

PERÍCIA DE COLAPSO ESTRUTURAL: ESTUDO DE CASO DA INFLUÊNCIA DO ACRÉSCIMO DE CARGAS E PLACAS FOTOVOLTAICAS EM COBERTURA DE TEMPLO RELIGIOSO

Trabalho de Perícia ou Inspeção Predial

HENRIQUE T SANTIAGO
ARTHUR BRAS GOMES

João Pessoa - PB
2025

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



PERÍCIA DE COLAPSO ESTRUTURAL: ESTUDO DE CASO DA INFLUÊNCIA DO ACRÉSCIMO DE CARGAS E PLACAS FOTOVOLTAICAS EM COBERTURA DE TEMPLO RELIGIOSO

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados de uma perícia de engenharia civil sobre o colapso estrutural da cobertura de um templo religioso, ocorrido durante a instalação de um sistema de placas fotovoltaicas. A investigação teve como objetivo determinar as causas do sinistro, focando na influência do acréscimo de cargas por modificações realizadas na edificação ao longo do tempo e pelos painéis solares, analisando a compatibilidade da estrutura metálica existente com novas solicitações. Foram analisados laudos fornecidos pela administração da igreja, as especificações técnicas das placas fotovoltaicas e o histórico de modificações realizadas no imóvel. A análise incluiu o cálculo das cargas existentes na edificação com os acréscimos das cargas das placas. Conclui-se que o acréscimo das cargas por placas fotovoltaicas, sem a devida avaliação e estrutural previa, foi o fator decisivo para o colapso, porém não foi o único, ressaltando a importância de estudos preliminares de viabilidade e segurança das estruturas em intervenções desse tipo.

Colapso Estrutural, Placas Fotovoltaicas, Cobertura, Igreja

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



SUMÁRIO

1	EXPOSIÇÃO	4
1.1.	ESTUDO DE CASO	4
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	4
2	DOCUMENTOS FORNECIDOS E ANALISADOS	5
3	CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO	6
3.1	DESCRIÇÃO DO OBJETO.....	6
4	DA VISTORIA NA EDIFICAÇÃO APÓS COLAPSO ESTRUTURAL	10
4.1	DAS CONSTATAÇÕES EM VISTORIA.....	11
5	DAS DOCUMENTAÇÕES APRESENTADAS	15
5.1	DAS INCOMPATIBILIDADES DAS INFORMAÇÕES APRESENTADAS	15
5.1.1	DO LAUDO ESTRUTURAL	15
6	ESTUDO ACRÉSCIMO DE CARGAS PROFISSIONAL HABILITADO ...	20
6.1	DAS CARGAS CONSIDERADAS EM RELATÓRIO ESTRUTURAL	20
6.2	CONCLUSÃO DO RELATÓRIO ESTRUTURAL	21
7	ANÁLISES COMPLEMENTARES	22
8	CONCLUSÃO.....	25

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



1 EXPOSIÇÃO

1.1. ESTUDO DE CASO

Trata-se de um trabalho de vistoria de análise de causalidade, com o objetivo de determinar e esclarecer os fatores que influenciaram o colapso estrutural da cobertura de uma igreja com atuação relevante na capital do estado de Goiás.

O colapso estrutural causou grande repercussão na imprensa regional, pois a edificação costumava receber em seus cultos até 2.000 fiéis, portanto, havia um risco de uma tragédia com grandes proporções no cenário nacional.

Em 19 de março de 2025, na cidade de Goiânia, a estrutura de cobertura da Igreja Vida¹ colapsou, durante a instalação de placas fotovoltaicas na manhã de uma quarta-feira, no setor Leste Vila Nova, segundo o Corpo de Bombeiros Militar de Goiás.

Não houve vítimas fatais ou com ferimentos graves, trabalhadores da empresa responsável pela instalação das placas fotovoltaicas informaram ter ouvido um “estrondo” e posteriormente a estrutura desabou.

“Telhado de igreja desaba durante instalação de placas solares em Goiânia. De acordo com o pastor Luiz Silva², líder da igreja, apenas os funcionários da empresa contratada estavam no local no momento do acidente” Manchete de Jornal - Fonte: Jornal Opção - Manchete

“Teto de igreja cede enquanto trabalhadores instalavam placas solares em Goiânia. Bombeiros informaram que houve um colapso parcial de estrutura metálica do telhado. Uma pessoa sofreu ferimentos leves” Manchete de Jornal – Fonte: G1 Goiás – Filial rede Globo

Trabalho realizado por meio de anamnese, análise de documentos e relatórios fotográficos, como orienta a ABNT NBR 13752:2024 – Perícias de Engenharia na Construção Civil:

“3.43 Vistoria: Espécie de perícia que pode ter como objetivo a constatação de fatos, análise comparativa de conformidade ou desenvolvimento de método investigativo e analítico fundamentado que permita apuração de causas e consequências, conforme 6.4.”

6.4.3 Vistoria de análise de causalidade: Constatação de fatos ou situações com descrição minuciosa dos elementos que os constituem por meio de método investigativo tecnicamente fundamentado que permita analisar a existência ou inexistência de possíveis nexos causais. Esta vistoria pode ainda revelar responsabilidades e apontar consequências.”

1.1 Contextualização

A Igreja Vida foi fundada em Goiânia em 1999, inicialmente em uma garagem num bairro da capital. A igreja se expandiu rapidamente, com a implementação do

¹ Nome da igreja alterado para cumprir às exigências de sigilo postas no *Regulamento para Apresentação de Trabalhos Técnicos/Científicos do XXIII COBREAP 2025* (vide Art. 2, §2º, Art. 12).

² Nome alterado para cumprir às exigências de sigilo postas no *Regulamento para Apresentação de Trabalhos Técnicos/Científicos do XXIII COBREAP 2025* (vide Art. 2, §2º, Art. 12).

modelo de células, onde famílias e grupos se reúnem em casas para cultos e estudos bíblicos. Atualmente, a Igreja possui membros e igrejas em diversos estados do Brasil e em vários países. Atualmente a igreja possui 40 mil membros em Goiás e mais de 171 mil membros em todo o mundo, em Goiânia a instituição conta com 9 unidades e mais de 80 pastores, recentemente comemorou seus 25 anos no estádio Serra Dourada, reunindo mais de 50 mil pessoas.

Figura 1 - Templo sede da Igreja Vida com capacidade para mais de 7 mil pessoas - Fonte: Diário Goiás em destaque



2 DOCUMENTOS FORNECIDOS E ANALISADOS

Foram analisados os seguintes documentos:

- a) Relatório Master³;
- b) Estrutura Metálica (.DWG);
- c) Anexo 1: Memorial de Cálculo Vento;
- d) Anexo 02: Especialização telha 3.66 – Eternit2020/21
- e) Anexo 03: Especificação placa fotovoltaica – CanadianSolar
- f) Anexo 04: Memorial de cálculo
- g) Laudo Estrutural – Igreja Vida Unidade Praça (Responsável: Igreja Vida/ Solar Engenharia⁴)

³ Nome alterado para cumprir às exigências de sigilo postas no *Regulamento para Apresentação de Trabalhos Técnicos/Científicos do XXIII COBREAP 2025* (vide Art. 2, §2º, Art. 12).

⁴ Nome alterado para cumprir às exigências de sigilo postas no *Regulamento para Apresentação de Trabalhos Técnicos/Científicos do XXIII COBREAP 2025* (vide Art. 2, §2º, Art. 12).

3 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO

3.1 Descrição Do Objeto

Imóvel tipo Galpão Comercial, com destinação de uso para templo religioso, com capacidade de aglomeração de até 2.000 pessoas, segundo relatos em visita técnica, com área construída de aproximadamente 2.255,86 m².

Inicialmente, o galpão era utilizado como estoque de eletrodomésticos por uma grande varejista da capital.

Figura 3 - Croqui da Igreja – Fonte: FA Projetos

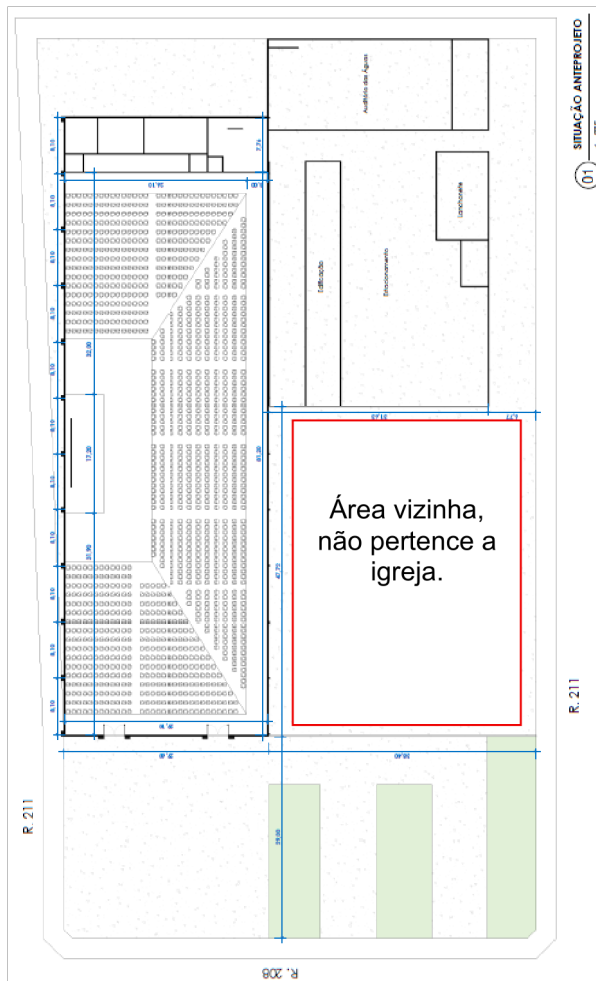


Figura 2 - Vista superior da igreja, após colapso



4. DAS MODIFICAÇÕES DO IMÓVEL AO LONGO DO TEMPO

Para o estudo do caso, é crucial entender a evolução e modificações realizadas no imóvel ao longo do tempo, abaixo podemos identificar e caracterizar as modificações.

Figura 4 - Imóvel em 11/2003: Anterior a locação pela Igreja - Fonte: Google Earth



Na Figura 4, destacado em **vermelho**, temos a área ainda não transformada em estacionamento, em **verde**, podemos identificar o telhado com ausência das condensadoras de ar e fortes indícios da presença de exaustores industriais, o que nos traz evidências do uso do galpão como estoque de mercadorias.

Figura 5 - Imóvel em 03/2009 - Primeiras evidências de adequação do imóvel para templo religioso – Fonte: Google Earth



Na Figura 5, já podemos evidenciar as primeiras modificações no imóvel, com adequações para o uso de templo religioso, em **vermelho** construção do estacionamento, em **azul** já com a presença das condensadoras de ar-condicionado e em **verde** retirada dos exaustores tipo industrial.

Figura 6 - Imóvel em 03/2009 - Fonte: Google Earth



Na Figura 6, já temos a presença de estacionamento, alteração do sistema de exaustão e em azul a presença de condensadoras de ar condicionado no telhado em melhor qualidade.

Figura 7 - Imóvel em 24/03/2025 - Fonte: Arquivo próprio



Na Figura 7, temos a foto por drone, evidenciando a presença das condensadoras de ar-condicionado, agora com a presença das placas fotovoltaicas, indicadas pela seta laranja.

Logo, podemos identificar alterações significativas da edificação original, principalmente em relação ao uso e ocupação do imóvel, durante o desenvolvimento do trabalho, não foi enviado pela administração da igreja, projetos atualizados da edificação, protocolos de regularização da atividade do imóvel, Certificado de Conformidade do Corpo de Bombeiros Militar de Goiás (CBM-GO) entre outros.

Qualquer alteração de uso ou de características de uma edificação requer licenciamento prévio do órgão municipal competente. Isso está expresso no Código de Obras e Edificações de Goiânia (Lei Complementar nº 364/2023):

“Art. 60. Após a emissão da CCO [Certidão de Conclusão de Obra], a edificação não poderá sofrer alteração de qualquer natureza sem o prévio licenciamento e/ou autorização do órgão municipal de planejamento urbano, salvo os casos previstos neste Código.”

A Lei Complementar nº 364/2023 também aborda a questão da categoria de uso, deixando claro que não é permitido alterar essa categoria sem a devida regularização:

“Art. 52. Para efeitos desta Lei Complementar consiste em reforma a obra em edificação existente na qual não haja supressão ou acréscimo de área construída e/ou de pavimento, admitidas as seguintes intervenções:

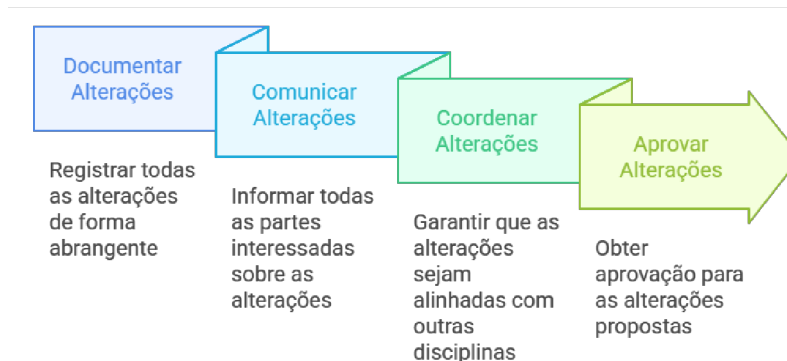
(...)

IV – Não alterem a categoria de uso”

Ou seja, uma simples "reforma" que altere o uso do imóvel sem o devido processo de licenciamento não é considerada regular. Um galpão industrial tem uma classificação de uso e características construtivas muito diferentes de um templo religioso que receberá um grande fluxo de pessoas.

Ainda sobre modificação de projeto existente, caracterizada pela supressão, acréscimo ou substituição de itens, elementos e/ou componentes nele representados, a luz da ABNT NBR 16636-1:2017 – Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados em projetos arquitetônicos e urbanísticos – Parte 1: Diretrizes e terminologia, temos de forma ilustrativa as orientações da norma:

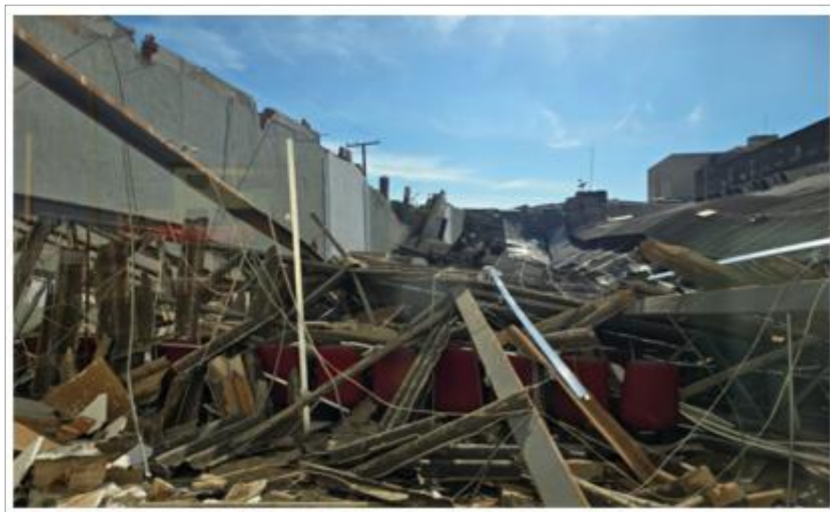
Figura 8 - Esquemática para modificação de projetos, a luz das orientações da NBR 16636-1:2017



4 DA VISTORIA NA EDIFICAÇÃO APÓS COLAPSO ESTRUTURAL

A vistoria foi realizada no dia 20 de março de 2025, no período da manhã, acompanhado pelo CREA-GO, Defesa Civil, CBM-GO e equipe de suporte da igreja Vida.

Figura 9 - Vista Frontal dos Escombros



Como a possibilidade do risco de desabamento do restante da edificação, (muros limítrofes entre outras estruturas), também foi utilizado o arquivo fotográfico de outras equipes e profissionais, como CBM-GO, Defesa Civil, CREA-GO, evitando o acesso aos locais abaixo dos escombros.

Figura 10 - Muros limítrofes com risco de colapso - arquivo próprio



4.1 Das Constatações Em Vistoria

Analisando as imagens e evidências colhidas em vistoria, temos a classificação das anomalias constatadas, de acordo com as recomendações da NBR 13.752:2024 – Perícias de Engenharia, para Vistorias de Constatação temos:

“6.4.1 Constatação de fatos ou situações com descrição minuciosa dos elementos que os constituem. Pode ter o propósito de caracterizar tipologia, estado de conservação, padrão construtivo, idade, anomalias, manifestações patológicas, falhas, avanço físico de uma obra, ou outras características. Não há determinação de causas, responsabilidades e soluções.

Para a Vistoria de análise de causalidade, temos:

“6.4.3 Constatação ed fatos ou situações com descrição minuciosa dos elementos que os constituem por meio de método investigativo tecnicamente fundamentado eu permita analisar a existência ou inexistência de possíveis nexos causais. Esta vistoria pode ainda revelar responsabilidades e apontar consequências.”

Ainda para a classificação das manifestações patológicas temos:

“3.3 Anomalia endógena: anomalia associada a projeto, especificações de materiais ou execução;

3.4 Anomalia exógena: anomalia associada a fatores externos ou provocada por terceiros;

3.5 Anomalia funcional: anomalia associada ao término de vida útil, à decrepitude ou á obsolescência;

3.18 Falha: ocorrência que prejudica a utilização do sistema ou do elemento, resultando em desempenho inferior ao requerido;



Imagem 01

Origem: Anomalia Endógena

Descrição: Apoio das estruturas de cobertura diretamente em bloco cerâmico não estrutural.



Imagem 02

Origem: Anomalia Endógena

Descrição: Posicionamento inadequado com flexão da terça.

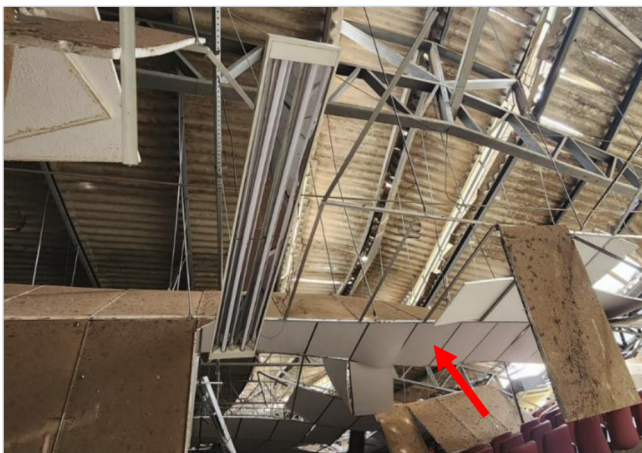


Imagem 03

Origem: Anomalia Exógena

Descrição: Acréscimo de carga na estrutura de cobertura, forro de gesso acartonado.



Imagem 04

Origem: Anomalia Endógena

Descrição: Padrões de solda em estrutura metálica inadequadas.



Imagem 05

Origem: Anomalia Endógena

Descrição: Engastamento insuficiente.



Imagem 06

Origem: Anomalia Exógena

Descrição: Acréscimo de carga na estrutura do sistema de cobertura (condensadoras de ar-condicionado).



Imagem 07

Origem: Anomalia Endógena

Descrição: Engastamento insuficiente.



Imagem 08

Origem: Anomalia Endógena

Descrição: Engastamento insuficiente.



Imagem 09

Origem: Anomalia Exógena

Descrição: Acréscimo de carga (placas fotovoltaicas).

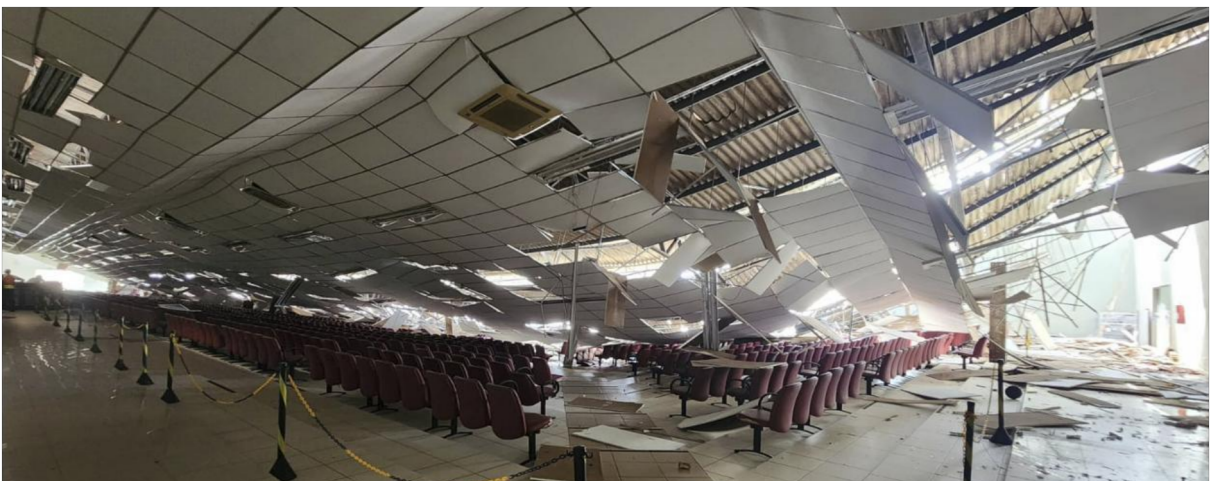


Imagem 10

Origem: Anomalia Exógena

Descrição: Acréscimo de cargas (forros de gesso, equipamentos de som e refrigeração entre outros) e alteração da destinação de uso inicial da edificação;

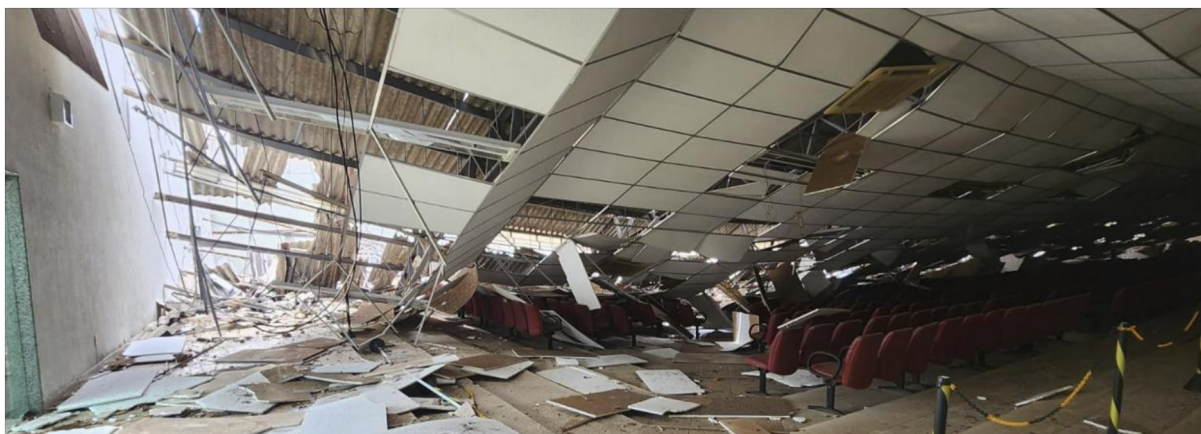


Imagem 11

Origem: Anomalia Exógena

Descrição: Acréscimo de cargas (forros de gesso, equipamentos de som e refrigeração entre outros) e alteração da destinação de uso inicial da edificação;

5 DAS DOCUMENTAÇÕES APRESENTADAS

Após o colapso da edificação foram apresentados, pelos responsáveis do uso e operação da edificação e da empresa responsável pela instalação das placas fotovoltaicas, o “Laudo Estrutural”

5.1 Das Incompatibilidades Das Informações Apresentadas

Analisando as informações dos documentos apresentados, é possível identificar inconsistências importantes nos procedimentos e tratativas nas instalações das placas fotovoltaicas que impactam diretamente ao colapso estrutural da edificação.

5.1.1 Do Laudo Estrutural

Quando analisamos o Laudo Estrutural apresentado pelos responsáveis, temos como objetivo do laudo:

“1. Objetivo

Avaliar a capacidade estrutural da base metálica destinada à instalação do sistema fotovoltaico, considerando critérios de resistência, durabilidade e segurança. A análise incluirá a verificação da capacidade de carga da estrutura, sua conformidade com normas técnicas vigentes. O objetivo é garantir a estabilidade e eficiência da usina solar, prevenindo riscos estruturais e otimizando a vida útil do sistema.”

Não há evidências da visita do profissional responsável ao imóvel, não há fotos que evidencie a análise estrutural (detalhes da estrutura, detalhes do estado de conservação ou qualquer outro tipo de análise).

A única foto apresentada em laudo, evidencia um lapso temporal do registro da foto do laudo apresentado pelos responsáveis, em relação a data do colapso estrutural.

Figura 11 – Fachada da edificação - Fonte: Administração da igreja⁵



Figura 12 - Fachada da edificação – Fonte: Google Earth em Julho 2024



⁵ Alteração da imagem para cumprir às exigências de sigilo postas no *Regulamento para Apresentação de Trabalhos Técnicos/Científicos do XXIII COBREAP 2025* (vide Art. 2, §2º, Art. 12).

Quando analisamos as Figura 11, Figura 12, podemos identificar 4 pontos divergentes do estado do imóvel à época do colapso estrutural em relação a época da foto apresentada em laudo fornecido pela administração da igreja :

- a) A cor da pintura apresentada em laudo é diferente à época do colapso estrutural;
- b) A pintura na época do colapso estrutural já apresentava deterioração característica de envelhecimento da pintura, ou seja, a pintura da época do colapso foi aplicada bem antes do episódio;
- c) As marquises de entrada e saída da igreja, são diferentes, mais uma vez evidenciando o lapso temporal da foto do laudo em relação à situação da edificação à época do colapso estrutural;
- d) Os acabamentos são diferentes nas duas fotos;

Por fim, em pesquisa na internet, podemos identificar uma reportagem de 2017 pelo jornal Opção, que apresenta a mesma foto do laudo:

Figura 13 - Origem da foto do laudo – Fonte: <https://www.jornalopcao.com.br/ultimas-noticias/gestao-iris-sorteara-casas-populares-em-igreja-de-secretario-111237/>



No mesmo documento, para o estudo de acréscimo de cargas, foi considerado as seguintes cargas ao estudo:

Figura 14 - Trecho do laudo apresentado pelas partes

3.1.1. Redimensionamento prévio:	
Por falta de informações citadas no item 3, foi realizado uma visita técnica e coletado informação para a realização de simulação para a emissão de memorial contendo as seguintes considerações de projeto para dimensionamento:	
Combinações	
■ Nomes das ações	
SIGLA	DESCRIÇÃO
PP	PESO PRÓPRIO
Telha Fibrocimento	CARGA TELHAS
Norma 8800	CARGA 25 KGF/M²
Módulo Fotovoltaico	CARGA 17 KGF/M²
V.0	VENTO 0°
V. 90	VENTO 90°

Em análise simples, podemos observar que não foram consideradas acréscimos de cargas importantes que já haviam sido aplicadas ao sistema estrutural da cobertura:

- a) Carga do forro em gesso acartonado;
- b) Carga do conjunto de iluminação;
- c) Carga do sistema de som;
- d) Carga dos sistemas de refrigeração (condensadoras e vaporizadoras do ar-condicionado);
- e) Carga dos elementos decorativos de gesso do altar;

Figura 15 - Imagem da igreja e cargas não consideradas – Fonte: Google (2022)



Figura 16 - Edificação original, anterior a modificação para igreja – Fonte Internet: André Rebouças – link: <https://mapio.net/pic/p-16534382/>



Após extensa pesquisa na internet sobre as condições do imóvel original, foi possível identificar na Figura 16, a destinação original da edificação, como galpão comercial, sem qualquer acréscimo de cargas em sua estrutura metálica, sem previsão de aglomeração de pessoas na concepção do projeto inicial, como templos, igrejas, boates entre outros.

Também podemos evidenciar a ausência de linhas de corrente na estrutura metálica com o objetivo de evitar torções das terças e sistemas em “X” de contraventamento.

Da inspeção visual, o laudo apresentado diz:

“Conforme NBR 14762 Item 4.5, os eletrodos, arames e fluxos para soldagem devem estar de acordo com as exigências especificações da norma AWS A5.1, porém não foi informado os consumíveis em projeto e/ou memorial de cálculo.”

Por fim, na conclusão do laudo apresentado, temos:

“Projeto e Memorial de Cálculo: Como informado não tivemos acesso a esses documentos, mas em visita técnica e simulações em softwares de cálculo, foi constatado que a estrutura está sobre dimensionada, a qual está apta ao recebimento de usina fotovoltaica com até 200 módulos de 600W da marca Liphon – Modelo LP182*210M66NB e demais componentes como micro inversores e estrutura mini trilho da marca 2P.”

De todos os documentos analisados e fornecidos pela administração da igreja, não foi possível evidenciar a visita técnica da empresa responsável pela instalação

das placas fotovoltaicas e/ou de engenheiro responsável, com o objetivo de analisar a estrutura metálica existente e seu comportamento em relação ao acréscimo de cargas.

6 ESTUDO ACRÉSCIMO DE CARGAS PROFISSIONAL HABILITADO

O relatório de acréscimo de cargas foi realizado pelo Eng. Civil Fulano de Tal⁶, em trabalho de colaboração ao CREA-GO, através da MASTER ENGENHARIA LTDA, estudo denominado de “Relatório Técnico de Avaliação estrutural da Obra Igreja Vida, em Goiânia”.

Em seu estudo, o profissional identifica a ausência de elementos estruturais que evitam torções no sistema estrutural, como “linha de corrente” e “contraventamento”.

6.1 Das cargas consideradas em relatório Estrutural

Para a construção do modelo, foi considerado as seguintes cargas:

- a) A estrutura em ruína.
- b) Que se trata de treliças de banzos paralelos com altura de 70 cm e no vão central tendo lanternim, e vão livre de 29.8 m e treliças espaçadas de 5,40 m entre si, e seus banzos em diagonais simétricas.
- c) Banzo peças u150x50 # 4.76 -peça superior e inferior da treliça
- d) Diagonais peças u135x40 # 2.66-diagoianais da treliças
- e) Terças peças c150x60x20 # 3.04- peça que interligas as treliças e serve de sustentação das telhas.
- f) Ausência de contraventamento da estrutura.
- g) Ausência de linha de corrente na estrutura,
- h) Ausência de tirantes da estrutura “peça importante para neutralizar esforços horizontais nos pilares”
- i) Que as terças não coincidem com os nós de encontros de diagonais.

Para o recalculo da estrutura, foram consideradas as seguintes cargas:

- j) Telha de fibrocimento, carga permanente, de 24 kg/m²
- k) Placa fotovoltaica 13 kg/m²
- l) Forro 3 kg/m²
- m) Carga de norma 25 kg/m²
- n) Carga de vento conforme memorial em anexo
- o) Sistema de ar-condicionado 36 equipamentos CARRIER 90000 BTU MODELO 38CCM090535MC pesando 138 kg (evaporadoras e condensadoras)

⁶ Alteração do nome para cumprir às exigências de sigilo postas no *Regulamento para Apresentação de Trabalhos Técnicos/Científicos do XXIII COBREAP 2025* (vide Art. 2, §2º, Art. 12).

Figura 17 - Esforços topo dos pilares com estimativa de 23,78 t na horizontal e 5,6 t na vertical

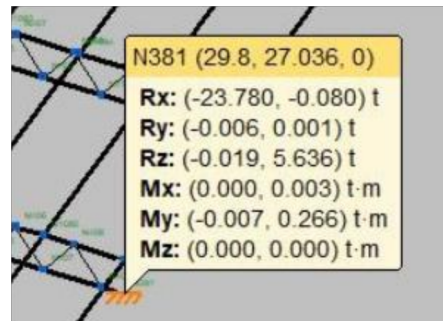


Figura 18 - Exemplo de peça estrutural com mais de 400% de carga acima de sua capacidade⁷

Verificação de resistência										
Barra	η (%)	Posição (m)	Esforços desfavoráveis						Origem	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t-m)	My (t-m)	Mz (t-m)		
N1036/N229	140.51	0.000	-25.825	-0.579	0.001	0.000	-0.007	-0.052	G	Não passa
N229/N227	154.76	1.075	-24.453	-0.035	0.003	0.000	-0.008	0.030	G	Não passa
N227/N1234	157.57	0.305	-22.290	0.517	0.007	0.000	-0.010	-0.097	G	Não passa
N1234/N225	166.40	0.000	-22.222	-0.175	-0.038	0.000	-0.014	-0.091	G	Não passa
N225/N249	112.99	0.711	-19.285	0.080	-0.042	0.000	0.041	-0.030	G	Não passa
N249/N222	100.29	0.000	-19.224	0.094	0.012	0.000	0.004	0.029	G	Não passa
N222/N219	100.92	1.144	-16.054	-0.026	0.012	0.000	-0.007	0.013	G	Não passa
N219/N217	414.12	0.000	-32.290	-0.883	-0.001	0.000	0.001	-0.306	G	Não passa
N217/N216	165.04	0.000	-27.194	0.029	0.000	0.000	0.002	0.024	G	Não passa
N216/N244	128.17	0.000	-21.631	-0.019	0.002	0.000	0.002	-0.014	G	Não passa
N244/N242	92.40	0.000	-16.875	-0.008	0.001	0.000	0.000	0.000	G	Passa

6.2 Conclusão do Relatório Estrutural

Não foi apresentado projeto da estrutura colapsada e foi constatado por foto de satélite que em 2008 foram instalados vários condensadoras de ar-condicionado sobre o telhado cerca de 20 condensadoras.

Não foram considerados, nos cálculos, as cargas de instalações, sons e rede de combate a incêndio.

Falhas construtivas que contribuíram para o evento de colapso:

- Ausência de contraventamento da estrutura.
- Ausência de linha de corrente na estrutura,
- Ausência de tirantes da estrutura “peça importante para neutralizar esforços horizontais nos pilares”
- Que as terças não coincidem com os nós de encontros de diagonais.

⁷ Cálculos desenvolvidos seguindo as premissas das NBR 8800 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas aço concreto, NBR 14762:2001 – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio e NBR 6123:2023 – forças devidas ao vento em edificações

e. 53 barras estavam solicitadas acima de 100% de sua capacidade de resistência.

f. 100% das terças apresentaram erros de esbeltez.

A edificação jamais deveria ser utilizada, para o fim ali detectado, ou seja, reunião pública, bem como para qualquer fim, sem seu devido reforço.

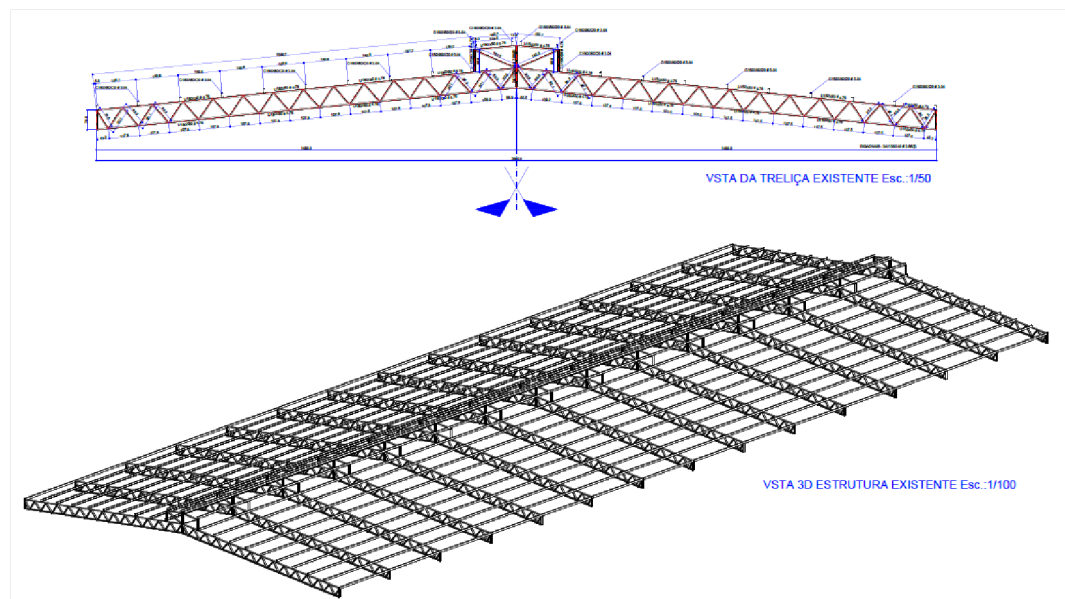


Figura 19: Projeto estrutural elaborado para estudo. (Fonte: Supremacia Engenharia)

7 ANÁLISES COMPLEMENTARES

Analizando as imagens obtidas na internet com as imagens da vistoria, podemos evidenciar que o colapso estrutural se iniciou próximo ao altar, local em que concentrava o maior acréscimo de carga em relação a estrutura original e região onde se iniciou a instalação das placas solares, como podemos ver na Figura 20 e Figura 21.

Figura 20 - Região em que se localizava o altar – Fonte: Avaliações Brasil (Internet)



Em vermelho, região de maior concentração de cargas.

Em vermelho, região em que se localizava o altar da igreja e acréscimo de maior carga da estrutura metálica da cobertura.

Figura 21 - Foto aérea após colapso estrutural – Arquivo Próprio



Em vermelho, região em que se localizava o altar da igreja e acréscimo de maior carga da estrutura metálica da cobertura.

Figura 22 - Edificação anterior as modificações e acréscimos de cargas – Fonte Internet: André Rebouças – link: <https://mapio.net/pic/p-16534382/>



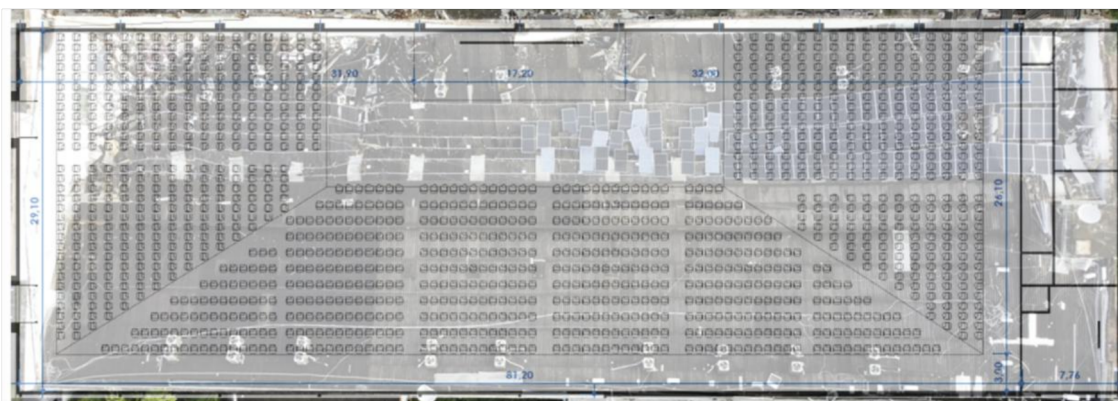
Em vermelho região em que se localizava o altar da igreja.

Figura 23 - Local onde ocorreu o colapso estrutural – Arquivo Pessoal



Em vermelho, temos a região onde se localizava o altar, que também coincide com a região onde se iniciou a instalação das placas fotovoltaicas.

Figura 24 - Local onde ocorreu o colapso com a sobreposição do croqui, indicando a posição do altar.



Em vermelho, temos a região onde se localizava o altar, que também coincide com a região onde se iniciou o desabamento com a instalação das placas fotovoltaicas.

8 CONCLUSÃO

Diante dos estudos realizados, podemos concluir:

- a) A edificação original sofreu modificações relevantes, transformando um galpão do tipo comercial em local de aglomeração de pessoas, fato que potencializava o risco de uma tragédia com vítimas fatais;
- b) A concepção do projeto original não tinha previsão para acréscimos de cargas consideráveis em sua estrutura de cobertura e demais considerações importantes para edificações com aglomeração de público, portanto, foi anulada a hipótese por falha do projeto original;
- c) Não foi apresentado Alvará de funcionamento e CERCON;
- d) Foi acrescido cargas na estrutura original da edificação (forro de gesso, iluminação, sistema de refrigeração, placas fotovoltaicas entre outros), sem estudo analítico prévio;
- e) Não ficou evidenciado rotina de manutenção, reformas e/ou reforços pontuais na estrutura de cobertura da edificação;
- f) Não foi realizada visita ao imóvel por profissional qualificado para o estudo de acréscimo de carga, anterior a instalação das placas fotovoltaicas;
- g) O laudo estrutural apresentado não condiz com a realidade da edificação e não expressa uma análise crítica da edificação, suas estruturas e o seu comportamento por acréscimo de cargas;
- h) O acréscimo de carga pelas placas fotovoltaicas não foi o fator exclusivo e/ou único para o colapso estrutural da cobertura, porém foi a ação decisiva para colapsar definitivamente a estrutura metálica;
- i) A instalação de placas fotovoltaicas em coberturas tem acontecido de forma indiscriminada, sem a devida fiscalização e principalmente a atenção dos profissionais responsáveis, é necessário criar ferramentas e regulamentações eficazes que possam assegurar a solidez da edificação e principalmente a segurança de seus usuários.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 16636-1:2017 – Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados em projetos arquitetônicos e urbanísticos – Parte 1: Diretrizes e terminologia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13752:2024 – Perícias de Engenharia na Construção Civil

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14762:2010 Dimensionamento de estruturas de aço constituídos por perfis formados a frio

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8800:2024 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas aço concreto;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14762:2001 – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6123:2023 – Forças devidas ao vento em edificações.

Prefeitura de Goiânia, Chefia da Casa Civil, Superintendência Legislativa, Lei Complementar nº 364/2023, de 13 de janeiro de 2023 – Institui o código de obras e edificações do município de Goiânia.

Rebouças, André. Igreja Vida Praça da Bíblia antes da reforma[negrito], Disponível em:<<https://mapio.net/pic/p-16534382/>>.

Quixabeira, Larissa. Origem da foto do laudo da administração da igreja, Disponível em: www.jornalopcao.com.br/ultimas-noticias/gestao-iris-sorteara-casas-populares-em-igreja-de-secretario-111237/