



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE PIRACICABA
SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE
Centro de Referência de Saúde do Trabalhador
CEREST Piracicaba - SUS



RELATÓRIO TÉCNICO DE INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTE DE TRABALHO

Empresa: X

Endereço: Ramo de atividade: Metalúrgica

Setor de trabalho: X

CEREST PIRACICABA
Rua São Francisco de Assis, 983 Centro – PIRACICABA –SP
Fone /Fax - (19) 3434-6337 – 3435-3505
Site: www.pstpiracicaba.hpg.com.br / E-mail: crstpiracicaba@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Este relatório trata da investigação do acidente ocorrido no dia **X** (colapso da estrutura de cobertura do galpão industrial) da empresa multinacional **X** setor **X**. Em virtude do acidente ocorrido, o Centro de Referência em Saúde do Trabalhador - CEREST-Piracicaba foi solicitado pela Vigilância Sanitária-VISA da região para acompanhamento na investigação.

O caso foi denunciado pelo Sindicato dos Metalúrgicos ao Ministério Público do Trabalho da 15ª Região – Campinas/SP, que também vem acompanhando seu desdobramento através de seu Procurador.

A fiscalização do CEREST foi realizada em conjunto com a VISA-região, pelo Sindicato dos Metalúrgicos por meio de seus diretores, do eng. de Segurança do Trabalho Norton A. Martarello e pelo eng. de Segurança da empresa.

A equipe de investigação pode observar o colapso da estrutura de cobertura apenas da fachada externa devido à interdição da área pela Defesa Civil, Prefeitura Municipal e Bombeiros.

Com apoio do Ministério Público do Trabalho foram obtidos os seguintes documentos para a elaboração deste relatório técnico:

- 1- Projeto arquitetônico do galpão colapsado
- 2-Laudo dos peritos do Instituto de Criminalística - Núcleo de Perícias Criminalísticas de Campinas (Equipe de Perícias Criminalísticas)
- 3-Laudo do Grupo Falcão Bauer- especializado em avaliação estrutural.
- 4-Inquérito Policial da Delegacia do Terceiro Distrito Policial - Polícia Civil do Estado de São Paulo (Secretaria da Segurança Pública).
- 5- Ata da reunião extraordinária da CIPA.

A investigação do acidente foi baseada na análise documental, registros fotográficos, além do resgate dos acontecimentos feito por meio de entrevistas com dirigentes sindicais e trabalhadores do setor.

O CEREST e demais representantes do Sindicato dos Metalúrgicos, representado pelo eng. de Segurança do Trabalho Norton A. Martarello, dirigentes sindicais e trabalhadores do setor desenvolveram parte da análise do acidente através

da metodologia Árvore de Causas (ADC). A elaboração da ADC contou também com a supervisão do prof. Dr. Ildeberto Almeida da UNESP-Botucatu.

A investigação do acidente através deste método permite uma análise de todos os fatores contribuintes que antecederam o acidente e que podem explicar as origens do mesmo, com o objetivo de elucidar fatores para a prevenção de novas ocorrências e é apresentada no item 5.2 deste relatório.

O método consiste em reconstituir os fatores presentes na ocorrência, sistematizá-los, classificá-los através de uma relação e representá-los graficamente em um esquema lógico. Após a montagem do esquema é efetuada sua leitura e interpretação.

2. RECONSTITUIÇÃO DOS FATOS

O galpão A que sofre o colapso da estrutura é construído em aterro nivelado com área de 3.486,15 m² e dimensões 35,00m x 99,00m. O pé direito, definido pela altura entre o piso e os consoles de sustentação da estrutura metálica nos pilares é de 9,0m. Esse galpão é constituído de um único pavimento e geminado com outro galpão denominado de B e é construído há aproximadamente 25 anos.

As cabeceiras do galpão A e uma das paredes longitudinais são de blocos de concreto. A outra dimensão longitudinal faz divisa com o galpão remanescente B. O piso do galpão é cimentado liso sobre concreto.

A cobertura é com telhas de fibrocimento ondulada de 6 mm de espessura, e possui algumas telhas translúcidas de material plástico.

As telhas são apoiadas e fixadas em estrutura metálica em arco que transferem suas cargas verticais para vigas de concreto armado sustentadas por pilares, também em concreto armado.

A estrutura metálica de cobertura em forma de arco é constituída de cantoneiras metálicas com elementos soldados e parafusados, formando vigas longitudinais e transversais, além de componentes de perfil "U", como vergas que visam dar rigidez ao conjunto e suportar a fixação das telhas.

Os tirantes que fazem parte da estrutura de cobertura e visam garantir a estabilidade do conjunto são em perfis de cantoneira 1 $\frac{3}{4}$ ' de polegadas de abas, sendo que suas emendas não soldadas são realizadas com 4 parafusos $\frac{1}{2}$ '.

Na estrutura de cobertura são fixadas eletrocalhas metálicas de aproximadamente 60cm de largura e que percorrem pelo interior do galpão. Nelas são conduzidas as fiações e diversos tipos de tubulações.

No galpão colapsado da metalúrgica trabalham cerca de 150 funcionários que comporta 8 linhas de produção.

2.1. O acidente

No dia **X** por volta das 13:20h o citado galpão (A) sofre colapso de sua estrutura do telhado vindo a desabar por completo.

De acordo com o Inquérito Policial de vítima de natureza "Lesão Corporal Culposa", consta que no Boletim de Ocorrência da Delegacia do Terceiro Distrito Policial são identificadas 29 vítimas que sofrem lesões corporais devido ao desabamento e uma vítima fatal.

A vítima fatal foi o Sr. **X** de **X** anos (funcionário da empresa terceirizada) que trabalha no galpão B, exatamente ao lado do galpão sinistrado. O trabalhador está na sua rota de fuga que é através do galpão A, quando os escombros da viga de concreto armado da fachada (oitão) do galpão A caem sobre ele.

Segundo depoimentos colhidos com os trabalhadores, a estrutura de cobertura apresenta um "estalo" por volta das 12h do mesmo dia. O ruído que acontece é devido ao rompimento (cisalhamento) e queda de um parafuso do tirante central (eixo 6) da estrutura metálica da cobertura. Um dos trabalhadores do setor refere que recolhe e mostra o parafuso cisalhado para a manutenção.

Em seguida, parte desse tirante cai sobre a eletrocalha fixada na estrutura da cobertura.

Segundo referem alguns trabalhadores do setor, o rompimento de tirante ocorre mais de uma vez nos últimos meses.

A comunicação do rompimento do tirante chega ao setor de manutenção e de segurança que faz o isolamento da área onde cai o material rompido.

A área é sinalizada com fita zebra e iniciam-se ações para a montagem de andaime para verificação do ocorrido. O processo produtivo não é interrompido e os funcionários permanecem no galpão.

A estrutura entra em colapso por volta das 13:20h, cerca de uma hora após a queda do parafuso e do tirante.

Todos os componentes da cobertura do galpão A - estrutura metálica, telhas, vigas e pilares de concreto que compõem as fachadas em arcos desabam sobre os funcionários, máquinas e equipamentos.

As eletrocalhas apoiadas na estrutura de cobertura que sustentam as tubulações e fiações se rompem também e provocam faíscas, muita fumaça e fogo, gerando pânico entre os trabalhadores do galpão A e galpão B.

Foi solicitado o envio do projeto estrutural do galpão A e galpão B para real avaliação de possível sobrecarga da instalação dos sistemas suspensos, dutos de exaustores e ventilação, porém a empresa informa que não possui tal projeto.

Quinze dias antes, segundo depoimento dos trabalhadores do setor, é feita a troca de algumas telhas rompidas no galpão A devido ao encharcamento das telhas de fibrocimento causado pelas chuvas.

As telhas do barracão passam por manutenção pontual, pois a troca das mesmas se faz após rompimento por desgaste causado pelas chuvas ou pela ação do vento.

Nos dias que antecedem o acidente houve ocorrência de chuvas não torrenciais.

O tirante que se rompe localiza-se próximo ao eixo central do galpão A, acima de nova eletrocalha fixada na estrutura dias antes do acidente.

A execução do galpão apresenta vícios construtivos na estrutura de concreto armado (pilares e vigas) por falhas de concretagem definida por vazios (bicheiras). Estas mesmas estruturas de concreto armado, segundo os laudos especializados (Falcão Bauer e Instituto de Criminalística) apresentam também deficiências no recobrimento da armadura e ausência de ferragem de ancoragem entre as vigas e pilares que compõem fachada em arco do galpão A.

Segundo os laudos, são apontados erros construtivos e de projeto nas ligações parafusadas da estrutura (aços, vigas, laminas e terças) por não possuírem arruelas para fixação e travamento do parafuso e porcas.

Ainda de acordo com os laudos a estrutura metálica apresenta provável erro de projeto (subdimensionamento) observado pelas emendas no cordão de solda e preenchimento com material adicional (bacalhau).

Segundo o laudo do IC foi constatado ainda a deposição insuficiente de material fundente no cordão de solda que liga a metálica aos pilares de concreto armado

A ausência de arruelas nos parafusos e outras desconformidades na estrutura metálica apontadas no laudo das soldas nas emendas supracitadas, desconformidades no sistema construtivo da estrutura metálica.

Segundo os laudos do Instituto Falcão Bauer e do Instituto de Criminalística, observa-se deficiência de manutenção pela falta de impermeabilização, infiltração de água de chuvas e corrosão da ferragem na interligação dos pilares e vigas que compõem a fachada em arco (oitão).

A estrutura do telhado apresenta sinais de oxidação. Na década de 90 ocorrem banhos de galvanoplastia com ataque químico na área do rompimento do tirante que podem contribuir para corrosão da estrutura.

No processo de produção se utilizam prensas com capacidade variadas e algumas de alto impacto: 500T; 800T; 900T e 1250T que exercem vibrações durante a fabricação das peças.

A recente reforma do setor de expedição ao lado do galpão A gera escavações com martelotes, bate-estaca, compactação do solo e gera vibrações e impactos na estrutura.

As tubulações aéreas de água, ar, óleo refrigerante e outros componentes vibratórios como dutos de exaustão e ventilação suspensos fixados nas eletrocalhas geram vibrações (cargas dinâmicas) que possivelmente repercutem na estrutura.

Além das cargas dinâmicas há uma provável sobrecarga devido ao sucessivo carregamento na estrutura (eletrocalhas, sistema aéreo de iluminação e outros) pode se observar também no galpão B, remanescente o tirante sendo utilizado como guias do sistema contra incêndio.

Segundo relato dos trabalhadores do setor, dias antes do sinistro a empresa inicia a instalação de novas eletrocalhas no galpão A, possivelmente para a instalação das tubulações de novas máquinas e equipamentos no setor e que geram possível sobrecarga na estrutura do galpão.

Aliam-se também aos problemas construtivos, os efeitos do vento e dilatações /retrações por efeitos térmicos que potencializam sobre maneira as deformações da edificação como um todo e reduzem a capacidade de carga do conjunto estrutural.

A combinação de erros construtivos no projeto e na execução somados à sobrecarga ocasiona o rebaixamento real do coeficiente de segurança vindo a estrutura se colapsar.

3. ANÁLISE DOCUMENTAL- RELATÓRIOS TÉCNICOS

3.1. Grupo Falcão Bauer

Na inexistência de um projeto estrutural ou de execução como também na inexistência de um projeto de fabricação e montagem desde a implantação da obra que data aproximadamente o ano de 1977, com o auxílio do software STRAP, obteve-se análise teórica da estrutura modelada, mediante dados obtidos *in loco*, informações obtidas dos ensaios dos materiais e outros elementos subsidiários. Esses dados levam-se a concluir que a sobrecarga de utilização apurada do galpão remanescente resultou em valores equivalentes a cerca de 10 a 12 kgf/m², uniformemente distribuída, inferior, portanto a 15 kgf/m² (limite normativo da época de projeto)

A análise do colapso da estrutura pode ser atribuído à inoperância, do ponto de vista estrutural, de um dos tirantes do arco do eixo 6 pela queda de parafusos em uma de suas emendas em data passada. Em virtude disso, o tirante resistente (operante) estaria trabalhando com coeficiente de segurança abaixo do requerido, porém sem ainda atingir o nível de ruptura, isto é, de aproximadamente 2,5 tf por parafuso.

A queda pretérita de parafusos em uma das ligações do tirante inoperante do arco do eixo 6 tem como causa provável falha de procedimentos de montagens e falhas de controle de qualidade quando da construção dessa cobertura, conforme constatado a partir das desconformidades observadas nas ligações e peças da estrutura metálica, tais quais detectados na idêntica estrutura de cobertura

remanescente (galpão B), erigida na mesma oportunidade e exibindo a mesma concepção estrutural.

Também pode estar associada a movimentações da estrutura metálica, decorrente da deficiência da estabilidade das diversas ligações.

Essas afirmações decorrem das seguintes constatações:

- a) Diversas ligações parafusadas da estrutura (arcos, vigas, laminados e terças) não possuem arruelas para fixação e travamento dos parafusos e porcas, tendo sido observado frestas visíveis a olho nu nas ligações parafusadas.
- b) Apoios das vigas treliçadas (VT.A e VT.I) constituídas por chapas ligadas com soldas em todo o contorno, apresentando diversas desconformidades, como deposição insuficiente no cordão de solda com geometria irregular e preenchimento com material adicional (bacalhau)
- c) Chapas de apoio de vigas treliçadas em pilares de concreto, sem qualquer tipo de fixação em sua interface.
- d) Diversas ligações parafusadas da estrutura (arcos, vigas, laminados e terças) não possuem arruelas para fixação e travamento dos parafusos e porcas, tendo sido observado frestas visíveis a olho nu nas ligações parafusadas.
- e) Engaste de treliça a alvenaria (oitão) soldados, apresentando descontinuidades e ausência de solda, suas ligações se encontram ponteadas às cantoneiras e chapas dobradas, chumbadas na alvenaria.

Destaca-se que do piso operacional do galpão A, distante cerca de 9,0 metros dos tirantes, não é fácil a percepção da existência de um dos tirantes inoperante, sem parafusos.

3.2. Conclusões do Instituto de Criminalística - Núcleo de Perícias Criminalísticas de Campinas (Equipe de Perícias Criminalísticas):

O laudo constatou que a estrutura que sofreu o colapso tem cerca de 25 anos, e teve os seguintes fatores a serem levados em consideração:

-ação direta: através de sucessivos carregamentos que teriam sido realizados na estrutura

-ação indireta: em função proveniente de vício construtivo, somados algum tipo de deterioração/deformação que tivesse ocorrido ao longo do tempo, reduzindo a capacidade de carga da estrutura, até que culminasse no seu colapso.

A deformação na viga transversal do eixo central (6) onde se iniciou o colapso da estrutura teria surgido em data pretérita ao sinistro indicada pela ocorrência de oxidação característica nas suas ligações.

Ressalta-se que essa deformação por ser lenta, seria imperceptível, mesmo em rotineiras inspeções e permite aos peritos a formulação da hipótese de que um dos tirantes estaria sem exercer sua função há algum tempo.

O tirante remanescente do mesmo arco teria ficado sobrecarregado e rompido, resultando na abertura do arco e conseqüente colapso do mesmo, carreando consigo, por esforços compostos, todo o conjunto da estrutura metálica e oitões, produzindo esforços nos apoios e paredes laterais do prédio, com formação trincas aparentes, deformação e dasaprumo na sua extensão.

A hipótese formulada sobre a inoperância de um dos tirantes está associada à existência de vícios construtivos, tais como:

a) falta de arruelas de fixação no geral, incluindo nas ligações dos tirantes que poderia resultar na queda de parafusos, reduzindo sobremaneira a capacidade de carga do conjunto e outras desconformidades construtivas observadas nas ligações da estrutura metálica (normalmente relacionadas com soldas, fixações, apoios e descontinuidade de soldas etc), que poderiam potencializar as deformações do conjunto a partir dos efeitos de vento e dilatações/retrações por efeitos térmicos;

b) falhas de concretagem definidas por vazios, popularmente conhecidos como “bicheiras”, alguns pontos de deficiência no recobrimento da armadura; estiramento e

escorregamento das barras de aço da armadura observadas nos oitões, o que denota insuficiência de ancoragem das armaduras de transições.

Na estrutura da cobertura foram detectados elementos da instalação industrial, como iluminação, passagem de cabos elétricos em leitos apropriados, pendentes, cujas cargas estavam compatíveis; como adicional havia ventiladores para ventilação exaustora, tubulações para usos diversos e adicional de cabeamento elétrico para o funcionamento das máquinas instaladas na área.

É de fundamental importância para a análise do sinistro o cálculo da carga que o sistema estava submetido, porém na ausência do projeto foi utilizado para o cálculo da carga os dados de manuais da biblioteca da empresa de diversos fabricantes de materiais empregados na construção e observados tanto nos escombros como na parte remanescente.

O colapso da estrutura ocorreu por inoperância (estrutural) de um dos parafusos dos tirantes do arco do eixo 6 provavelmente por queda em uma das emendas em data passada.

São constatadas diversas ligações parafusadas da estrutura (aços, vigas, laminas e terças) que não possuíam arruelas para fixação e travamento do parafuso e porcas, com frestas visíveis a olho nu nas ligações parafusadas.

O laudo constata também que o tirante (operante) trabalhava com coeficiente de segurança menor que o requerido, porém sem ainda atingir o nível de ruptura.

A queda passada dos parafusos nas ligações dos tirantes inoperantes do arco do eixo 6 tem como causa provável falha de procedimento de montagem e falhas de controle da qualidade quando na construção dessa cobertura observadas desconformidades nas ligações e peças da estrutura metálica, também detectadas na idêntica estrutura de cobertura do galpão remanescente, ao lado.

Associado também a movimentação da estrutura metálica, decorre deficiência da estabilidade das diversas ligações.

O laudo destaca que o piso operacional possui pé direito de 9,0m não tornando fácil a percepção da inoperância de um dos tirantes pela inexistência de parafusos.

3.3. Ata da reunião da CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes)

Segundo a ata da reunião extraordinária da CIPA realizada no dia seguinte ao acidente, envolvendo as empresas **X**, e **X**, o acidente envolveu 29 trabalhadores, sendo 24 da empresa **X**, 01 da empresa terceirizada, 01 da empresa **X**, 01 da empresa **X**, e 02 da empresa **X**.

O acidente foi devido ao desabamento do pavilhão, sendo que os escombros do teto atingiram os 29 trabalhadores.

Os senhores presidentes da CIPA das empresas **X**, e da empresa terceirizada **X**, relataram as ações urgentes que foram tomadas pelos empregados e brigada de incêndio das empresas para o auxílio dos feridos. Relataram também que está sendo prestada toda a assistência financeira, social e emocional aos familiares do Sr. **X**. Os representantes da CIPA concordam com a necessidade imediata de conscientização de todos os demais empregados para que evitem por curiosidade as proximidades da área afetada pelo acidente, tendo em vista o risco do local.

Um dos representantes destacou o acidente como uma fatalidade, reiterando que o acidentado que veio a óbito sempre zelou e foi extremamente ativo nos assuntos de segurança do trabalho, pois era um representante responsável e eleito da CIPA da empresa terceirizada.

Um dos trabalhadores comentou que por volta das doze horas e trinta minutos um parafuso de um tirante central soltou-se vindo a cair no chão. Foram chamados os técnicos de Segurança da empresa **X**, que checaram a área e interditaram parcialmente o local. Em seguida foi acionado o responsável pelas instalações industriais Sr. **X**, que junto ao responsável pela empresa **X**, compareceram ao local e verificaram a necessidade da montagem de um andaime para a verificação técnica. Infelizmente, segundo o trabalhador, não houve tempo hábil para execução do serviço.

Conclui-se que em relação ao empregado Sr. que sofreu AT fatal, o mesmo realizava tarefas de manutenção em uma máquina nas dependências do pavilhão. Com o início da queda da estrutura do pavilhão, o mesmo interrompeu suas atividades e iniciou fuga em direção à área externa, sendo que durante a fuga foi atingido por uma

viga de concreto. Foi socorrido no local e levado ao hospital, onde veio a falecer posteriormente. O acidente não tem nexos causal relacionado à função.

Segundo o Relatório, em relação às causas até o momento não há como identificar, e se aguarda a perícia técnica para as conclusões do acidente.

As medidas tomadas foram a interdição do prédio afetado, o corte do abastecimento de utilidades (energias) conscientização dos demais empregados pra evitar a proximidade da área afetada pelo acidente, foi feita uma avaliação nos outros pavilhões da fábrica e foi constatado que não foram afetados.

4. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DO ACIDENTE

FOTO 1



Vista frontal da entrada dos barracões. À esquerda, o barracão que sofreu desabamento da cobertura (sem a fachada frontal em forma de arco).

FOTO 2



Estrutura metálica em arco - **similar** à estrutura do barracão onde ocorreu o desmoronamento da cobertura. A flecha indica o tirante (**similar**) ao que se rompeu, desencadeando o desabamento da cobertura em telha de fibrocimento.

FOTO 3



Vista lateral do barracão que apresentou o desmoronamento da cobertura.

FOTO 4



Vista frontal do acesso aos barracões, observando o desabamento da platibanda frontal em forma de arco.

FOTO 5



Vista interna dos barracões, observando os escombros da cobertura apenas no barracão da esquerda.

FOTO 6



Vista interna dos barracões, visualizando os escombros do barracão com cobertura rompida.

FOTO 7



Vista interna dos barracões com os escombros da cobertura rompida.

FOTO 8



FOTO 9



FOTO 10



Detalhe: sinais de infiltração e de ausência de ferragem de espera para a interligação dos pilares e viga que compõem a platibanda em arco (fachada frontal do barracão).

FOTO 11



Detalhe: ferragens da estrutura rompida com sinais de corrosão. Sinais de ausência de ferragem de espera para a interligação dos pilares e viga que compõem a platibanda em arco. (fachada frontal) do barracão).

FOTO 12



Detalhe: sinais de ausência de ferragem de espera para a interligação dos pilares e viga que compõem a platibanda em arco. (fachada frontal do barracão).

FOTO 13



FOTO 14



Ferragens da estrutura rompida com sinais de corrosão.

FOTO 15



FOTO 16



Detalhe: sinais de infiltração e de ausência de ferragem de espera para a interligação dos pilares e viga que compõem a platibanda em arco. (fachada dos fundos do barracão).

5. CONSTRUÇÃO DA ÁRVORE DE CAUSAS

5.1-Lista e classificação dos fatores causais

Fator relacionado ao AT:	Classif.:	Eventual: 0
Tarefa: (T) Material: (M)	T/ M/ MT/	<input type="checkbox"/>
Indivíduo: (I) Meio de trabalho: (MT)	I	Perma- nente:

1. Há danos morais	I	0
2. Trabalhador do galpão B morre	I	0
3. Trabalhador do galpão B é atingido sob o galpão A	I	0
4. 29 trabalhadores do galpão A são feridos	I	0
5. Trabalhadores atingidos por destroços em queda	I	0
6. Há constrangimentos dos trabalhadores	I	0
7. Há danos materiais	M	0
8. Trabalhadores galpão B buscam saída no galpão A	I	0
9. Não há saída de emergência no galpão B	MT	<input type="checkbox"/>
10.O galpão B é geminado ao galpão A	M	<input type="checkbox"/>
11.Há panico entre trabalhadores do galpão A e B	I	0
12.Há faísca, fumaça e fogo no galpão A	M	0
13.Há rompimento de eletrocalhas e cabos	M	0
14.13:20h desabamento da estrutura do galpão A sobre os trabalhadores	M	0
15.12:00h queda do tirante que compõe a estrutura central do galpão	M	0
16.O parafuso do tirante cisalha e cai	MT	0
17.Há desestabilização da estrutura metálica da cobertura	MT	0
18.A manutenção é corretiva pontual	MT	<input type="checkbox"/>
19.Os trabalhadores continuam trabalhando sob o galpão A	MT	<input type="checkbox"/>
20.O processo produtivo é mantido	MT	0
21.Não há evacuação da área	MT	0
22.Há provável sobrecarga na sustentação do telhado	M	0
23.Há sobrepeso das telhas	M	0
24.Há encharcamento das telhas	M	0
25.Ocorrem chuvas na semana do AT	MT	0
26.As telhas são de fibrocimento	MT	<input type="checkbox"/>
27.O custo das telhas de fibrocimento é reduzido	MT	<input type="checkbox"/>
28.O sistema de iluminação aérea é apoiado nas eletrocalhas	MT	<input type="checkbox"/>
29.Há possível excesso carreg. apoiados na estrutura	MT	0

30. Ocorre recentemente a instalação de novas eletrocalhas	MT	0
31. Há provável instalação de novas máquinas	MT	0
32. Há a ação da vibração na estrutura	MT	0/ <input type="checkbox"/>
33. Existem cargas dinâmicas de vibração da tubulação aérea	MT	0/ <input type="checkbox"/>
34. Há dutos e exaustores de ventilação	MT	0/ <input type="checkbox"/>
35. Há peso e vibração da tubulação de água	MT	<input type="checkbox"/>
36. Há peso e vibração tubulação de ar	MT	<input type="checkbox"/>
37. Há peso e vibração da tubulação de óleo	MT	<input type="checkbox"/>
38. Há a ação do vento na estrutura	MT	0
39. Existem prensas de alto Impacto no setor que causam vibração	MT	0/ <input type="checkbox"/>
40. Há bate-estaca na reforma do setor próximo (expedição)	MT	0
41. Há compactação do solo no setor de expedição	MT	0
42. Há a renovação do piso no setor de expedição	MT	0
43. Há escavação com rompedor em área próxima	MT	0
44. Há possível mudança de lay-out de novas máquinas	MT	0
45. Há deterioração da estrutura metálica e de concreto	MT	0
46. Há ataque químico nas ferragens	MT	0
47. Há vapores de banho galvanizado na década de 90	MT	0
48. Há infiltração de águas de chuva na estrutura	MT	0
49. A cobertura é permeável à ação da água	MT	<input type="checkbox"/>
50. A manutenção da edificação é insuficiente	MT	<input type="checkbox"/>
51. O galpão possui mais de 25 anos	MT	<input type="checkbox"/>
52. Há erros construtivos na execução da edificação	MT	<input type="checkbox"/>
53. Há provável erro de projeto	MT	<input type="checkbox"/>
54. Existem emendas de solda na estrutura metálica (bacalhau)	MT	<input type="checkbox"/>
55. Há deficiência de cobrimento da armadura das estruturas de concreto armado	MT	<input type="checkbox"/>
56. Há ausência de arruelas nos parafusos da estrutura metálica	MT	<input type="checkbox"/>
57. Há chapas da estr. de apoio sem fixação nos pilares	MT	<input type="checkbox"/>
58. Há engaste de treliças com apoio somente de um lado	MT	<input type="checkbox"/>
59. Há engaste de treliça no oitão com descontinuidade de solda	MT	<input type="checkbox"/>

5.2. Esquema da árvore de causas (ANEXO)

5.3. Leitura e interpretação da árvore de causas

Ocorre acidente de trabalho na empresa X no galpão A, (geminado ao galpão B). Esse galpão é construído há aproximadamente 25 anos.

Vinte e nove trabalhadores do galpão A são feridos e um trabalhador do galpão B morre na rota de fuga.

Os escombros da estrutura de cobertura do galpão A caem sobre os trabalhadores.

Há pânico entre trabalhadores do galpão A e B.

Devido ao rompimento das fiações nas eletrocalhas suspensas na estrutura de cobertura há a geração de faíscas, fumaça e fogo.

Trabalhadores do galpão B (por não existir saída de emergência) buscam saída no galpão A.

O tirante que compõe a estrutura central do galpão A se rompe devido ao cisalhamento do parafuso.

É feito o isolamento da área onde caiu o tirante com fita zebra e inicia-se a montagem de andaime para verificação do ocorrido.

A produção é mantida e não é feita a evacuação da área do galpão A.

A estrutura se desestabiliza entre outros motivos detectados, provavelmente por erros construtivos:

- insuficiência de ferragem de ancoragem no pilar e viga da fachada (oitão)
- deficiência de recobrimento da armadura
- falhas na concretagem de pilares e vigas com vazios (bicheiras)
- ausência de arruelas de fixação dos parafusos da estrutura metálica) resultando na queda de parafusos)
- emenda irregular com solda nos apoios das vigas na estrutura metálica (bacalhau)
- chapas de apoio de vigas treliçadas em pilares de concreto sem fixação na interface
- engaste das treliças em eixos em balanço, apoiados em alvenaria somente em um lado da peça
- engaste de treliça à alvenaria (oitão) com descontinuidade e ausência de solda

A estrutura se desestabiliza também por apresentar indícios de deterioração da estrutura metálica causada possivelmente:

- pela ação do tempo
- infiltração de chuva (cobertura com manutenção inadequada)
- ataque químico (vapores de banho galvanizado em décadas anteriores)

A desestabilização da estrutura do telhado também é devido à provável sobrecarga devido à instalação gradativa de componentes suspensos e presos na mesma:

- eletrocalhas (sistema de iluminação aérea)
- excesso de carregamento causada pela instalação de outra eletrocalha
- fixação de dutos e exaustores de ventilação
- ação do vento
- ação da vibração (prensas alto impacto- carga dinâmica da tubulação na eletrocalha aérea fixada na estrutura)
- bate-estacas e compactação do solo setor próximo
- escavação com rompedor no setor próximo
- encharcamento de telhas de fibrocimento devido às chuvas, inclusive chuvas recentes (manutenção pontual)

6. CONCLUSÕES DA INVESTIGAÇÃO

O desabamento do galpão decorreu de uma rede de fatores em interação com evidências de início em falhas de projeto e falhas de construção, ou seja, remontando há acúmulo gradativo de problemas ao longo de mais de 20 anos. A situação foi agravada pela ausência de programação de manutenção preditiva e preventiva das condições da estrutura combinado com o acréscimo de cargas dinâmicas e estáticas. Essas condições levaram à deterioração crônica de elementos estruturais num processo em que também houve a contribuição da ação de agentes químicos e do tempo.

A esses aspectos que se associam à lenta e progressiva diminuição da resistência da estrutura somam-se fatores de aumento da carga por ela suportada,

inclusive poucos dias antes do acidente. Segundo relato dos trabalhadores do setor novas eletrocalhas foram instaladas na estrutura dias antes do colapso da cobertura.

A inexistência de projeto estrutural do galpão A para o acompanhamento da execução inicial da obra e a falta de estratégias de gestão de segurança em relação ao desgaste induzido: a) pelo tempo e condições de uso e; b) pelas alterações das cargas suportadas pela estrutura de cobertura podem ser descritas como indicadores de gestão de segurança de baixa confiabilidade e de inadequação na gestão de mudanças adotadas no sistema. Na prática, apesar do passar do tempo e do aumento das cargas, a capacidade da estrutura era avaliada apenas via inspeções visuais realizadas do solo (a cerca de 9 metros de distância) e pontuais de manutenção corretiva (troca de telhas quebradas).

A altura de nove metros entre o piso e a estrutura de cobertura permite ressaltar aspecto da dificuldade em visualizar a inexistência de arruelas para fixação e travamento de: parafusos e porcas nos arcos, vigas laminados e terças da estrutura de cobertura, e até para a persistência dos demais erros construtivos constatados nos laudos citados:

- deficiência de recobrimento da armadura
- emenda irregular com solda nos apoios das vigas na estrutura metálica (bacalhau)
- chapas de apoio de vigas treliçadas em pilares de concreto sem fixação na interface
- engaste das treliças em eixos em balanço, apoiados em alvenaria somente em um lado da peça
- engaste de treliça à alvenaria (oitão) com descontinuidade e ausência de solda
- infiltração de chuva
- oxidação nas ligações da estrutura na viga transversal do eixo central (6) onde iniciou o colapso da estrutura ocasionado possivelmente por vapores de banho galvanizado ocorridos no galpão A em décadas anteriores.

O evento, portanto tem origem em uma rede de fatores em interação (multicausal) e não decorre de um único fator isolado.

Embora um dos representantes da CIPA tenha caracterizado o acidente como uma fatalidade, o desabamento da estrutura do galpão A, em síntese, pode ser descrito

como fruto de situação de acúmulo histórico de acontecimentos associando o progressivo aumento do desgaste e da carga suportada pela estrutura.

O aumento das cargas não gerava problemas detectáveis com o uso das estratégias de gestão de segurança – de baixa confiabilidade - adotadas pelo sistema, cada nova mudança aproximava a carga suportada pela estrutura do montante de cargas que correspondia ao valor ou carga limiar que ela suportaria. Esse processo culminou com a ultrapassagem desse limiar e desabamento da estrutura. Como as mudanças anteriores não geraram fatos detectados e interpretados pelos encarregados da gestão de segurança do sistema como problemas, em particular ameaça à resistência da estrutura, as mudanças ocorridas no dia do acidente - como o estalo e cisalhamento do parafuso e seqüente queda de parte do tirante - também foram interpretadas como não sendo ameaça estrutural da edificação e não resultou em decisão de evacuação da área. Isso tudo contribuiu para que as conseqüências fossem maiores com uma morte e ferimentos a 28 trabalhadores da empresa.

Salientamos também que a empresa ao deixar de manter adequadamente a edificação, a mesma deixa de cumprir a Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego - Portaria 3214/78 especificamente a NR 8, Edificações - subitem 8.4.1 - Proteção Contra Intempéries, que estabelece que as edificações devem obrigatoriamente observar as normas técnicas oficiais relativas à resistência ao fogo, isolamento térmico, isolamento e condicionamento acústico, resistência estrutural e impermeabilidade.

7. RECOMENDAÇÕES

Uma manutenção especializada da edificação permitiria a constatação da necessidade de projeto estrutural do galpão para checagem da introdução de cargas apoiadas na estrutura de cobertura. Essa manutenção adequada permitiria também a verificação do acúmulo de alguns erros construtivos iniciais já citados e a deterioração da edificação a tempo de recuperação, ou seja, não permitindo a falência da estrutura, danos ocasionados como a morte e lesão a 28 trabalhadores e também danos de ordem material à empresa.

Portanto, na inexistência da manutenção preventiva, na incerteza decorrente da falta de projeto estrutural do galpão, seria indicado como recomenda o princípio da precaução, uma análise detalhada da capacidade real de suporte dos galpões A e B antes do acréscimo das cargas sucessivamente implantadas. Em tal linha de raciocínio seria recomendado como medida de urgência a paralisação da produção e evacuação da área quando da ocorrência da queda do tirante.

Conforme Instituto Falcão Bauer, a partir da verificação da estrutura do galpão A e do galpão B (geminado ao A) através de ensaios laboratoriais de materiais retirados dos mesmos, é recomendada a recuperação de muitas estruturas dos galpões, desde a fundação dos mesmos, e que a reconstrução seja executada e fiscalizada ou assessorada por empresa ou profissionais especializados na área de recuperação estrutural.

Para um maior aprofundamento no caso é fundamental a análise do projeto estrutural original, tendo em vista que sem o mesmo é difícil responder se ele continha erros de concepção ou que a carga para a qual ele foi projetado estava dentro dos coeficientes de segurança. Neste caso as falhas gerenciais repousariam nas decisões posteriores de instalação de cargas sucessivas sem uma avaliação e manutenção apropriadas.

Tendo em vista que é recorrente a instalação de sistemas de alimentação em função da modernização dos processos produtivos com reformas e introdução de novas tecnologias nos componentes produtivos, o acidente em questão evidencia a necessidade prévia de avaliação estrutural das edificações antigas antes da implantação de cargas sucessivas, bem como a implantação de rotinas mais criteriosas de manutenção das mesmas edificações.

Eng. Rodolfo A. G. Vilela
Coordenador do CEREST

Carmen A. Herrera Gonçalves
Eng. Seg. Trabalho

CEREST PIRACICABA
Rua São Francisco de Assis, 983 Centro – PIRACICABA –SP
Fone /Fax - (19) 3434-6337 – 3435-3505
Site: www.cerest.piracicaba.sp.gov.br / E-mail: cerestpiracicaba@yahoo.com.br