados os 10 parâmetros avaliados, será atribuído a cada parâmetro a classe de vulnerabilidade que melhor caracteriza cada aspecto avaliado em cada parâmetro. Para os parâmetros quantitativos 1, 2 e 3 serão necessários os seguintes dados da edificação Base (B), Altura (H), Espessura da parede, Área da fachada, Área das aberturas, e seus respectivos valores são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Medidas da geometria da edificação.

Dados	Medidas	Unidade
Base	11,5	m
Altura	8	m
Espessura	1	m
Área	78,3	m²
Área das aberturas	5,93	m²

ISBN 978-65-86819-05-2

O parâmetro P1, Geometria da Fachada, utilizada da relação entre a Altura e a Base, é uma medida indireta do seu peso e altura. O seu significado, apenas faz sentido quando combinado com outros aspectos geométricos acrescenta Vicente, (2008). Para o galpão esse índice foi de 0.70, dessa forma classificada como classe C. O indicie de esbeltez é uma medida utilizada para estimar a facilidade com que o elemento tem em curvar-se e essa relação é dada em função da altura do elemento e sua espessura, não diferente disso o parâmetro P2, Esbeltez Máxima, é estabelecido através da relação entre a altura da parede de fachada e espessura da parede. Esse parâmetro foi classificado como A.

A resposta de uma parede a uma força horizontal pode ser influenciada pela dimensão e configuração das aberturas que são feitas nas paredes, visto que o caminho de carga e a transmissão de tensão nas paredes, direciona e define os mecanismos de rotação no próprio plano da fachada como propôs Vicente (2008). O Parâmetro P3, Área de aberturas, é determinado em função da porcentagem correspondente as áreas abertas, assim esse parâmetro foi classificado como classe A, pois a fachada do galpão apresenta 7,6% de área de abertura. O Parâmetro P4, Desalinhamento das Aberturas busca avaliar a regularidade e o alinhamento das aberturas, como a edificação só possui uma abertura e de forma bem definida é estabelecido para esse parâmetro a classe.

No segundo grupo onde ficam os parâmetros que recebem maior peso. O parâmetro P5, Qualidade dos Materiais, avalia a qualidade dos materiais que constituem a alvenaria das fachadas. Por se tratar de uma alvenaria de pedra e devido ao estado de conservação precário foi facilmente identificando, uma parte interna era constituída de alvenaria de blocos cerâmicos, mas isso não modificou este parâmetro pois a mesma era em uma pequena parte e não tem funções estruturais. Realizando a avaliação global e fundamentando-se com o estado de conservação observado pode-se concluir que a alvenaria da edificação em questão é de boa mas apresentando-se pouco homogêneas em toda a extensão da parede culminando assim na classe de vulnerabilidade B.

O Parâmetro P6, Estado de conservação, é necessário que se conheça a configuração, abertura, localização e origem da fissuração. O autor Vicente (2008), recomenda que na análise deste parâmetro a observação deve ser especialmente dirigida às zonas dos cunhais e ligações às paredes ortogonais. A edificação não apresenta de forma clara nenhum tipo de manifestação ligadas a fissuração nem em suas zonas de ligação ou próximas as aberturas, avaliação está prejudicada devido as más condições de conservação do revestimento impossibilitando uma melhor análise. Dessa forma sendo atribuída classe A para esse parâmetro e grau de confiança M.

O Parâmetro P7 analisa de forma qualitativa a eficiência das ligações as paredes ortogonais através da identificação de elementos construtivos que minimizem os mecanismos de colapso para fora do plano. A fachada encontra-se apenas bem ligada em decorrência das técnicas de assentamento e travamento da alvenaria característico desse tipo de sistema construtivo e nos encontros de alvenarias não há sinais de fragilização resultando assim em classe B de vulnerabilidade para esse quesito.

A qualidade e tipo de sistema estrutural dos pavimentos tem uma influência notável no comportamento global dos edifícios. A deficiente ligação entre os pavimentos e as paredes acaba gerando distorções e deformações superiores nas paredes como Vicente (2008), indica em outras análises de vulnerabilidade sísmica. O Parâmetro P8, Ligação aos diafragmas horizontais e cobertura, acaba por não se aplicar a essa edificação pois não possuiu outros pavimentos, sendo atribuído a classe com menor indicie A.

O Parâmetro impulso da cobertura, indicado como P9 verificar se a cobertura se apoia sobre a parede de fachada, constituindo um risco na origem de impulsos, nesta avaliação considera-se também para classificação o estado de conservação. O telhado do galpão é um sistema bem comum, fazendo o uso de tesouras com elementos transversais e tendo elementos longitudinais, as terças e consequentemente cumeeira apoiadas sobre a fachada, sendo assim sujeita a impulso e como o estado de conservação do telhado naquela região encontra-se em más condições a classe empregado foi C.

Elementos conectados ou apoiados na fachada podem vir a constituir um risco de queda e tornando assim um que possibilita um aumento dos danos para a parede de fachada quando submetidas a efeitos sísmicos. O Parâmetro P10, Elementos ligados a fachada, realiza essa classificação sendo constatados através da inspeção que não existem varandas, platibandas, ornamentos e nem outros elementos ligados à fachada do galpão, configurando assim como classe A.

ISBN 978-65-86819-05-2

PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO		Classe e pontuação				Pi	Cvi x Pi	GC
1. Geometria e aberturas								
P1	Geometria da fachada	A	B	C	D	0,5	10	M
		0	5	20	50			
P2	Esbelteza máxima	A	B	C	D	0,5	0	M
		0	5	20	50			
P3	Área de aberturas	A	B	C	D	0,5	0	M
		0	5	20	50			
P4	Desalinhamento de aberturas	A	B	C	D	0,5	0	E
		0	5	20	50			
2. Materias e estado de degradação								
P5	Qualidade dos materias	A	B	C	D	0,75	3,75	M
		0	5	20	50			
P6	Estado de conservação	A	B	C	D	0,75	0	M
		0	5	20	50			
3. Ligação a outros elementos estruturais								
P7	Eficiencia dali gação as paredes ortogonais	A	B	C	D	0,5	2,5	E
		0	5	20	50			
P8	Ligação aos diafragmas horizontais e cobertura	A	B	C	D	0,5	0	E
		0	5	20	50			
P9	Impulso da cobertura	A	B	C	D	0,5	10	M
		0	5	20	50			
4. Elementos ligados a fachada								
P10	Elementos não estruturais	A	B	C	D	0,5	0	E
		0	5	20	50			
				Índice final			26,25	

Figura 6: Índice de Vulnerabilidade de fachada calculado.

6. CONCLUSÃO

Através desse estudo, foi possível avaliar a vulnerabilidade sísmica e estrutural de uma edificação que compõe o patrimônio histórico nacional, com o uso de caracterização dos elementos estruturais e identificação de danos existentes.

Através do mapeamento de danos realizados em inspeção, verificou-se o estado da edificação e foram identificados danos relacionados principalmente a falta de manutenção e conservação, apresentando “placa mento” da argamassa de revestimento, presença de umidade gerando manchas nos detalhes da fachada bem como danos nos elementos de madeiras de esquadrias e cobertas

Utilizando da inspeção e da avaliação das características importantes da edificação para o preenchimento da ficha de inspeção e consequentemente determinação de indicies, foram obtidas estimativas da suscetibilidade de uma estrutura sofrer avarias provenientes de ações sísmicas. O índice de vulnerabilidade sísmica da edificação foi estabelecido em 26,25. De acordo com os resultados obtidos e considerando que o índice de vulnerabilidade da fachada pode assumir valores entre 0 e 100, conclui-se que a edificação apresenta baixa vulnerabilidade à ocorrência de mecanismos danosos durante ocorrência de um evento oriundo de ações sísmica.

6. REFERÊNCIAS

[1] ASSUMPÇÃO, Marcelo Sousa de; DIAS NETO, Coriolano de Marins e. **Sismicidade e estrutura interna da terra**. Investigando a Terra. São Paulo, 2000.

ISBN 978-65-86819-05-2

[2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15421: **Projeto de estruturas resistentes a sismos -Procedimento**. Rio de Janeiro, 2006.

[3] Centro de Sismologia da Universidade de São Paulo /USP. Disponível em: <http://www.sismo.iag.usp.br/rq/event>. Acesso em: 01 dez. 2019.

[4] Vicente, R., **Estratégias e metodologias para intervenções de reabilitação urbana**. Tese de Doutorado em Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, 2008.

[5] POLLAK, Michael. **Memória e Identidade Social**. In: Estudos Históricos. Rio de Janeiro, vol. 5.n. 10. 1992, p. 200-212).

[6] Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). **Barragem do Cedro nos Monólitos de Quixadá (CE)**. Disponível em <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/816>. Acesso em: 28 de nov. 2019.

[7] Monteiro, R. Felipe. **Um Monumento ao Sertão**: ciência, política e trabalho na construção do Açude Cedro. Dissertação de mestrado em História, na Universidade Federal do Ceará, 2012.

[8] Roque, J.C.A. Reabilitação estrutural de paredes antigas de alvenaria, in Departamento de engenharia civil, Universidade do Minho: p. 352. Portugal, 2002.