

Superintendência Regional do Trabalho do Estado de São Paulo

Seção de Segurança e Saúde no Trabalho - SEGUR

CPR/SP

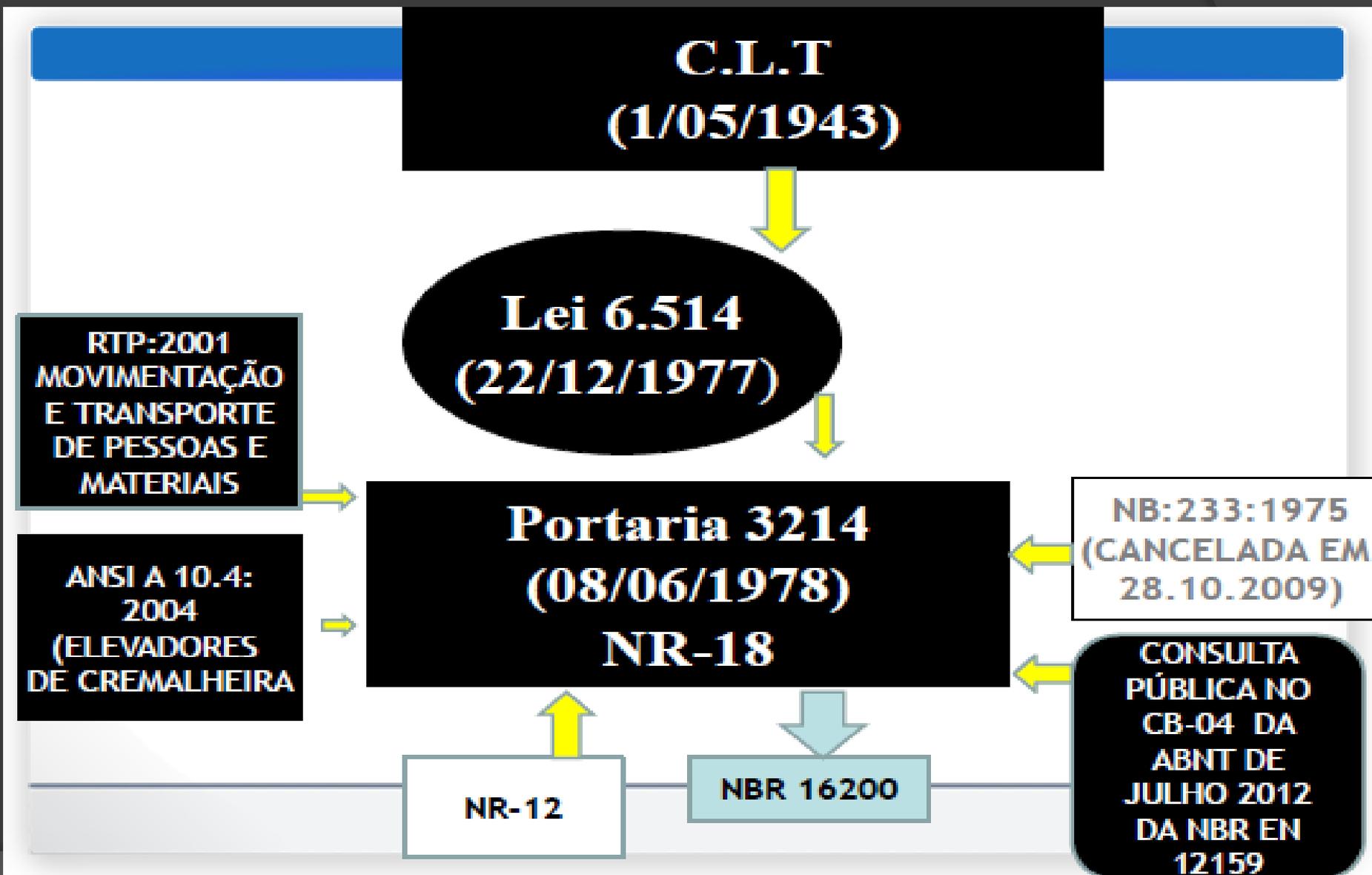
Reunião de 08.06.2021

Palestrante : Antonio Pereira do Nascimento

Análise de acidente fatal com queda de cabine do elevador de cremalheira
baseado na ação fiscal do AFT Eng.º Hildeberto Nobre Jr. – SEGUR/SP

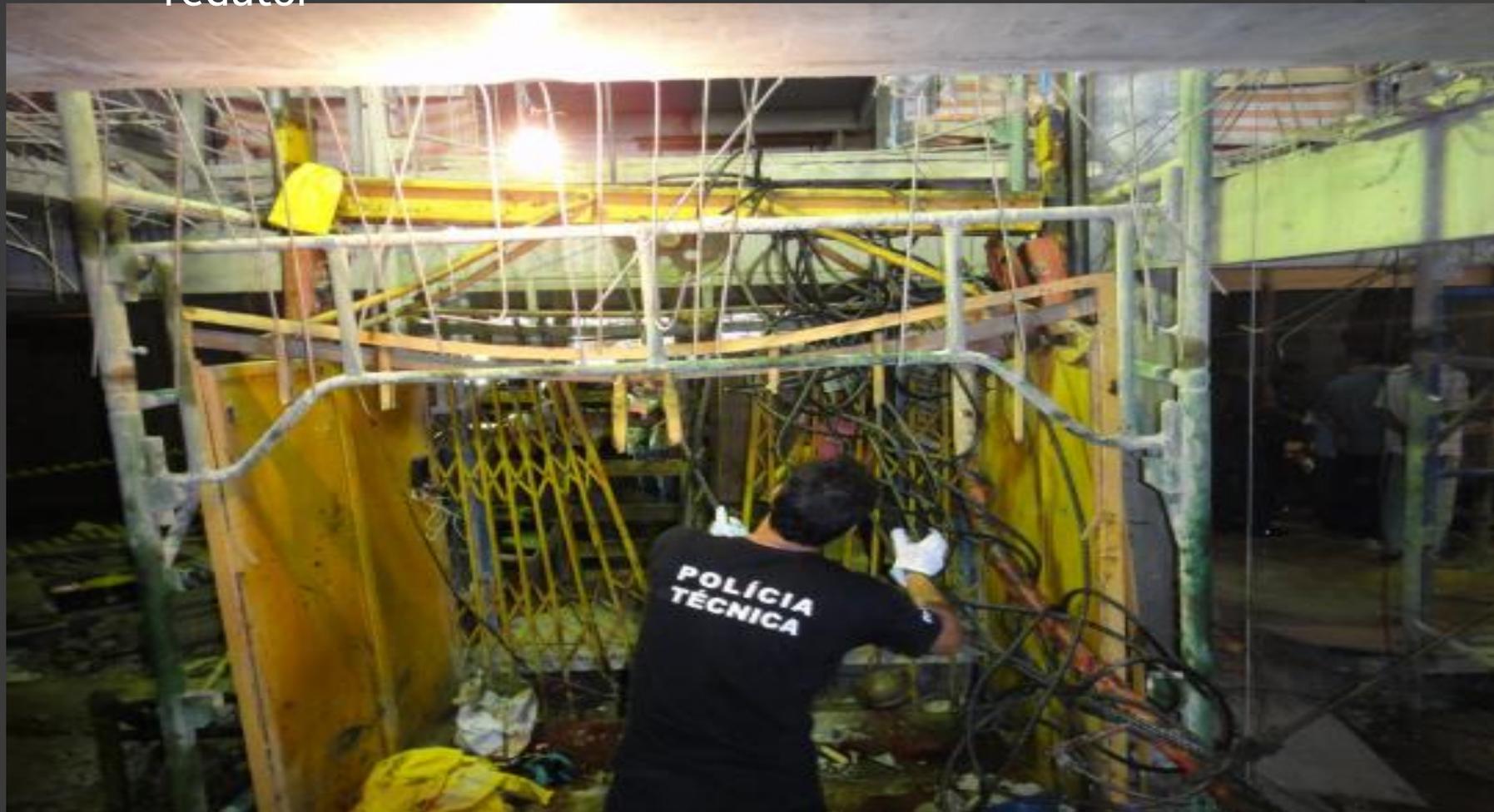
Segurança em Máquinas e Equipamentos – Elevadores de Obras

Histórico da introdução e legalização do elevador de cremalheira no Brasil



Segurança em Máquinas e Equipamentos – Elevadores de Obras

Queda de elevador a cabo por rompimento de eixo do redutor



Segurança em Máquinas e Equipamentos – Elevadores de Obras



Segurança em Máquinas e Equipamentos – Elevadores de Obras



Segurança em Máquinas e Equipamentos – Elevadores de Obras



Segurança em Máquinas e Equipamentos – Elevadores de Obras

Fratura de eixo da saída do redutor



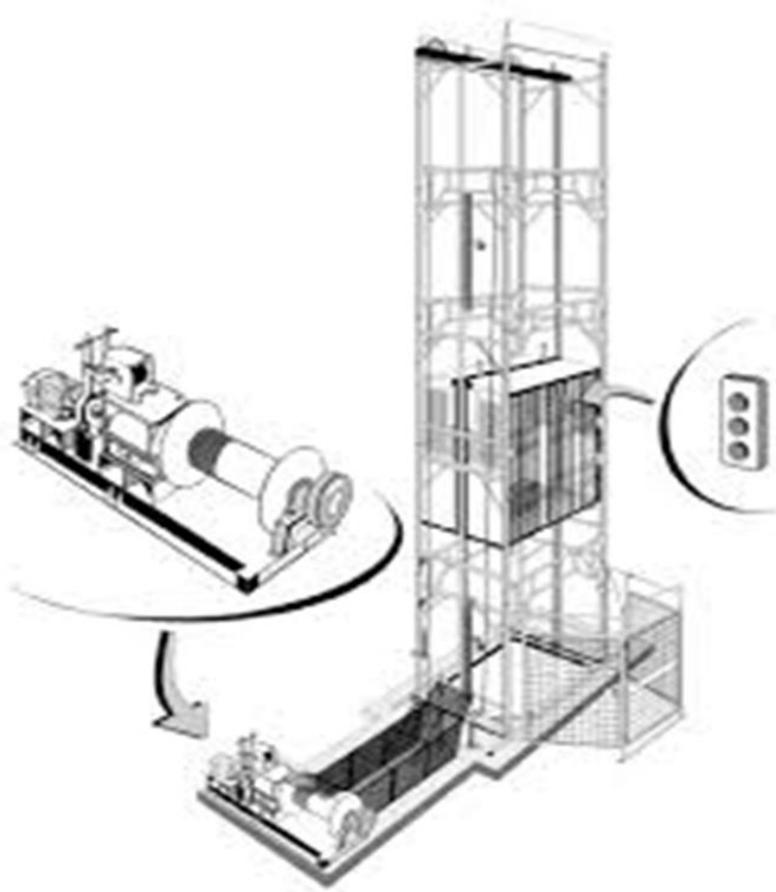
Segurança em Máquinas e Equipamentos – Elevadores de Obras

Rompimento do cabo de aço de tracionamento



Segurança em Máquinas e Equipamentos – Elevadores de Obras





Elevadores de Cremalheira

Definição - São máquinas de ação periódica destinadas ao transporte vertical de cargas e/ou pessoas

O sistema de redução e transmissão de movimento por pinhão e cremalheira, foi inventado por LEONARDO DA VINCI(1452-1519)

SIEMENS (1880) usou o sistema de segurança em pinhão e cremalheira em seu 1.º Elevador elétrico.

OTIS(1890) aplicou o conceito de pinhão e cremalheira à segurança de elevadores verticais e inclinados de caráter provisório (Torre Eiffel)

A partir de 1950 seu uso se tornou comum na Construção Civil e em instalações industriais nos USA e na Europa



HISTÓRICO DE ACIDENTES COM ELEVADOR DE CREMALHEIRA

- A) FRATURA DO EIXO DO MOTO REDUTOR;
- B) FALHAS DOS DISPOSITIVOS ELETRICO-MECÂNICOS DOS LIMITES SUPERIORES DA TORRE E QUEDA DA CABINA;
- C) QUEDA DE TRABALHADOR NA RAMPA OU NAS LATERAIS NO ACESSO A CABINA;
- D) QUEDA DE CABINE POR FALHA DO LIMITE INFERIOR DA CABINA;
- E) ROMPIMENTO DO CABO DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DOS MOTORES DA CABINA E POSSIBILIDADE DE CHOQUE ELÉTRICO POR FALTA DE ENROLAMENTO ADEQUADO DO CABO E ATERRAMENTO ELÉTRICO NÃO EFICAZ.

Elevadores de Cremalheira

Acidente com queda da cabine





Elevadores de Cremalheira

Queda do Elevador na Zona Oeste da Grande SP

Consequência : Morte de um montador da empresa locadora do equipamento

Data : 04/11/2011

Atividade : Realizando manutenção corretiva, pois o elevador estava parado em um pavimento

Ação realizada : Liberar o freio de emergência para que o moto freio pudesse atuar e a operação voltasse a normal.

Elevadores de Cremalheira

Descrição do acidente

No dia anterior ao ocorrido, 03/11/2011, o trabalhador que operava o elevador de cremalheira onde ocorreu o acidente, informou ao setor de segurança da obra que o elevador estava com parafusos frouxos, então a equipe de manutenção da empresa locadora do equipamento foi informada dos problemas, dirigiu-se ao local e realizou os apertos dos parafusos do sistema de ancoragem do equipamento ao prédio.

Segundo informações do Operador do Elevador, no dia do acidente, o equipamento iniciou as operações sem apresentar aparentemente problemas. No momento em que estava transportando um carrinho com sacos de areia, ao chegar do vigésimos terceiro (23º) andar, o elevador caiu e parou no 20º (vigésimo) andar, aproximadamente, a 1,5 metros da laje.

Então, o operador do equipamento saiu da cabina, que ficou parada por ação do freio de emergência, e informou a ocorrência aos superiores.

Neste momento, a equipe de manutenção que havia sido solicitada no dia anterior para realizar a manutenção do equipamento estava na portaria do canteiro de obra e, ao ser informada do episódio, dirigiu-se ao elevador cuja cabina estava parada no 20º (vigésimo) andar.

Elevadores de Cremalheira

Descrição do acidente

Ao chegar na cabina com problemas, o encarregado da equipe solicitou que um trabalhador subisse ao andar superior, no intuito de verificar as condições do pinhão. Enquanto isso, a vítima e o encarregado ficaram no interior da cabina.

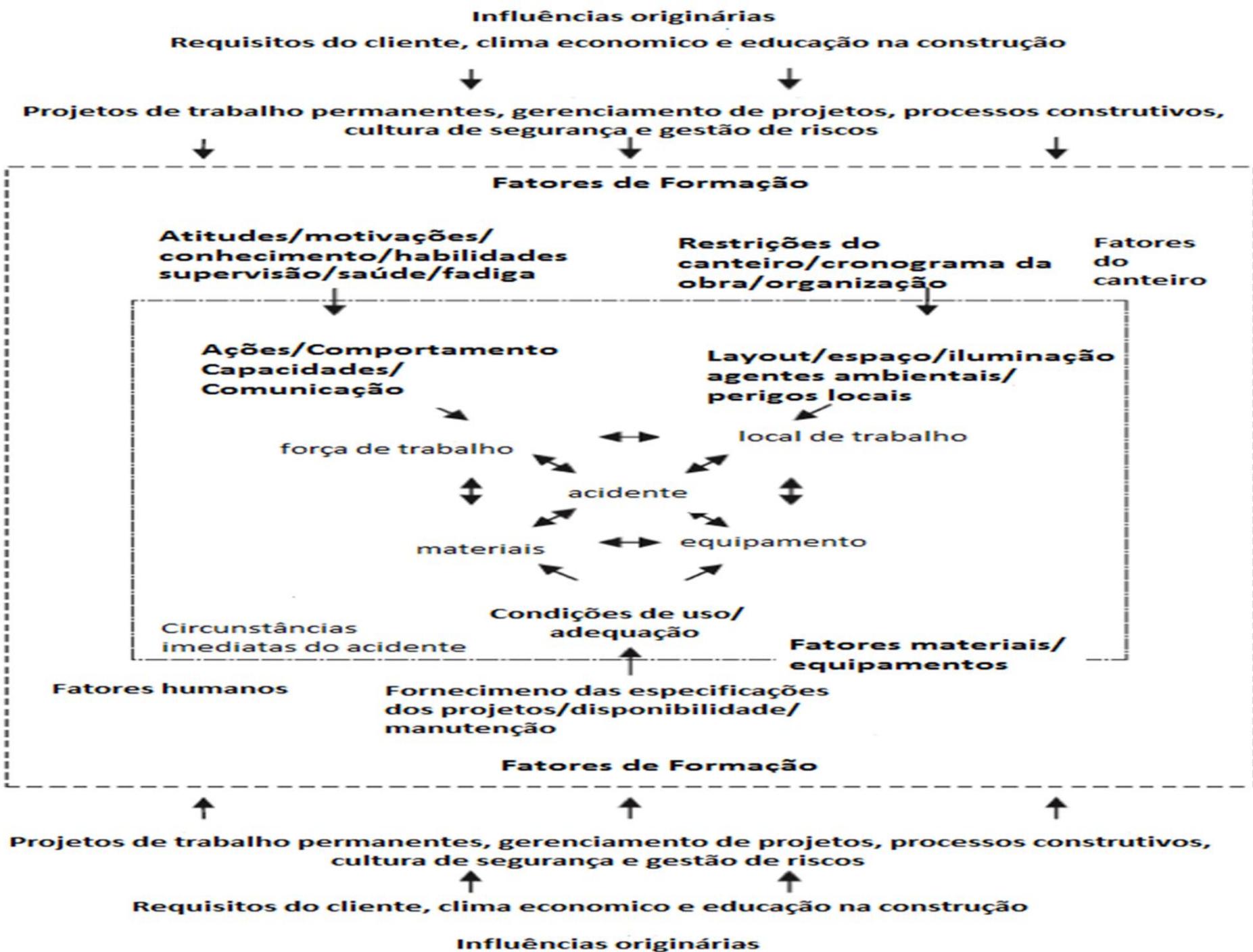
Segundo informações do Encarregado, no momento em que ele estava retirando umas sacas de areia de dentro da cabina, viu que o acidentado pegou a chave de fenda e destravou o freio de emergência. Então, o elevador caiu em queda livre com o trabalhador acidentado, ocasionando seu óbito.

Elevadores de Cremalheira

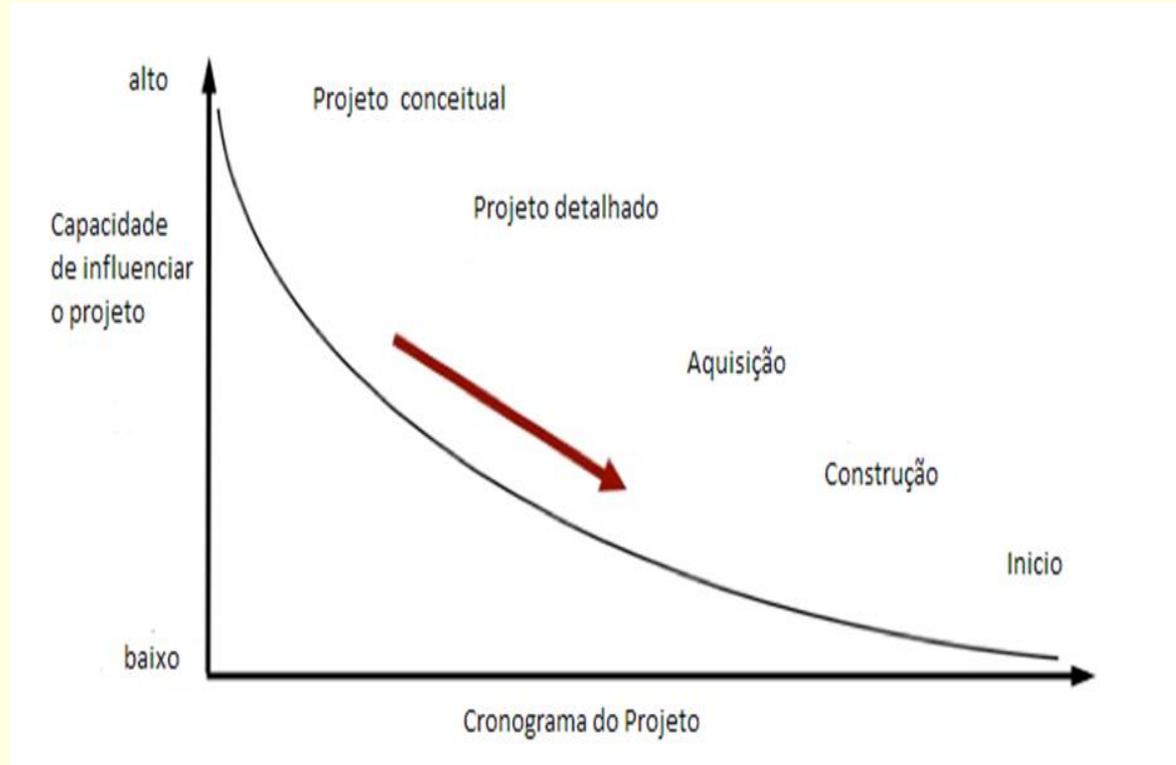
Descrição do acidente



Moto- Freio- Redutor da Cabina
(o elevador possuía apenas um
Moto-Freio-Redutor)



Capacidade de influenciar o projeto



Fonte: Gambatese (*apud* SYMBERSKI, 1987).

Elevadores de Cremalheira

Queda do Elevador na Zona Oeste da Grande SP

Consequência : Morte de um montador da empresa locadora do equipamento

Atividade : Realizando manutenção corretiva, pois o elevador estava parado em um pavimento

Ação realizada : Liberar o freio de emergência para que o moto freio pudesse atuar e a operação voltasse a normal.

Falhas iniciais apontadas





Eixo Quebrado do Moto- Freio- Redutor da Cabina logo após o acidente

Elevadores de Cremalheira

Rompimento do eixo do moto freio com a queda da cabine

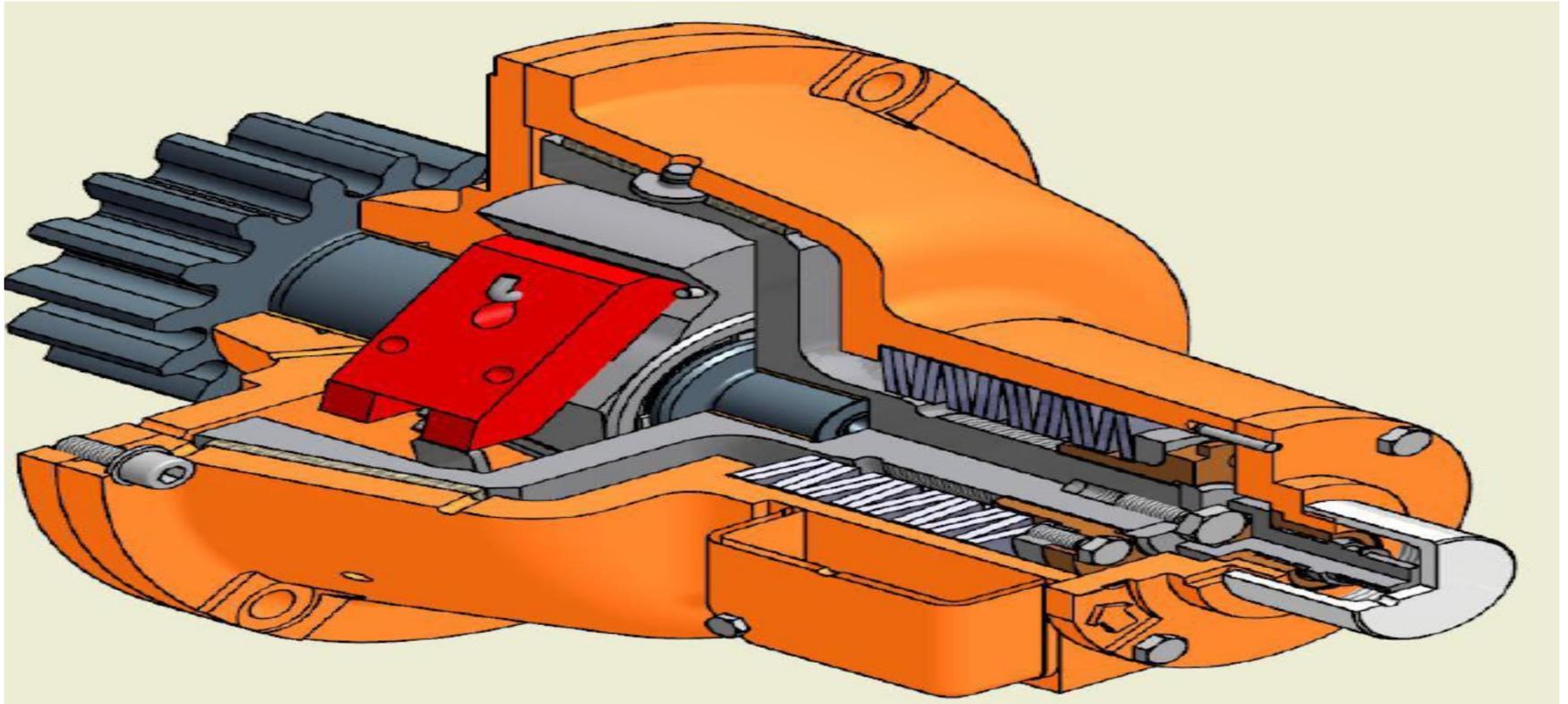


Elevadores de Cremalheira

Rompimento do eixo do moto freio

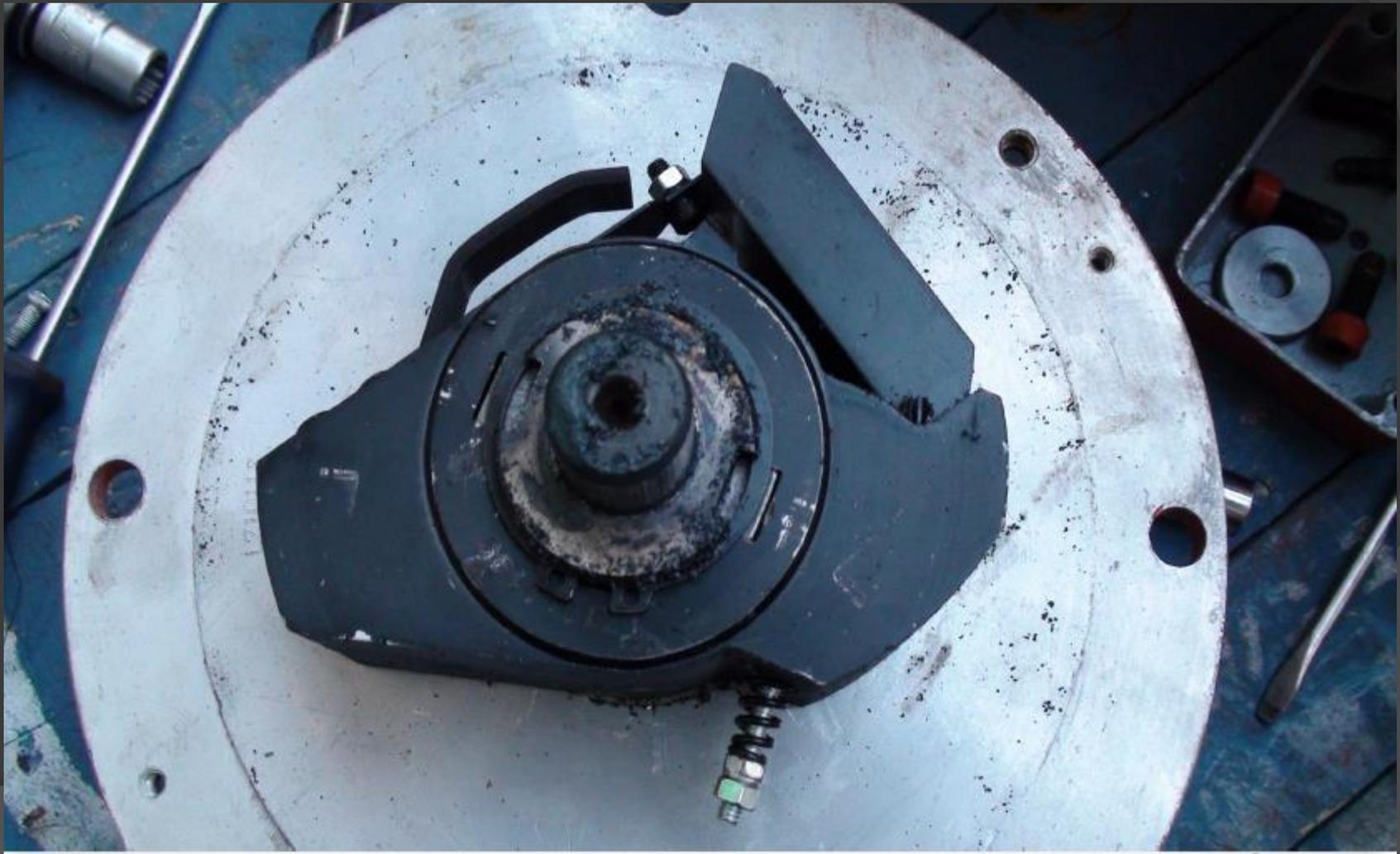


Freio de Emergência



Elevadores de Cremalheira

Freio de emergência numa bancada de
manutenção



Causas do acidente

O relatório aponta que o desgaste severo e as deformações podem ter sido originados pela utilização do equipamento com carga útil acima da prevista, com certa frequência.

Diante das conclusões citadas acima, constatamos que o acidente ocorreu, no momento em que o trabalhador, destravou o Freio Pára-Quedas, situado no interior da cabina, realizando um procedimento habitual de trabalho, em que confiava que a cabina seria sustentada pelo Freio Motor (Moto-Freio-Redutor).

Contudo, devido ao rompimento do eixo por fadiga, este não sustentou a cabina que se precipitou livremente, ocasionando o óbito do trabalhador.

Segurança em Máquinas e Equipamentos – Elevadores de Cremalheira

Conjunto Moto Redutor

O conjunto motor redutor, é que determina o deslocamento vertical do elevador, sendo constituído por moto-freio acoplado ao redutor de velocidade, que transmite o movimento por intermédio pinhão em contato com a cremalheira.

O freio do motor elétrico é do tipo negativo, isto é, freia mesmo sem energia elétrica. Isto é feito por um disco com 2 molas de fricção entre as quais é intercalado um disco intermediário.

Alavanca de freio manual libera a abertura do freio motor.



Segurança em Máquinas e Equipamentos – Elevadores de Cremalheira Conjunto Moto Redutor



Segurança em Máquinas e Equipamentos – Elevadores de Cremalheira

Especificações Elétricas

Dados Elétricos	1000 Kg	1500 Kg	2000 Kg
Alimentação	220/380/440 V		
Motores	2	2	2
Potência	2 x 7,5 Kw	2 x 9,2 Kw	2 x 11 Kw
Consumo	15,6 Kw	19 Kw	22,6 Kw
Inversor de Frequencia	Com Inversor	Com Inversor	Com Inversor
Corrente de Partida 220 V	68 A	82 A	98 A
Corrente de Partida 380 V	42 A	51 A	60 A
Corrente de Partida 440 V	37 A	45 A	54 A
Potência Autotrafo	30 kVA	37 KVA	44 KVA

Elevadores para pessoas e materiais com cabines deslocadas por guias verticais

5.7 Unidade de acionamento

5.7.1 Disposições gerais

5.7.1.1 Cada elevador deve ter pelo menos uma unidade de acionamento própria.

5.7.1.2 Cada sistema de acionamento deve ser calculado de acordo com o item 5.2 incluindo os requisitos específicos indicados na subcláusula 5.2.6.

Essa Norma Inglesa é implementação do Reino Unido da EN 12159:2000+A1:2009. Substitui e cancela a BS EN 12159:2000 que foi removida.

ABNT NBR 16200:2013

5.1 Unidade de Acionamento

5.7.1 Requisitos Gerais

5.7.1.1 Cada elevador deve ter pelo menos uma unidade de acionamento própria, exceto os elevadores com acionamento do **tipo pinhão e cremalheira** que deve ter no mínimo duas unidades de acionamento próprias.

Quando uma unidade de acionamento for utilizada, se uma das unidades falhar, a(s) outra(s) deve(m) ser capaz(es) de manter parada a carga estática do elevador

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
16200

Primeira edição
19.04.2013

Válida a partir de
19.05.2013

Elevadores de canteiros de obras para pessoas e materiais com cabina guiada verticalmente — Requisitos de segurança para construção e instalação.

Builders hoists for persons and materials with vertically guided cages — Safety requirements for construction and installation of lifts

Nota: Conforme item 4.2.4 da ISO 9001 e PQ 04.02 item 3.3.3.1, o formulário deve ser preenchido corretamente e legível. Caso houver campos onde não puder ser completado o seu preenchimento, conclua-o indicando a sigla NA (não aplicável) ou traços

		RELATÓRIO DE PARTICULA MAGNÉTICA MO seção 7 / PQ 07.04 / F 07.74 Rev. 02 Interpretação de acordo com o Critério de Aceitação ASME VIII Div 1.				Restreabilidade N/A Ref. Nº 06_PM_2018 Folha: 1 de 1 Data: 07/02/2018																																																																	
Cliente Origem Vila Madalena		Obra / Equipamento Motor 2		Nº Procedimento END-001-PM Rev. 03																																																																			
				O.S. Nº 89261																																																																			
M.A.T.	Metal Base		Metal Adição		Espessura																																																																		
	Aço Carbono		N/A		N/A																																																																		
	Condição Superficial		Tipo de junta		N/A																																																																		
	Escovada		N/A		N/A																																																																		
Dados Técnicos	Equipamento		Partícula Magnética		Contraste		Removedor		Distensor																																																														
	Fabricante Magnaflux		Marca Metal-Check		Marca Metal-Check		Marca Metal-Check		Marca Metal-Check																																																														
	Modelo Y-6		Fabricante Metal-Check		Fabricante Metal-Check		Tipo E-59		Tipo BC-502																																																														
	Lote nº 17972		Lote nº 20695		Lote nº 201509159		Lote nº 18645		Lote nº 16799																																																														
	Certificado nº N/A		Certificado nº 201405936		Certificado nº 201405936		Certificado nº 201405936		Certificado nº 201304335																																																														
	Espaçamento 0-150mm		Tipo RW-222		Tipo Supermagna 104		Limpieza após exame: Sim		Peça																																																														
	Cor Vermelha		Luz		Temperatura Ambiente																																																																		
	Corrente de Mag		<input checked="" type="checkbox"/> Úmida <input type="checkbox"/> Seca <input type="checkbox"/> cc <input checked="" type="checkbox"/> ca		<input checked="" type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Negra Decantação Aprovada		Tratamento Térmico: N/A																																																																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Solda/Peça</th> <th rowspan="2">Observação</th> </tr> <tr> <th>Nº</th> <th>Tipo</th> <th>Cota</th> <th>Compr.</th> <th>Laudo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="6">Motor 2</td> <td rowspan="2"></td> </tr> <tr> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>A</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="6"> </td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Solda/Peça						Observação	Nº	Tipo	Cota	Compr.	Laudo	Motor 2							N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	A																																						
	Solda/Peça						Observação																																																																
Nº	Tipo	Cota	Compr.	Laudo																																																																			
Motor 2																																																																							
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	A																																																																		
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	A																																																																		
																																																																							
OBS. 1) Ensaio Realizado ponta de eixo A - Aprovado 2) Laudo R - Reprovado REC - Recomendações de Exame Complementar		3) Tipos de Descontinuidades TL - Trinca Longitudinal TT - Trinca Transversal TR - Trinca Ramificada FP - Falta de Penetração		FF - Falta de Fusão MO - Mordedura PO - Porosidade AP - Agrupamento de Porosidade		ES - Escória																																																																	
Executor do Ensaio Rafael Pires Inspetor de Equipamentos (CR) A-16149/2018-01-11/11-11/11-11		Aprovação		Cliente																																																																			
Data 07/02/2018		Data		Data																																																																			

Nota: Conforme item 4.2.4 da ISO 9001 e PQ 04.02 item 3.3.3.1, o formulário deve ser preenchido corretamente e legível. Caso houver campos onde não puder ser completado o seu preenchimento, conclua-o indicando a sigla NA (não aplicável) ou traços

		RELATÓRIO DE PARTICULA MAGNÉTICA MO seção 7 / PQ 07.04 / F 07.74 Rev. 02 Interpretação de acordo com o Critério de Aceitação ASME VIII Div 1.				Restreabilidade N/A Ref. Nº 05_PM_2018 Folha: 1 de 1 Data: 07/02/2018																																																																	
Cliente Origem Vila Madalena		Obra / Equipamento Motor 1		Nº Procedimento END-001-PM Rev. 03																																																																			
				O.S. Nº 89261																																																																			
M.A.T.	Metal Base		Metal Adição		Espessura																																																																		
	Aço Carbono		N/A		N/A																																																																		
	Condição Superficial		Tipo de junta		N/A																																																																		
	Escovada		N/A		N/A																																																																		
Dados Técnicos	Equipamento		Partícula Magnética		Contraste		Removedor		Distensor																																																														
	Fabricante Magnaflux		Marca Metal-Check		Marca Metal-Check		Marca Metal-Check		Marca Metal-Check																																																														
	Modelo Y-6		Fabricante Metal-Check		Fabricante Metal-Check		Tipo E-59		Tipo BC-502																																																														
	Lote nº 17972		Lote nº 20695		Lote nº 201509159		Lote nº 18645		Lote nº 16799																																																														
	Certificado nº N/A		Certificado nº 201405936		Certificado nº 201405936		Certificado nº 201405936		Certificado nº 201304335																																																														
	Espaçamento 0-150mm		Tipo RW-222		Tipo Supermagna 104		Limpieza após exame: Sim		Peça																																																														
	Cor Vermelha		Luz		Temperatura Ambiente																																																																		
	Corrente de Mag		<input checked="" type="checkbox"/> Úmida <input type="checkbox"/> Seca <input type="checkbox"/> cc <input checked="" type="checkbox"/> ca		<input checked="" type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Negra Decantação Aprovada		Tratamento Térmico: N/A																																																																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Solda/Peça</th> <th rowspan="2">Observação</th> </tr> <tr> <th>Nº</th> <th>Tipo</th> <th>Cota</th> <th>Compr.</th> <th>Laudo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="6">Motor 1</td> <td rowspan="2"></td> </tr> <tr> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>A</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="6"> </td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Solda/Peça						Observação	Nº	Tipo	Cota	Compr.	Laudo	Motor 1							N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	A																																						
	Solda/Peça						Observação																																																																
Nº	Tipo	Cota	Compr.	Laudo																																																																			
Motor 1																																																																							
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	A																																																																		
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	A																																																																		
																																																																							
OBS. 1) Ensaio Realizado ponta de eixo A - Aprovado 2) Laudo R - Reprovado REC - Recomendações de Exame Complementar		3) Tipos de Descontinuidades TL - Trinca Longitudinal TT - Trinca Transversal TR - Trinca Ramificada FP - Falta de Penetração		FF - Falta de Fusão MO - Mordedura PO - Porosidade AP - Agrupamento de Porosidade		ES - Escória																																																																	
Executor do Ensaio Rafael Pires Inspetor de Equipamentos (CR) A-16149/2018-01-11/11-11/11-11		Aprovação		Cliente																																																																			
Data 07/02/2018		Data		Data																																																																			

Nota: Conforme item 4.2.4 da ISO 9001 e PD 04.02 item 3.3.3.1, o formulário deve ser preenchido corretamente e legível. Caso houver campos onde não puder ser completado o seu preenchimento, concluí-lo indicando a sigla NA (não aplicável) ou traços.

ARC TEST		RELATÓRIO DE PARTICULA MAGNÉTICA			Restreabilidade: N/A			
		MO seção 7 / PD 07 04 / F 07 14 Rev. 02			Rel. Nº: 07_PM_2018			
		Interpretação de acordo com o Critério de Aceitação ASME VIII Div 1			Folha: 1 de 1			
					Data: 07/02/2018			
Cliente		Objeto / Equipamento		Nº Procedimento				
Origem Vila Madalena		Freio de Emergência		END-001-PM Rev. 03				
				O.S. Nº: 89261				
M.A.T.	Metal Base		Metal Adição		Espessura			
	Aço Carbono		N/A					
	Condição Superficial		Tipo de Junta		N/A			
	Escovada		N/A					
Dados Técnicos	Equipamento		Partícula Magnética		Contraste			
	Fabricante: Magneflux		Marca: Metal-Check		Marca: Metal-Check			
	Modelo: Y-8		Fabricante: Metal-Check		Fabricante: Metal-Check			
	Certificado nº: N/A		Lote nº: 17972		Lote nº: 20095			
	Espaçamento: 0-150mm		Certificado nº: 201409936		Certificado nº: 201509159			
	Tipo: RW-222		Tipo: Supermagna 104		Limpeza após exame: Sim			
	Cor: Vermelha		Luz		Temperatura Ambiente			
	Via		Normal <input type="checkbox"/> Negra		Peça			
	Corrente de Mag. <input type="checkbox"/> cc <input checked="" type="checkbox"/> ca		Umida <input type="checkbox"/> Seca <input checked="" type="checkbox"/>		Tratamento Técnico: N/A			
			Veículo: Água + Distensor		Decantação: Aprovado			
Resultados	Solda/Peça		Descontinuidade			Observação		
			Nº	Tipo	Cote		Compr.	Laudos
	Freio de Emergência		N/A	N/A	N/A		N/A	A
			N/A	N/A	N/A		N/A	A
Registro fotografico								
	OBS.		3) Tipos de Descontinuidades					
	1) Ensaio Realizado em 100% da Peça A - Aprovado R - Reprovado REC - Recomendações de Exame Complementar		TL - Trinca Longitudinal FF - Falta de Fusão ES - Escória TT - Trinca Transversal MO - Mordedura TR - Trinca Ramificada PO - Porosidade FP - Falta de Penetração AP - Agrupamento de Porosidade					
Executor do Ensaio		Aprovação		Cliente				
Rafael Pivato Inspeção de Equipamentos CRE 3.466.945/7-1 - ASNT Ib. 004								
Data: 07/02/2018		Data:		Data:				

12.11.4 A manutenção de máquinas e equipamentos contemplará, quando indicado pelo fabricante, dentre outros itens, a realização de Ensaio Não Destrutivos - ENDs, nas estruturas e componentes submetidos a solicitações de força e cuja ruptura ou desgaste possa ocasionar acidentes

12.11.4.1 Os ENDs, quando realizados, devem atender às normas técnicas oficiais ou normas técnicas internacionais aplicáveis.

NR-18(Portaria 3733)

Toda empresa usuária de equipamentos de movimentação e transporte vertical de materiais e/ou pessoas deve possuir os seguintes documentos disponíveis no canteiro de obras:

e) laudos dos ensaios não destrutivos dos eixos dos motofreios e dos freios de emergência, sendo a periodicidade definida por profissional legalmente habilitado, obedecidos os prazos máximos previstos pelo fabricante no manual de manutenção do equipamento;

Ações propostas

- ⦿ Recall em todos os equipamentos com a instalação de um 2.º motofreio;
- ⦿ Agilizar a ABNT NBR 16200 como referência normativa no Brasil;
- ⦿ Exigência dos ensaios não destrutivos como forma de controle da sanidade dos eixos dos motofreios e de emergência;
- ⦿ Certificação ou atestado de conformidade junto aos fabricantes dos respectivos projetos no IPT