

PAULO HENRIQUE DE SOUZA FERRO

Levantamento dos riscos envolvidos na operação de manutenção de  
pontes e pórticos rolantes em uma casa de força de uma usina  
hidrelétrica

São Paulo

2018

PAULO HENRIQUE DE SOUZA FERRO

Levantamento dos riscos envolvidos na operação de manutenção de  
pontes e pórticos rolantes em uma casa de força de uma usina  
hidrelétrica

Monografia apresentada à Escola Politécnica  
da Universidade de São Paulo para a  
obtenção do título de Especialista em  
Engenharia de Segurança do Trabalho

São Paulo

2018

Para meus filhos Maria Paula Zaccaro  
Ferro e Guilherme Zaccaro Ferro.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por tornar possível mais esta etapa de agregar conhecimento e poder colocá-lo à disposição para o bem comum e ao próximo.

Agradeço em especial à minha esposa Maria Julieta Zaccaro Ferro, minha filha Maria Paula Zaccaro Ferro e meu filho Guilherme Zaccaro Ferro que me deram a motivação para continuar nas horas difíceis.

Aos meus pais Celio Ferro e Luiza de Souza Ferro, que me presentearam com uma das maiores riquezas que se pode obter, o estudo e o conhecimento.

Agradeço também aos engenheiros Alexandre Testa Varallo, Wilson Brandão de Andrade, Maurício Guilherme Silva, Gilvan Cesar de Castro Corread, Antonio Carlos Tonini, Juarez Leite e demais colegas e funcionários das empresas mencionadas nesta monografia que contribuíram para a elaboração deste trabalho.

## RESUMO

O presente trabalho tem o objetivo de levantar os riscos envolvidos nas atividades de manutenção de pontes e pórticos rolantes de casas de força em usinas hidrelétricas e correlaciona-los com os respectivos treinamentos obrigatórios, baseados nas Normas Regulamentadoras Brasileiras (NR), de forma que os problemas atuais das empresas no cumprimento destas normas seja mitigado. No desenvolvimentos deste estudo foram abordados os conceitos básicos de segurança do trabalho, análise das NRs pertinentes, apresentação dos principais elementos e componentes de usinas hidrelétricas, definição dos métodos e atividades realizadas para a coleta de dados e os treinamentos obrigatórios necessários para atender às exigências legais das normas. Como resultado das entrevistas e elaboração de questionários aos trabalhadores envolvidos com a manutenção de pontes e pórticos rolantes em casas de força, observações no local, análise de relatórios de manutenção, análise das normas e levantamento dos riscos nas atividades executadas na manutenção destes equipamentos, o objetivo foi alcançado com a elaboração de quadros dos principais treinamentos necessários para atender as normas pertinentes, bem como a quantidade de horas para a realização de cada um. Através deste estudo, será possível verificar se as empresas estão cumprindo às exigências das NRs e caso não estejam, o mesmo servirá de auxílio para a sua regulamentação.

**Palavras chaves:** Normas Regulamentadoras Brasileiras. NR. Pontes rolantes. Pórticos rolantes. Casa de força. Usinas hidrelétricas. Treinamentos.

## ABSTRACT

The present study has the objective of survey the risks involved in the maintenance activities of overhead cranes and gantry cranes of powerhouses in hydropower plants correlating them with the respective obligatory training, based on Brazilian Regulatory Standards (NR), in order to problems related with these standards be mitigated. In the development of this study, the basic concepts of safety at work, the analysis of the pertinent NRs, the presentation of the main elements and components of hydroelectric power plants, definition of the methods and activities carried out for data collection and the necessary training required to meet the legal requirements of the standards. As a result of the interviews and questionnaires for workers involved in the maintenance of overhead cranes and gantry cranes in powerhouses, on-site observations, analysis of maintenance reports, analysis of standards and risk assessment in the activities performed in the maintenance of these equipment, the objective was achieved with the preparation of tables with the main trainings required to meet the pertinent norms, as well as the amount of hours for the accomplishment of each one. Through this study, it will be possible to verify if the companies are complying with the requirements of the NRs and if they are not, the same will aid in their regulation.

**Keywords:** Brazilian Regulatory Standards. NR. Overhead cranes. Gantry cranes. Powerhouses. Hydropower plants. Training.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Esquema parcial de uma usina hidrelétrica. ....	23
Figura 2: Vista aérea da barragem de Itaipu. ....	24
Figura 3: Vista em corte de uma Tomada D'água. ....	25
Figura 4: Canal de adução. ....	26
Figura 5: Exemplo de conduto forçado. ....	27
Figura 6: Exemplo de Casa de Força subterrânea. ....	28
Figura 7: Exemplo de Casa de Força externa. ....	28
Figura 8: Exemplos de tipos de turbinas. ....	29
Figura 9: Exemplo de tubo de sucção. ....	30
Figura 10: Exemplo de um Gerador em corte. ....	31
Figura 11: Comporta ensecadeira instalada em vão seco (esquerda). ....	32
Figura 12: Comporta gaveta instalada em vão seco. ....	33
Figura 13: Comporta vagão instalada em vão ativo. ....	34
Figura 14: Comporta segmento em processo de abertura. ....	35
Figura 15: Comporta basculante. ....	36
Figura 16: Comporta Mitra. ....	37
Figura 17: Vertedouro com 3 vãos abertos. ....	38
Figura 18: Vertedouro de superfície. ....	38
Figura 19: Localizações típicas dos equipamentos em uma Usina Hidrelétrica. ....	39
Figura 20: Ponte rolante principal da Casa de Força. ....	40
Figura 21: Pórtico rolante da Casa de Força. ....	41
Figura 22: Pórtico rolante da Tomada D'Água e máquina limpa-grades. ....	42
Figura 23: Pórtico rolante do Tubo de Sucção. ....	43
Figura 24: Monovia curva de um Vertedouro. ....	44
Figura 25: Painéis elétricos na lateral da ponte. ....	53
Figura 26: Painéis elétricos na cobertura do pórtico. ....	54
Figura 27: Carro da ponte substituindo tambor de cabos. ....	56
Figura 28: Painéis elétricos enclausurados no interior da viga principal. ....	59
Figura 29: Exemplo de iluminação instalada em ponte rolante. ....	61
Figura 30: Monovia com talha e alimentação elétrica sob a ponte rolante. ....	62
Figura 31: Caminho de rolamento e acionamentos de uma ponte rolante. ....	62

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dados da NR5. ....	52
Quadro 2 – Dados da NR10. ....	55
Quadro 3 – Dados da NR10 (SEP). ....	55
Quadro 4 – Dados da NR11. ....	57
Quadro 5 – Dados da NR23. ....	58
Quadro 6 – Dados da NR33. ....	60
Quadro 7 – Dados da NR33 (Vigia). ....	60
Quadro 8 – Dados da NR35. ....	63

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>NBR</b>	Norma Brasileira Registrada
<b>GCH</b>	Grande Central Hidrelétrica
<b>PCH</b>	Pequena Central Hidrelétrica
<b>MTE</b>	Ministério do Trabalho e Emprego
<b>NR</b>	Norma Regulamentadora
<b>CLT</b>	Consolidação das Leis do Trabalho
<b>CIPA</b>	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
<b>AIDS</b>	Síndrome de Deficiência Imunológica Adquirida
<b>SEP</b>	Sistema Elétrico de Potência
<b>GE</b>	General Electric Energias Renováveis Ltda
<b>PET</b>	Permissão de Entrada e Trabalho
<b>EU-OSHA</b>	<i>European Agency for Safety and Health at Work</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1 OBJETIVO .....	13
1.2 JUSTIFICATIVA .....	13
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
2.1 SEGURANÇA DO TRABALHO .....	15
2.2 NORMAS REGULAMENTADORAS .....	15
<b>2.2.1 Comissão interna de prevenção de acidentes - CIPA (NR5)</b> .....	<b>16</b>
<b>2.2.2 Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade - (NR10)</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2.3 Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais - (NR11)</b> .....	<b>18</b>
<b>2.2.4 Proteção contra incêndios (NR23)</b> .....	<b>19</b>
<b>2.2.5 Segurança e saúde no trabalho em espaços confinados (NR33)</b> .....	<b>20</b>
<b>2.2.6 Trabalho em altura (NR35)</b> .....	<b>21</b>
2.3 CENTRAL HIDRELÉTRICA .....	22
<b>2.3.1 Barragem</b> .....	<b>23</b>
<b>2.3.2 Tomada D'água</b> .....	<b>24</b>
<b>2.3.3 Tubulação de adução ou conduto forçado</b> .....	<b>25</b>
<b>2.3.4 Casa de força</b> .....	<b>27</b>
<b>2.3.5 Turbina Hidráulica</b> .....	<b>29</b>
<b>2.3.6 Tubo de Sucção</b> .....	<b>29</b>
<b>2.3.7 Gerador</b> .....	<b>30</b>
<b>2.3.8 Comportas</b> .....	<b>31</b>
<b>2.3.9 Vertedouro</b> .....	<b>37</b>
<b>2.3.10 Ponte rolante, pórtico e monovia</b> .....	<b>39</b>
2.4 CLASSIFICAÇÃO DE PESQUISAS .....	44
2.5 TIPOS DE PESQUISAS .....	45
2.6 COLETA DE DADOS .....	45
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>48</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DE TRABALHO .....	48
3.2 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA .....	48
3.3 DEFINIÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DE PESQUISA .....	48
3.4 DEFINIÇÃO DO TIPO DE PESQUISA .....	49

3.5 DEFINIÇÃO DA COLETA DE DADOS.....	49
3.6 ATIVIDADES REALIZADAS E RISCOS ENVOLVIDOS NA MANUTENÇÃO DE PONTES E PÓRTICOS ROLANTES DE UMA CASA DE FORÇA .....	49
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>51</b>
4.1 TREINAMENTOS EXIGIDOS PELAS NORMAS COM BASE NAS ATIVIDADES E RISCOS ENVOLVIDOS.....	51
4.2 TREINAMENTOS: INFORMAÇÕES PERTINENTES.....	51
4.3 COMISSÃO INTERNA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES (CIPA) – NR5.....	52
4.2 SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS COM ELETRICIDADE - NR10.. .....	53
<b>4.2.1 Manutenção dos sistemas elétricos .....</b>	<b>53</b>
4.3 OPERADOR DE PONTE ROLANTE – NR11.....	56
<b>4.3.1 Movimentação de cargas .....</b>	<b>56</b>
4.4 FORMAÇÃO DE BRIGADAS DE EMERGÊNCIA (PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO) – NR23 .....	57
4.5 ESPAÇOS CONFINADOS (SUPERVISOR DE ENTRADA) – NR33 .....	58
4.6 SEGURANÇA NO TRABALHO EM ALTURAS – NR35 .....	60
<b>4.6.1 Atividades envolvendo trabalho em altura.....</b>	<b>60</b>
4.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	63
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A casa de força de uma usina hidrelétrica é o coração do sistema de geração de energia e seus equipamentos são projetados para durarem por longos períodos sem a necessidade de uma intervenção ou manutenção de grande porte e abrangente. Com a exceção de acidentes, incidentes ou falhas de componentes não previstas, o pessoal responsável pelo planejamento de manutenção de uma usina executa sua programação de parada de máquina geralmente com muito detalhe e antecedência. (ALSTOM, 2008).

Durante estas paradas, a utilização de pontes, pórticos rolantes e outros equipamentos de levantamento são primordiais para a manutenção das unidades geradoras contidas nas casas de força, uma vez que neste tipo de empreendimento, as mesmas são projetadas e construídas levando-se em consideração os pesos das maiores cargas a serem montadas, em geral no conjunto Turbina – Gerador. (ALSTOM, 2008).

Devido à complexidade das atividades, quantidade de pessoas envolvidas, elevado custo de peças e equipamentos, sem mencionar o ônus por falta de geração da unidade geradora em manutenção, os equipamentos de levantamento das casas de força a serem utilizados nas paradas das unidades geradoras necessariamente passam por uma manutenção preventiva e ou corretiva com antecedência. Em alguns casos extremos de obsolescência do equipamento, o mesmo é atualizado parcialmente ou até mesmo substituído por um novo. (ALSTOM, 2014).

A quantidade de variáveis e tarefas envolvidas nas manutenções das pontes e pórticos rolantes instalados em casas de força de usinas hidrelétricas aumenta em muito os riscos envolvidos para os trabalhadores da área de energia que executarão as atividades. (ALSTOM, 2014).

Para se ter uma referência, no período de 1970 a 1988, o país saltou de 7.284.022 trabalhadores para 23.661.579, e os registros de acidentes no Brasil tiveram uma média de 1.370.941 acidentes por ano. Apesar do grande crescimento do número de trabalhadores e, se comparar o histórico anual de acidentes, é possível verificar que houve uma grande redução nos casos. (O SETOR ELÉTRICO, 2009).

Entre os anos de 1988 a 2012 houve um aumento de trabalhadores no Brasil de 23.661.579 para 39.441.566 e uma média de acidentes de 553.276 por ano.

Neste período foi possível verificar uma redução de aproximadamente 61.9% dos acidentes. (O SETOR ELÉTRICO, 2009).

No ano de 2008, as empresas do setor elétrico registraram 1.752 acidentes, sendo destes, 409 fatais. Dentre os acidentes fatais, 15 foram típicos, ou seja, acidentes decorrentes da atividade profissional desempenhada pelo acidentado, assim distribuídos: 13 aconteceram em empresas distribuidoras de energia elétrica e 2 em geradoras, transmissoras ou outras companhias. (O SETOR ELÉTRICO, 2009).

De 1999 a 2008, ou seja, nove anos, os acidentes de trabalho no setor de energia diminuíram aproximadamente 33%, segundo indicadores da Fundação Comitê de Gestão Empresarial (Fundação COGE), entidade que preza pelo aprimoramento de gestão empresarial no setor elétrico. Entretanto, os profissionais da área de manutenção, segurança do trabalho e eletricidade concordam que ainda há um longo caminho a ser trilhado a fim de reduzir os índices de acidentes e melhorar a saúde e a segurança dos trabalhadores de empresas do segmento. (O SETOR ELÉTRICO, 2009).

Para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores, é preciso mais do que equipamentos e instalações seguras, é necessário que aconteça também uma mudança comportamental. O Brasil evoluiu muito nos últimos dez anos no nível de segurança do trabalho, e está se tornando o líder da América do Sul em conceito de segurança, mas essa melhoria tem que ser contínua. (O SETOR ELÉTRICO, 2009).

## 1.1 OBJETIVO

Identificar os principais riscos envolvidos na operação de manutenção de pontes e pórticos rolantes em uma casa de força de uma usina hidrelétrica com base nas normas regulamentadoras, sua aplicabilidade e identificar os treinamentos necessários e obrigatórios ao pessoal envolvido nestas atividades de manutenção.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Hoje não são comuns casos identificados de empreendimentos do setor energético que não venham atendendo às exigências das normas vigentes, entretanto, devido ao crescimento do setor de geração de energia, empresas que

estão entrando neste mercado apresentam dificuldades em atender aos critérios exigidos nas normas. O autor, com seus 16 anos de experiência na área de engenharia de equipamentos para usinas hidrelétricas, vivenciou vários casos de empresas que no processo de contratação de serviços de manutenção desconheciam as normas, ou parte delas, e ou pela grande carga horária de treinamento exigida não possuíam em seu quadro funcionários corretamente habilitados.

De forma a mitigar estas deficiências, realizou-se um levantamento dos principais riscos para a manutenção de pontes e pórticos rolantes locados em casas de força de centrais hidrelétricas e com base nos mesmos, uma pesquisa nas normas regulamentadoras relacionando os treinamentos que devem ser aplicados, com informações pertinentes à norma regulamentadora.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 SEGURANÇA DO TRABALHO**

A definição de segurança do trabalho é feita de diversas maneiras conforme vários autores, entretanto, de maneira geral:

A segurança do trabalho é a parte da engenharia que trata de reconhecer, avaliar e controlar as condições perigosas e os fatores humanos no ambiente de trabalho, com o intuito de evitar acidentes e danos, principalmente à saúde do trabalhador. O objetivo da segurança do trabalho é atenuar os riscos, usando recursos tecnológicos disponíveis, treinamentos, a busca da conscientização dos trabalhadores em relação às condições perigosas e seus riscos associados, sem nunca esquecer que o homem não é uma máquina, e as variáveis humanas existem e devem ser respeitadas. (USP, 2016. p.3)

#### **2.1.1 Prevenção de acidentes**

Os escorregões, tropeções e quedas são as causas mais frequentes de acidentes em todos os setores, desde a indústria transformadora pesada ao trabalho de escritório. Entre os demais perigos, pode referir-se a queda de objetos, as queimaduras térmicas e químicas, incêndios e explosões, substâncias perigosas e stress. Para prevenir acidentes no local de trabalho, as entidades patronais devem instaurar um sistema de gestão da segurança que inclua a avaliação de riscos e procedimentos de acompanhamento. (EU-OSHA, 2001).

A prevenção de acidentes também é caracterizada através do uso de equipamento próprio, tais como: saídas de emergência, extintores, utilização de tintas de parede e outro tipo de material adequado, assim como por procedimentos: hábitos de higiene e arrumação, treino de evacuação do espaço, conhecimentos sobre primeiros socorros, que minimizem os riscos de acidente. (EU-OSHA, 2001).

### **2.2 NORMAS REGULAMENTADORAS**

As Normas Regulamentadoras, também conhecidas como NR's, regulamentam e fornecem orientações sobre procedimentos obrigatórios relacionados à segurança e medicina do trabalho. As NR's foram aprovadas pela Portaria N.º 3.214 de 8 de junho de 1978 e são de observância obrigatória por todas as empresas brasileiras regidas pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) e

são periodicamente revisadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Essas NR's estão citadas no Capítulo V, Título II, da CLT. (BRASIL, 2008).

As Normas Regulamentadoras são elaboradas e modificadas por comissões tripartites específicas, compostas por representantes do governo, empregadores e empregados. (BRASIL, 2008).

Atualmente, existem ao todo 36 Normas Regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho (MTE), que têm como finalidade estabelecer os requisitos técnicos e legais para os aspectos mínimos de segurança e saúde ocupacional dos trabalhadores e são obrigações trabalhistas a serem cumpridas por todo empregador que contrate empregados pelo regime da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). (BRASIL, 1978).

Dentre as 36 NR's, existentes, para este trabalho, destacamos as seguintes normas: NR-5, NR-10, NR-11, NR-23, NR-33 e NR-35, que serão mencionadas nos itens 2.2.1 a 2.2.6.

### **2.2.1 Comissão interna de prevenção de acidentes - CIPA (NR5)**

A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA - tem como objetivo a prevenção de acidentes e doenças decorrentes do trabalho, de modo a tornar compatível permanentemente o trabalho com a preservação da vida e a promoção da saúde do trabalhador. (BRASIL, 2011a).

Devem constituir CIPA, por estabelecimento, e mantê-la em regular funcionamento, as empresas privadas, públicas, sociedades de economia mista, órgãos da administração direta e indireta, instituições beneficentes, associações recreativas, cooperativas, bem como outras instituições que admitam trabalhadores como empregados. (BRASIL, 2011a).

As empresas instaladas em centro comercial ou industrial estabelecerão, através de membros de Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) ou designados, mecanismos de integração com objetivo de promover o desenvolvimento de ações de prevenção de acidentes e doenças decorrentes do ambiente e instalações de uso coletivo, podendo contar com a participação da administração do mesmo. (BRASIL, 2011a).

Para o caso de Grandes Centrais Hidrelétricas (CGH), a Organização da CIPA e outros assuntos necessários ao exercício de suas atribuições é obrigatório. (BRASIL, 2011a).

O Treinamento de CIPA deve contemplar no mínimo o estudo do ambiente, das condições de trabalho, bem como dos riscos originados do processo produtivo, metodologia de investigação e análise de acidentes e doenças do trabalho, noções sobre acidentes e doenças do trabalho decorrentes de exposição aos riscos existentes na empresa, noções sobre a Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS) e medidas de prevenção, noções sobre as legislações trabalhistas e previdenciária relativas à segurança e saúde no trabalho, princípios gerais de higiene do trabalho e de medidas de controle dos riscos. (BRASIL, 2011a).

Para as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), por serem empreendimentos de médio e pequeno porte, as equipes de manutenção são reduzidas. Nestes casos as empresas que não se enquadrem no Quadro I, promoverão anualmente treinamento para o designado responsável pelo cumprimento do objetivo desta NR. (BRASIL, 2011a).

No Quadro I da NR5 diz que estabelecimentos com número de empregados entre 0 a 19 não necessitam de constituição de CIPA, logo o treinamento será para o designado responsável pelo cumprimento do objetivo desta NR. (BRASIL, 2011a).

O treinamento terá carga horária de vinte horas, distribuídas em no máximo oito horas diárias e será realizado durante o expediente normal da empresa. (BRASIL, 2011a).

### **2.2.2 Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade - (NR10)**

Esta Norma Regulamentadora, NR10, estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade. (BRASIL, 2004a).

Esta norma se aplica às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos

competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis. (Brasil, 2004a).

Além do treinamento de 40 horas exigido pela NR10, deve ser realizado um treinamento de reciclagem bienal e sempre que ocorrer troca de função, mudança de empresa, retorno de afastamento ao trabalho ou inatividade por período superior a três meses, modificações significativas nas instalações elétricas ou troca de métodos, processos e organização do trabalho. (BRASIL, 2004a).

A carga horária e o conteúdo programático dos treinamentos de reciclagem destinados as condições citadas acima devem atender as necessidades da situação que o motivou. (BRASIL, 2004a).

A NR10 prevê o treinamento para os trabalhadores que atuam em atividades que envolvam o Sistema Elétrico de Potência (SEP), que por sua vez são o conjunto das instalações e equipamentos destinados à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica até a medição. (BRASIL, 2004a).

É pré-requisito para frequentar este treinamento complementar, ter participado, com aproveitamento satisfatório, do treinamento básico definido anteriormente. (BRASIL, 2004a).

### **2.2.3 Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais - (NR11)**

A Norma Regulamentadora, NR11, estabelece os requisitos de segurança a serem observados nos locais de trabalho, no que se refere ao transporte, à movimentação, à armazenagem e ao manuseio de materiais, tanto de forma mecânica, quanto manual, de modo a evitar acidentes no local de trabalho. (SESI, 2008a).

Os equipamentos utilizados na movimentação de materiais, tais como ascensores, elevadores de carga, guindastes, monta-carga, pontes-rolantes, talhas, empilhadeiras, guinchos, esteiras-rolantes, transportadores de diferentes tipos, serão calculados e construídos de maneira que ofereçam as necessárias garantias de resistência e segurança e conservados em perfeitas condições de trabalho. (BRASIL, 2004b).

Essa NR11 foi redigida devido ao grande número de acidentes, causados pelos equipamentos de içamento e transporte de materiais, ocorridos com a

crescente mecanização das atividades que motivaram um aumento da quantidade de materiais movimentados no ambiente de trabalho. (SESI, 2008a).

Nos equipamentos de transporte, com força motriz própria, o operador deverá receber treinamento específico, dado pela empresa, que o habilitará nessa função. (BRASIL, 2004b).

#### **2.2.4 Proteção contra incêndios (NR23)**

A Norma Regulamentadora, NR23, estabelece que todos os empregadores devem adotar medidas de prevenção de incêndios, em conformidade com a legislação estadual e as normas técnicas aplicáveis. O empregador deve providenciar para todos os trabalhadores informações sobre a utilização dos equipamentos de combate ao incêndio, procedimentos para evacuação dos locais de trabalho com segurança, e dispositivos de alarme existentes. (BRASIL, 2011b).

Os locais de trabalho deverão dispor de saídas, em número suficiente e dispostas de modo que aqueles que se encontrem nesses locais possam abandoná-los com rapidez e segurança, em caso de emergência. (BRASIL, 2011b).

As aberturas, saídas e vias de passagem devem ser claramente assinaladas por meio de placas ou sinais luminosos, indicando a direção da saída. Nenhuma saída de emergência deverá ser fechada à chave ou presa durante a jornada de trabalho. As saídas de emergência podem ser equipadas com dispositivos de travamento que permitam fácil abertura do interior do estabelecimento. (BRASIL, 2011b).

A Norma ABNT 14276 (Brigada de incêndio – Requisitos) sugere que os candidatos a brigadistas frequentem o treinamento com carga horária mínima de 16 horas, sendo a parte prática de, no mínimo, 8 horas, conforme anexo A. A exceção é para a classe residencial I-2 e os estacionamentos X-I, cuja carga horária total deve ser de 4 horas, enfocando apenas a parte de prevenção e combate a incêndio. Para a subclasse I-1, não há necessidade de treinamento. O treinamento deve focar principalmente os riscos inerentes à classe de ocupação. (ABNT, 2006).

A Norma ABNT 14276 sugere que a periodicidade do treinamento deve ser de, no máximo, 12 meses ou quando houver alteração de 50% dos membros. Aos componentes da brigada que já possuírem treinamento, será facultada a parte

teórica, desde que o brigadista seja aprovado em pré-avaliação com 70% de aproveitamento. (ABNT, 2006; SESI, 2008b).

### **2.2.5 Segurança e saúde no trabalho em espaços confinados (NR33)**

Esta Norma Regulamentadora, NR33, tem por objetivo estabelecer os requisitos mínimos para identificação de espaços confinados e o reconhecimento, avaliação, monitoramento e controle dos riscos existentes, de forma a garantir permanentemente a segurança e saúde dos trabalhadores e que interagem direta ou indiretamente nestes espaços. (BRASIL, 2012).

Espaço confinado é qualquer área ou ambiente não projetado para ocupação humana contínua, que possua meios limitados de entrada e saída, cuja ventilação existente é insuficiente para remover contaminantes ou onde possa existir a deficiência ou enriquecimento de oxigênio. (BRASIL, 2012).

O supervisor de entrada, conforme a NR-33, deve desempenhar as seguintes funções:

Emitir a Permissão de Entrada e Trabalho (PET) antes do início das atividades, executar os testes, conferir os equipamentos e os procedimentos contidos na PET, assegurar que os serviços de emergência e salvamento estejam disponíveis e que os meios para acioná-los estejam operantes, cancelar os procedimentos de entrada e trabalho quando necessário e encerrar a PET após o término dos serviços. (BRASIL, 2012).

A NR33 estabelece que ao término do treinamento deve-se emitir um certificado contendo o nome do trabalhador, conteúdo programático, carga horária, especificação do tipo de trabalho e espaço confinado, data e local de realização do treinamento, com as assinaturas dos instrutores e do responsável técnico. (BRASIL, 2012).

A capacitação inicial dos trabalhadores autorizados e vigias devem ter carga horária mínima de dezesseis horas e ser realizada dentro do horário de trabalho. (BRASIL, 2012).

O empregador deve desenvolver e implantar programas de capacitação sempre que ocorrer qualquer das seguintes situações: mudança nos procedimentos, condições ou operações de trabalho; algum evento que indique a necessidade de novo treinamento; quando houver uma razão para acreditar que existam desvios na

utilização ou nos procedimentos de entrada nos espaços confinados ou que os conhecimentos não sejam adequados. (BRASIL, 2012).

Todos os trabalhadores autorizados, Vigias e Supervisores de Entrada devem receber capacitação periódica a cada 12 meses, com carga horária mínima de 8 horas. (BRASIL, 2012).

Segundo a NR-33 descreve, o Vigia deve desempenhar as seguintes funções: manter continuamente a contagem precisa do número de trabalhadores autorizados no espaço confinado e assegurar que todos saiam ao término da atividade, permanecer fora do espaço confinado, junto à entrada, em contato permanente com os trabalhadores autorizados, adotar os procedimentos de emergência, acionando a equipe de salvamento, pública ou privada, quando necessário, operar os movimentadores de pessoas, e ordenar o abandono do espaço confinado sempre que reconhecer algum sinal de alarme, perigo, sintoma, queixa, condição proibida, acidente, situação não prevista ou quando não puder desempenhar efetivamente suas tarefas, nem ser substituído por outro Vigia. (BRASIL, 2012).

Ao término do treinamento deve-se emitir um certificado contendo o nome do trabalhador, conteúdo programático, carga horária, especificação do tipo de trabalho e espaço confinado, data e local de realização do treinamento, com as assinaturas dos instrutores e do responsável técnico. (BRASIL, 2012).

O empregador deve desenvolver e implantar programas de capacitação sempre que ocorrer qualquer das seguintes situações: mudança nos procedimentos, condições ou operações de trabalho; algum evento que indique a necessidade de novo treinamento; quando houver uma razão para acreditar que existam desvios na utilização ou nos procedimentos de entrada nos espaços confinados ou que os conhecimentos não sejam adequados. (BRASIL, 2012).

Todos os trabalhadores autorizados, Vigias e Supervisores de Entrada devem receber capacitação periódica a cada 12 meses, com carga horária mínima de 8 horas. (BRASIL, 2012).

### **2.2.6 Trabalho em altura (NR35)**

Esta norma NR35 estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, envolvendo o planejamento, a organização e a execução, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou

indiretamente com esta atividade. Considera-se trabalho em altura toda atividade executada acima de 2,00 m (dois metros) do nível inferior, onde haja risco de queda. (BRASIL, 2014).

Esta norma se complementa com as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão dessas, com as normas internacionais aplicáveis. (BRASIL, 2014).

O empregador deve promover programa para capacitação dos trabalhadores à realização de trabalho em altura, considerando-se trabalhador capacitado para trabalho em altura aquele que foi submetido e aprovado em treinamento, teórico e prático, com carga horária mínima de oito horas. (BRASIL, 2014).

Deve realizar treinamento periódico bienal e sempre que ocorrer quaisquer das seguintes situações: mudança nos procedimentos, condições ou operações de trabalho; evento que indique a necessidade de novo treinamento; retorno de afastamento ao trabalho por período superior a noventa dias e mudança de empresa. (BRASIL, 2014).

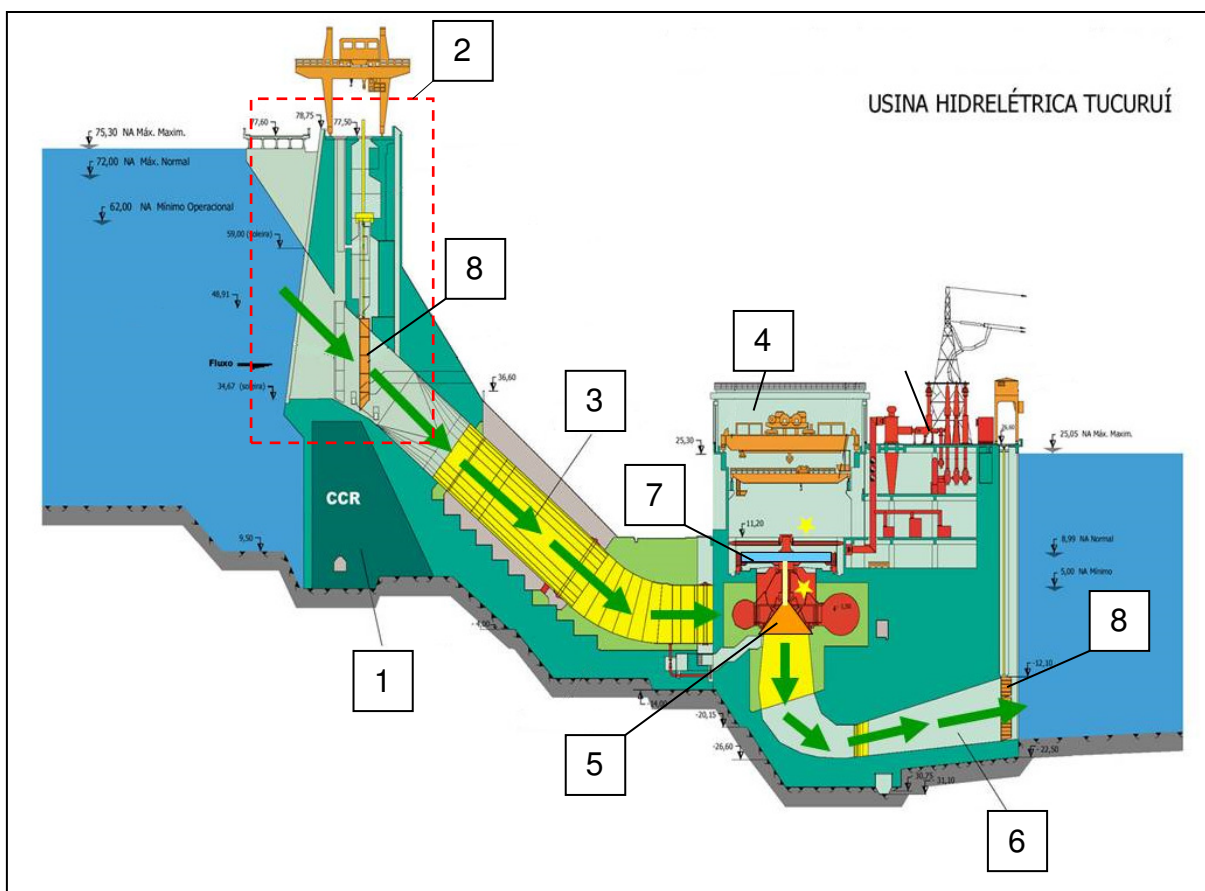
O treinamento periódico bienal deve ter carga horária mínima de oito horas, conforme conteúdo programático definido pelo empregador. (BRASIL, 2014).

### 2.3 CENTRAL HIDRELÉTRICA

Central hidrelétrica, ou usina hidrelétrica é uma instalação com um conjunto de obras e equipamentos, que tem por finalidade produzir energia elétrica através do aproveitamento do potencial hidráulico existente em um rio. (ALSTOM, 2008)

Uma usina hidrelétrica padrão possui vários componentes (Figura 1), entre os principais destacamos: 1 -Barragem, 2 - Tomada D'água, 3 – Tubulação de Adução / Conduto Forçado, 4 - Casa de Força, 5 – Turbina hidráulica, 6 - Tubo de Sucção, 7 - Gerador, 8 – Comportas e Vertedouro.

Figura 1 – Esquema parcial de uma usina hidrelétrica.



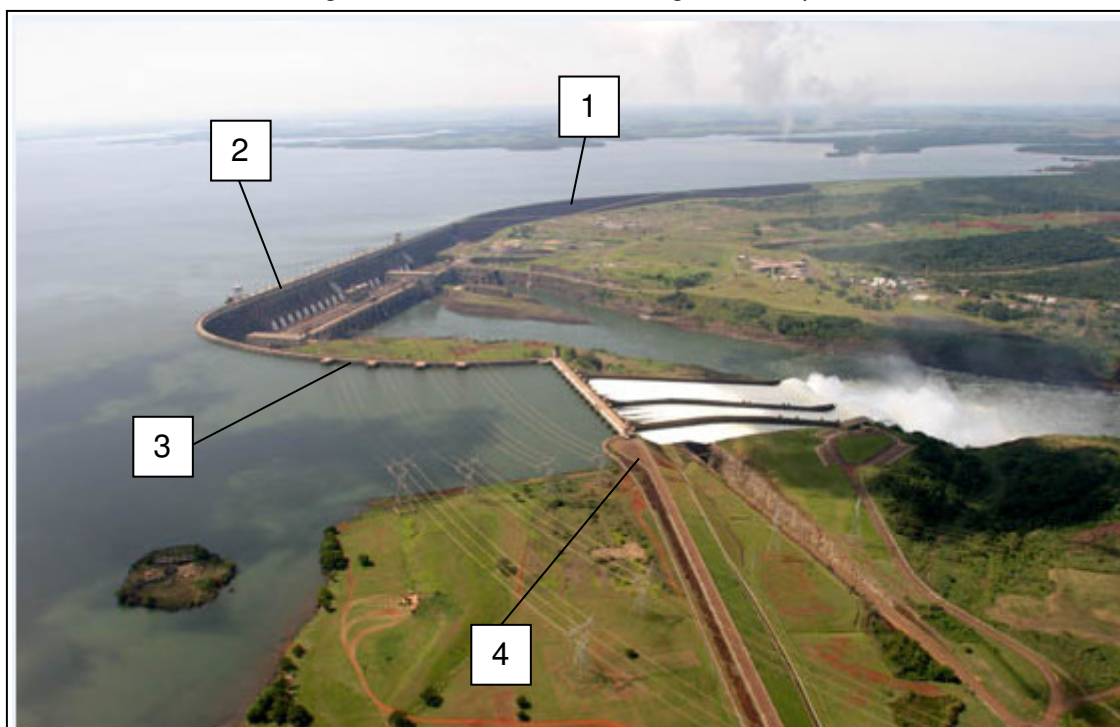
Fonte: Adaptado de ELETRONORTE, 2013.

### 2.3.1 Barragem

A barragem é uma estrutura erguida para formar um lago / reservatório de acumulação de água e pode ser em terra batida, concreto, pedras (enrocamento) ou mista. (ALSTOM, 2008).

Na Figura 2 apresentamos as estruturas de uma barragem: 1 – Enrocamento, 2 – Barragem Principal, 3 – Barragem Lateral Direita e 4 – Barragem de Terra Direita.

Figura 2 – Vista aérea da barragem de Itaipu.



Fonte: Adaptado de JIE, 2009.

### 2.3.2 Tomada D'água

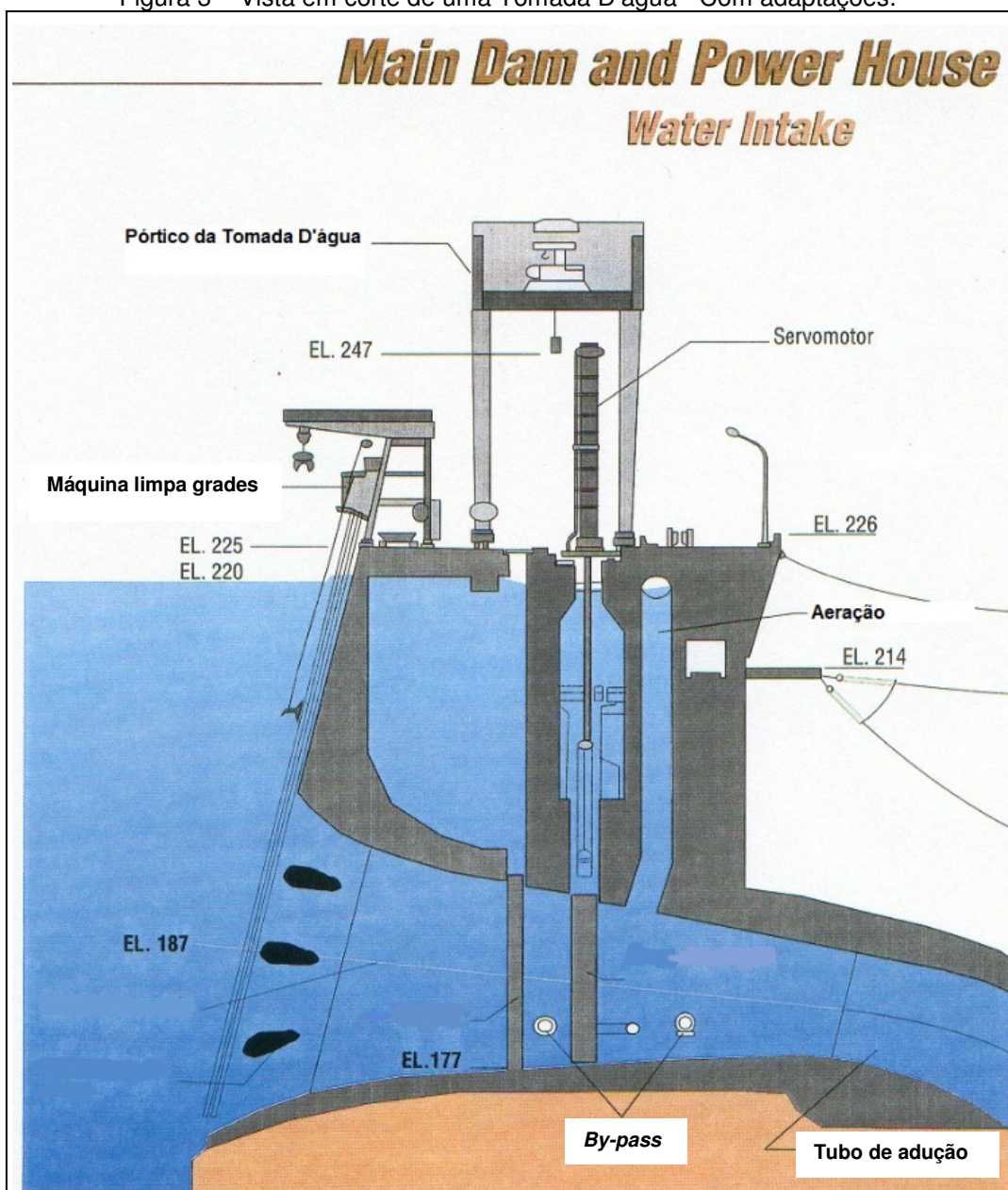
A Tomada d'água é o ponto em que a água do reservatório é captada para ser conduzida à turbina (Figura 3).

Neste ponto, deve ser evitada a entrada de materiais flutuantes que possam danificar a turbina ou mesmo obstruir o funcionamento da usina.

Para isto, é instalada uma grade na tomada, que deve reter materiais maiores do que aqueles admitidos pela turbina.

Em função das características do rio, se houver muita afluência de entulhos que poderiam causar obstrução, as grades devem ser limpas regularmente, geralmente por um equipamento automático ou semi-automático denominado Máquina Limpa-Grades. (ALSTOM, 2008).

Figura 3 – Vista em corte de uma Tomada D'água - Com adaptações.



Fonte: ALSTOM, 2008.

### 2.3.3 Tubulação de adução ou conduto forçado

Em algumas obras, a água do reservatório para acúmulo situa-se distante da usina, devendo ser conduzida por meio de um canal de adução (Figura 4), túnel ou tubulação até o local onde haja o desnível necessário.

A tubulação de adução geralmente é submetida a baixa pressão, sendo quase um revestimento metálico ou em concreto, do túnel. A tubulação de adução

pode ser individual por turbina, ou uma tubulação única com derivações para alimentar mais de uma unidade.

Figura 4 – Canal de adução.



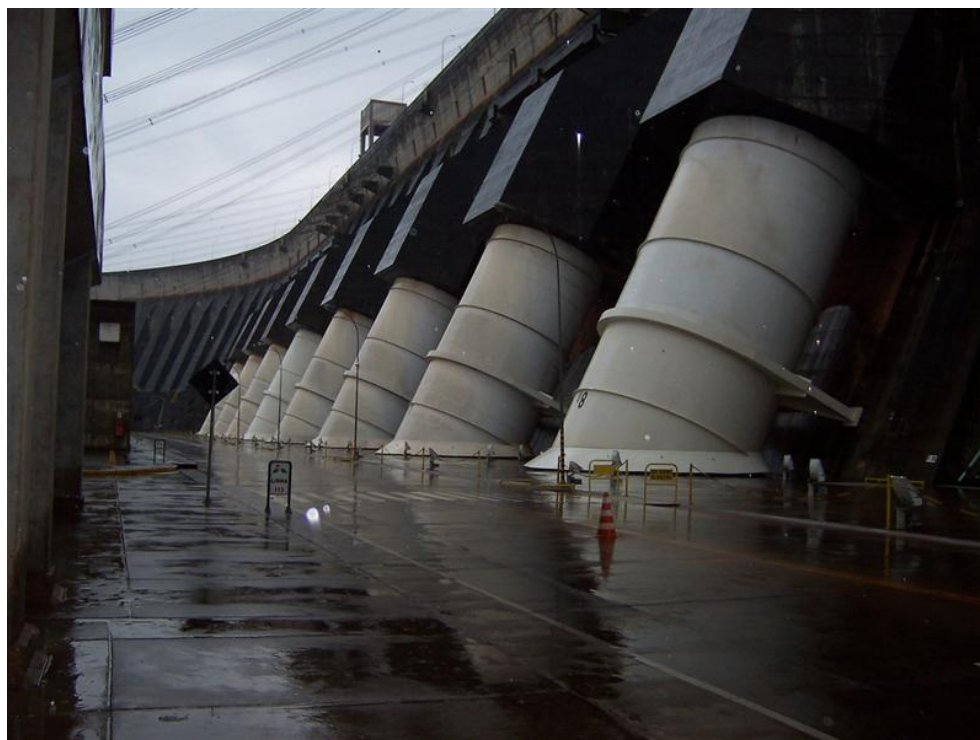
Fonte: ALSTOM, 2008.

Quando a água é conduzida desde a tomada ou chaminé de equilíbrio, até a entrada da caixa espiral da turbina sob alta pressão (Figura 5), a mesma é realizada por meio de conduto forçado.

O conduto forçado pode ser um túnel escavado em rocha com revestimento em concreto, mas geralmente seu tramo final tem um revestimento metálico.

Esse revestimento metálico, o qual pode ser exposto ou embutido no concreto, é conhecido como conduto forçado. (ALSTOM, 2008).

Figura 5 – Exemplo de conduto forçado.



Fonte: ALSTOM, 2008.

### 2.3.4 Casa de força

A Casa de Força tem a finalidade de alojar as máquinas e todos os equipamentos necessários a geração de energia elétrica, bem como os sistemas auxiliares, de supervisão, controle e proteção da mesma. (ALSTOM, 2008).

Quanto ao tipo, podem ser semiabertas (externas), fechadas (abrigadas) e subterrâneas (Figuras 6 e 7). Salvo exceções, o arranjo da casa de força é condicionado pelo tipo da turbina e gerador, além disso, em alguns casos, existirá uma área específica com acesso da ponte rolante, para montagem dos equipamentos. (ALSTOM, 2008).

Figura 6 – Exemplo de Casa de Força subterrânea.



Fonte: ALSTOM, 2008.

Figura 7 – Exemplo de Casa de Força externa.



Fonte: ALSTOM, 2008.

### 2.3.5 Turbina Hidráulica

A Norma NBR 06445:2016 - Turbinas hidráulicas, turbinas-bombas e bombas de acumulação - da ABNT define, fornece os tipos e dá os componentes das turbinas hidráulicas, como se segue:

Turbina hidráulica – Máquina com a finalidade de transformar a maior parte da energia de escoamento contínuo da água que a atravessa em trabalho mecânico. Consiste, basicamente, de um sistema fixo hidráulico e de um sistema rotativo hidromecânico destinados, respectivamente, à orientação da água em escoamento e à transformação em trabalho mecânico. (ABNT, 2016)

As turbinas hidráulicas são de reação quando o trabalho mecânico é obtido pela transformação das energias cinética e de pressão da água em escoamento, através do elemento do sistema rotativo hidromecânico (rotor) (Figura 8). As turbinas são de ação quando o trabalho mecânico é obtido somente pela transformação das energias cinética da água em escoamento, através do elemento do sistema rotativo hidromecânico (rotor). (ABNT, 2016)

Figura 8 – Exemplos de tipos de turbinas.



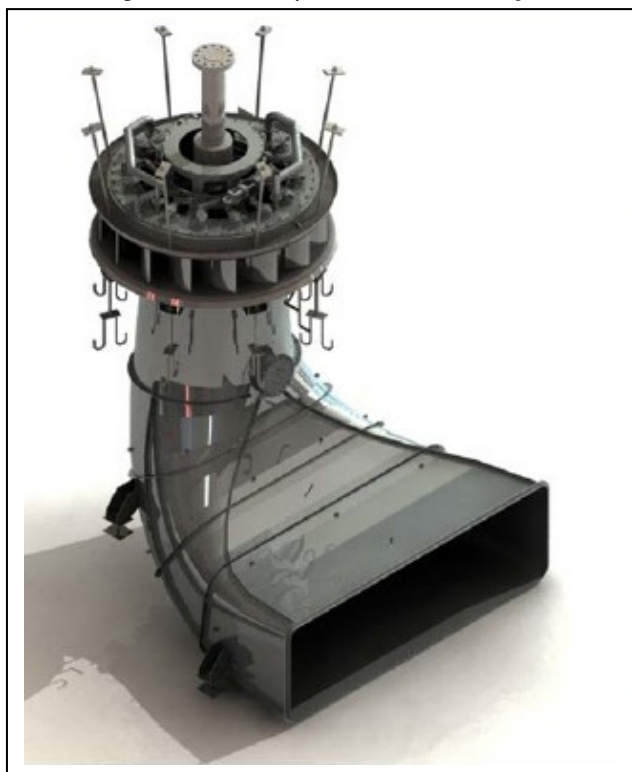
Fonte: ALSTOM, 2008.

### 2.3.6 Tubo de Sucção

O tubo de sucção é a parte localizada logo após a turbina (Figura 9) e que possui a função de evacuar a água que passa pela mesma e recuperar parte da

energia cinética da água através da lei de seção otimizada (divergente). (ALSTOM, 2008).

Figura 9 – Exemplo de tubo de sucção.



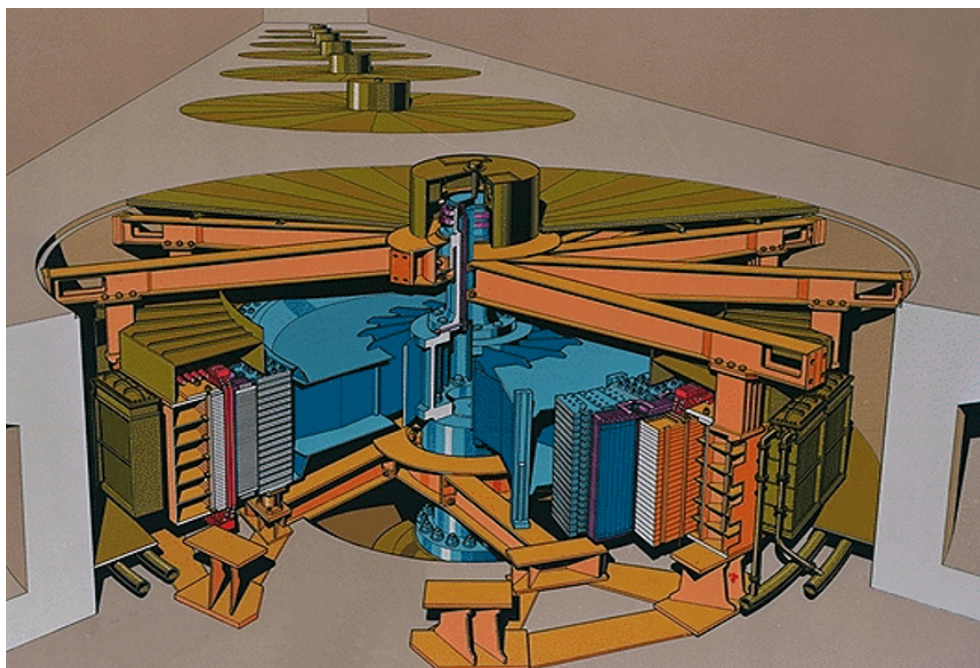
Fonte: SEMI, 2010.

### 2.3.7 Gerador

O Gerador, neste caso, hidrelétrico, é o equipamento que trabalha acoplado ao eixo da turbina hidráulica (Figura 10) cuja finalidade é produzir energia elétrica à custa de energia mecânica. (ALSTOM, 2008).

O funcionamento deste tipo de gerador se baseia em fenômenos de indução eletromagnética e são formados essencialmente por duas partes: o estator, conjunto de órgãos ligados rigidamente à carcaça e o rotor, sistema rígido que gira em torno de um eixo apoiado em mancais fixos na carcaça. Sob o ponto de vista funcional, distinguem-se o indutor, que produz o campo magnético, e o induzido que engendra a corrente induzida. (ALSTOM, 2008).

Figura 10 – Exemplo de um Gerador em corte.



Fonte: ALSTOM, 2008.

### 2.3.8 Comportas

Uma comporta é um dispositivo mecânico utilizado para controlar vazões hidráulicas em qualquer conduto livre ou forçado e de cuja estrutura o conduto independe para sua continuidade física e operacional (Figuras 11 a 16).

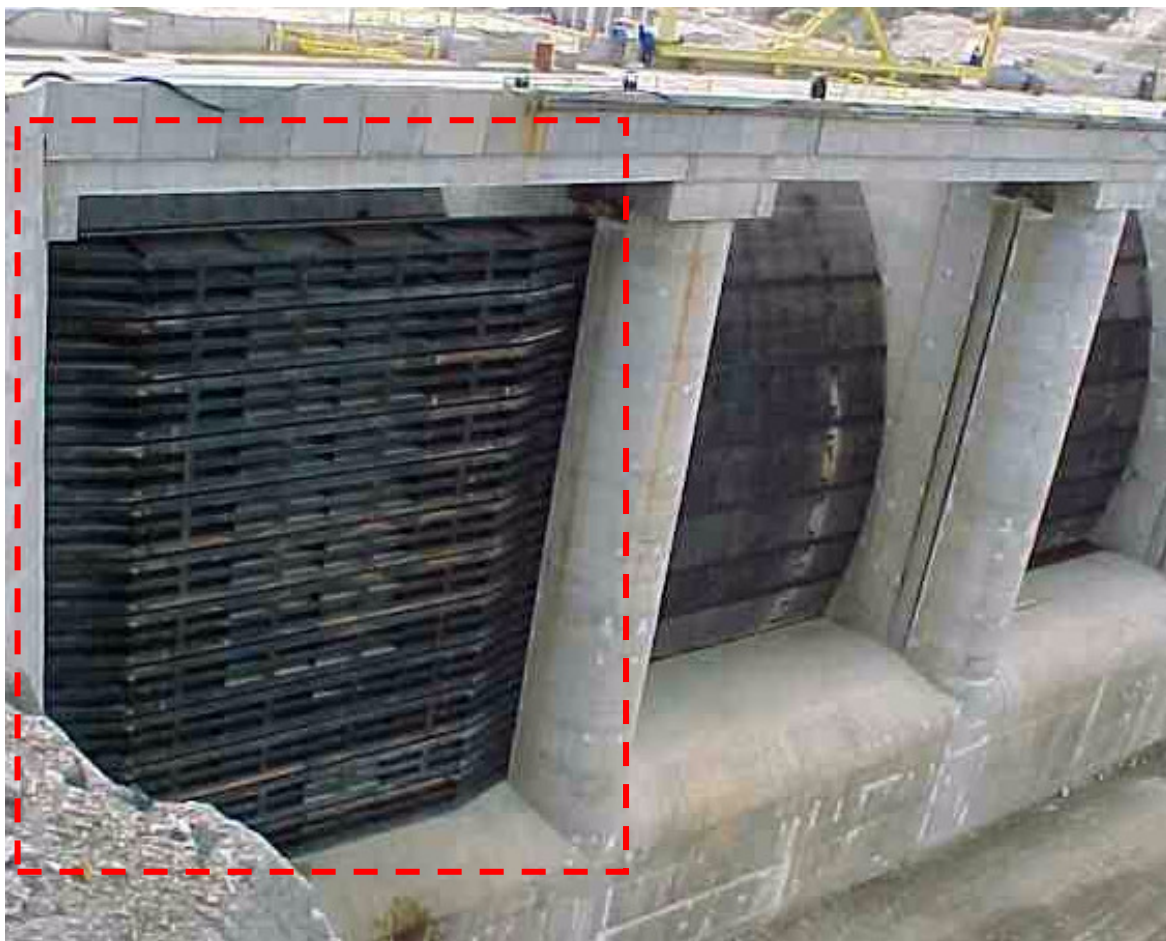
Principais tipos de comportas:

- Comporta Ensecadeira
- Comporta Gaveta ou Deslizante
- Comporta Vagão
- Comporta Segmento
- Comporta Basculante
- Comporta Mitra

A comporta ensecadeira (Figura 11) é uma comporta normalmente utilizada quando se deseja realizar manutenções em comportas à montante ou jusante da mesma, ou outros elementos de controle de fluxo de água e é necessário que o vão ou parte do canal esteja seco. Seu tabuleiro pode ser único ou formado por vários

painéis com estrutura de aço e vedações, sendo a comporta, ou seus elementos, manobrada por pórticos ou guindastes. (ALSTOM, 2008).

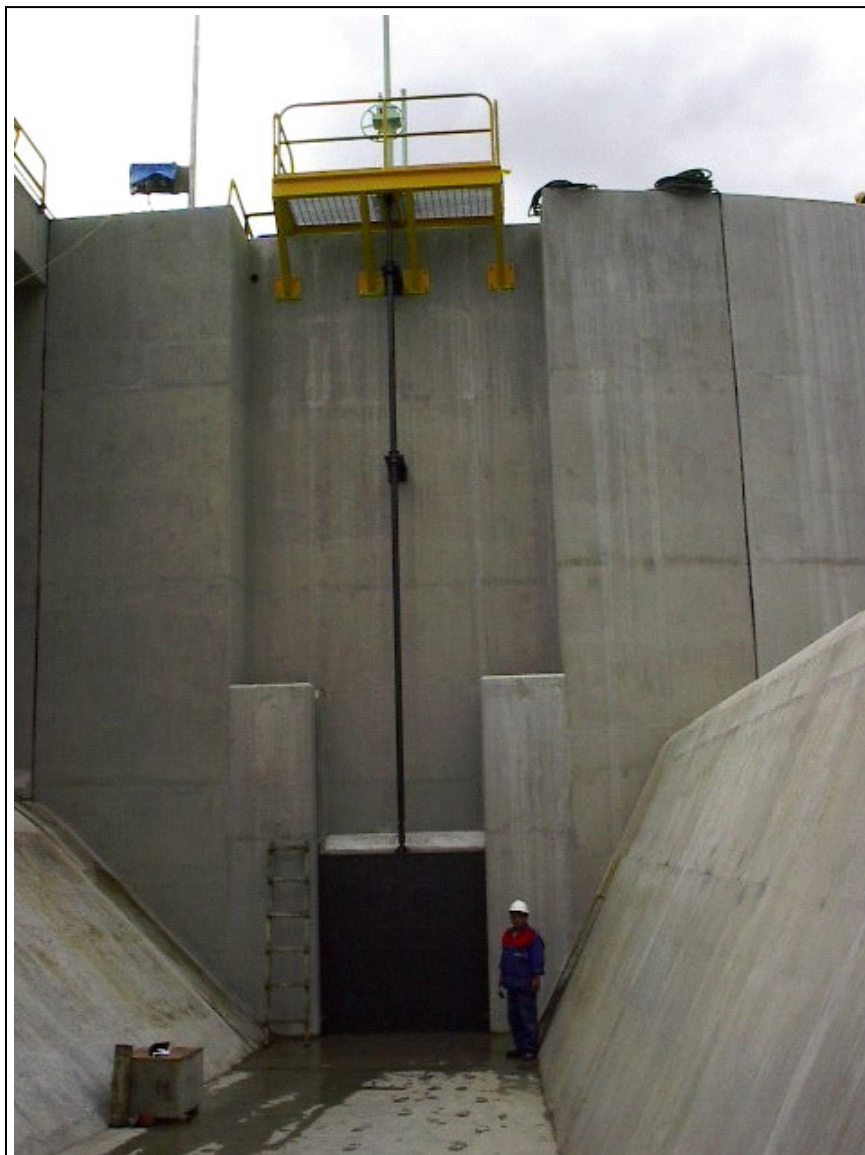
Figura 11 – Comporta ensecadeira instalada em vão seco (esquerda).



Fonte: ALSTOM, 2008.

A comporta gaveta (Figura 12) é uma comporta de controle de fluxo, mas também pode ser utilizada para manutenções em elementos à montante ou jusante da mesma. Seu tabuleiro é uma peça única com estrutura de aço e vedações, podendo a comporta ser manobrada através de vários tipos de acionadores, como volantes manuais, motoredutores ou ainda sistemas hidráulicos com servomotores. (ALSTOM, 2008).

Figura 12 – Comporta gaveta instalada em vão seco.



Fonte: ALSTOM, 2008.

A comporta vagão (Figura 13) é uma comporta de emergência e é utilizada para corte do fluxo de água para as turbinas, eclusas e ou fechamento / abertura de desvios de rio. Seu tabuleiro pode ser único ou formado por vários painéis com estrutura de aço, talas de ligação, rodas e vedações, sendo a comporta, ou seus elementos, manobrada por pórticos ou guindastes durante a montagem no vão de operação, entretanto é normalmente operada através de sistemas hidráulicos com servomotores. (ALSTOM, 2008).

Figura 13 – Comporta vagão instalada em vão ativo.



Fonte: ALSTOM, 2008.

As comportas do tipo segmento (Figura 14) são comportas de controle de fluxo de água normalmente utilizada em vertedouros de usinas hidrelétricas para manter o nível do reservatório adequado. Seu tabuleiro é uma peça única com estrutura de aço, braços, guias, rodas e vedações, sendo a comporta, ou seus elementos, manobrada por pórticos ou guindastes durante a montagem no vão de operação, entretanto é normalmente operada através de sistemas hidráulicos com servomotores. (ALSTOM, 2008).

Figura 14 – Comporta segmento em processo de abertura.



Fonte: ALSTOM, 2008.

As comportas basculantes (Figura 15) são comportas de controle de fluxo e de marés. Seu tabuleiro é uma peça única com estrutura de aço, mancais, guias e vedações, sendo a comporta, ou seus elementos, manobrada por pórticos ou guindastes durante a montagem no vão de operação, entretanto é normalmente operada através de sistemas hidráulicos com servomotores. (ALSTOM, 2008).

Figura 15 – Comporta basculante.



Fonte: ALSTOM, 2008.

As comportas tipo Mitra (Figura 16) são comportas normalmente utilizadas para eclusas. Seus tabuleiros são formados por uma peça única com estrutura de aço, mancais, guias, rodas e vedações, sendo a comporta, ou seus elementos, manobrada por pórticos ou guindastes durante a montagem no vão de operação, entretanto é normalmente operada através de sistemas hidráulicos com servomotores. (ALSTOM, 2008).

Figura 16 – Comporta Mitra.



Fonte: ALSTOM, 2008.

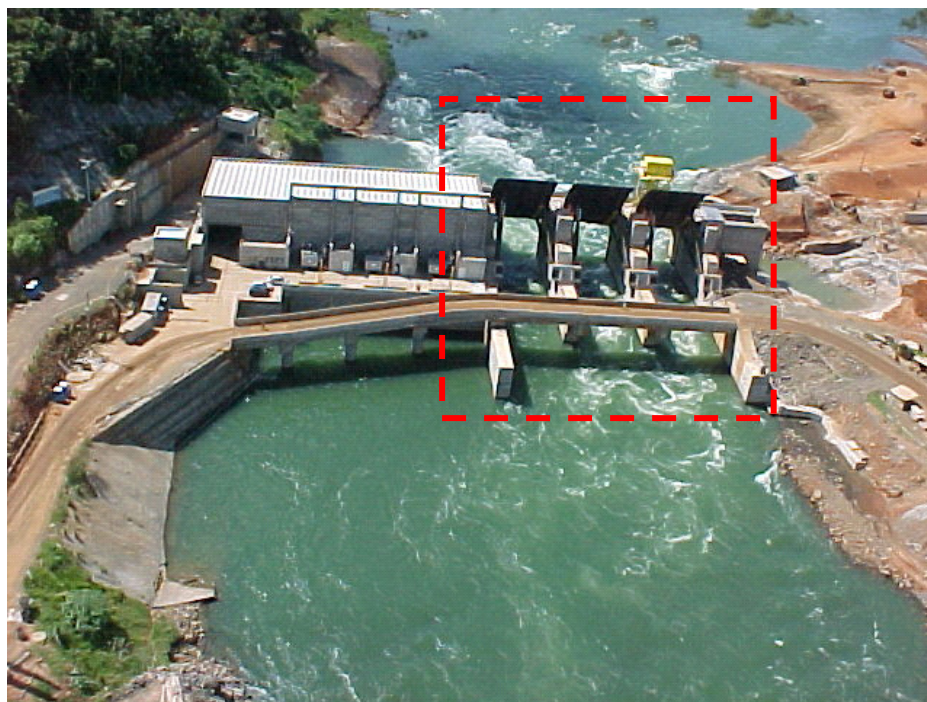
### 2.3.9 Vertedouro

O vertedouro é uma estrutura de controle do nível de água do reservatório, vertendo o excesso de água do mesmo. O vertedouro deve ser dimensionado para que em hipótese alguma o nível da água atinja a crista da barragem. (ALSTOM, 2008).

Em barragens com baixas vazões de descarga, são utilizados vertedouros em concreto, que consiste em um perfil cuja crista é arredondada, situada no nível de água normal da barragem, no qual escoam toda a água quando o nível do reservatório exceder o da crista. Entretanto, este tipo tem capacidade limitada de vazão, por se tratar de vertedouro de superfície. (ALSTOM, 2008).

Para vazões elevadas são utilizados vertedouros providos de várias comportas, permitindo variar as vazões descarregadas em função do nível desejado no reservatório (Figura 17). (ALSTOM, 2008).

Figura 17 – Vertedouro com 3 vãos abertos.



Fonte: ALSTOM, 2008.

Alguns vertedouros, como o da Figura 18, podem possuir os canais vertentes de superfície fixos, mas também abrigar elementos de controle em sua parte civil, como guinchos de comportas de fundo, etc. (ALSTOM, 2008).

Figura 18 – Vertedouro de superfície.



Fonte: ALSTOM, 2008.

### 2.3.10 Ponte rolante, pórtico e monovia

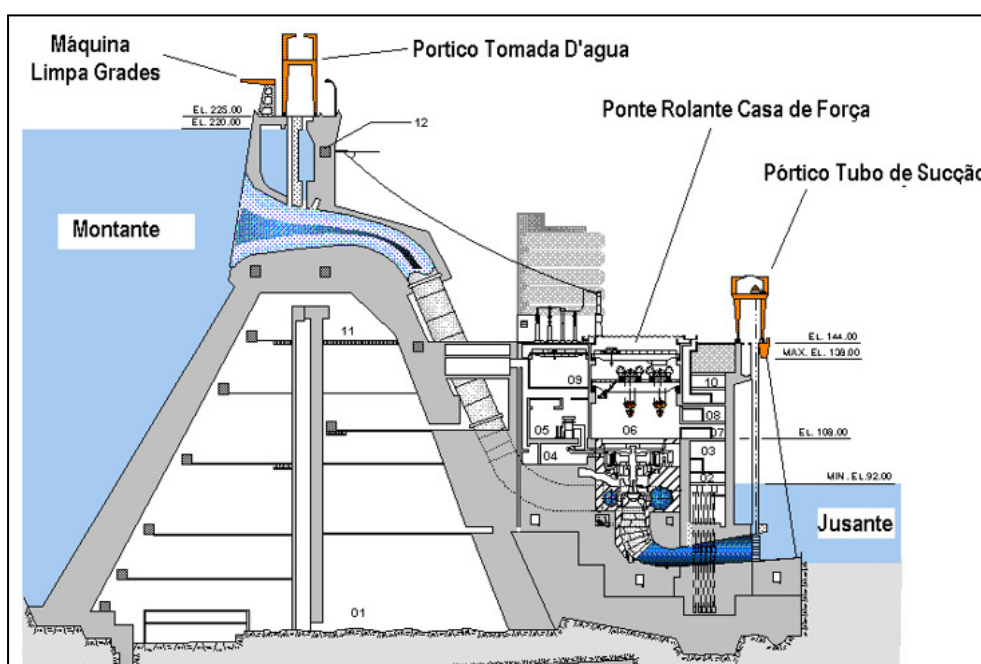
Os equipamentos de levantamento, nas usinas hidrelétricas, são máquinas destinadas à montagem e à desmontagem das unidades geradoras, seus auxiliares e para operação de comportas. (ALSTOM, 2014).

Usualmente uma usina padrão possui, no mínimo, um pórtico na tomada d'água, uma ponte rolante da casa de força e um pórtico ou monovia no tubo de sucção (Figuras 19 a 24). (ALSTOM, 2014).

O principal equipamento de levantamento é a ponte rolante da casa de força, ou em alguns casos pórtico rolante, que além de auxiliar na montagem das unidades, servirá para a manutenção da turbina, do gerador e dos equipamentos colocados dentro da casa de força. Sua importância está na facilidade e rapidez quando da necessidade de um trabalho emergencial para reparo ou conserto das unidades, pois, o tempo de parada da máquina deve ser o menor possível. (ALSTOM, 2014).

Em alguns casos, normalmente pequena central hidrelétrica (PCH), pode ser possível contar com equipamento de levantamento móvel, montado sobre caminhão, já que, de modo geral, as comportas não atuam como elementos de fechamento de emergência. (ALSTOM, 2014).

Figura 19 – Localizações típicas dos equipamentos em uma Usina Hidrelétrica.



Fonte: ALSTOM, 2014.

Na Figura 20 é possível ter uma noção de proporção de tamanho de grandes peças movimentadas por uma ponte rolante na casa de força que podem chegar à bem mais de 1000 toneladas em alguns casos. (ALSTOM, 2014).

Figura 20 – Ponte rolante principal da Casa de Força.



Fonte: ALSTOM, 2014.

A Figura 21 mostra um pórtico de casa de força durante a fase de montagem de peças no poço. Uma particularidade deste equipamento é seu caminho de rolamento instalado sobre vigas metálicas no vão do poço. (ALSTOM, 2014).

Figura 21 – Pórtico rolante da Casa de Força.



Fonte: ALSTOM, 2014.

Os pórticos de tomada d'água em geral são os mais complexos, pois muitas vezes possuem atividades de operação e manutenção de elementos (Figura 22). Em alguns casos, estes equipamentos possuem talhas adicionais para remoção de grades ou limpeza com rastelos, máquinas limpa-grades incorporadas na estrutura, pesca-toras, etc. Estes pórticos também podem ser responsáveis por acionar as comportas vagão de emergência, montagem de grades e ensecadeiras. (ALSTOM, 2014).

Figura 22 – Pórtico rolante da Tomada D'Água e Máquina Limpa-Grades.



Fonte: ALSTOM, 2014.

Pórticos de tubo de sucção podem ser responsáveis pela operação de comportas vagão de emergência, neste caso possuem alta capacidade de carga, e ou para instalação de enscadeiras afim de permitir a manutenção de elementos das turbinas (Figura 23). (ALSTOM, 2014).

Figura 23 – Pórtico rolante do Tubo de Sucção.



Fonte: ALSTOM, 2014.

Monovias são equipamentos de içamento normalmente de menor capacidade para permitir a manutenção de componentes menores de um equipamento maior, por exemplo, servomotores de comportas, unidades hidráulicas de turbinas, etc.. Entretanto, em PCHs e até mesmo em algumas CGHs é comum os casos de monovias que operam comportas de controle de fluxo na usina e carregamento e descarregamento de equipamentos (Figura 24). O equipamento é formado por uma monovia metálica com estrutura elevada e talhas elétricas ou manuais que

percorrem a mesma para permitir o deslocamento das peças içadas. (ALSTOM, 2014).

Figura 24 – Monovia curva de um vertedouro.



Fonte: ALSTOM, 2014.

## 2.4 CLASSIFICAÇÃO DE PESQUISAS

Quanto aos objetivos, uma pesquisa pode ser classificada em descritiva, explicativa e exploratória, as quais estão descritas a seguir. (GIL, 1994)

As pesquisas descritivas são, juntamente com as exploratórias, as que habitualmente realizam os pesquisadores sociais preocupados com a atuação prática. São também as mais solicitadas por organizações como instituições educacionais, empresas comerciais, partidos políticos etc. (GIL, 1994)

A pesquisa explicativa pode ser a continuação de outra descritiva, sendo que a identificação dos aspectos que determinam um fenômeno exige que este esteja suficientemente descrito e detalhado. (GIL, 1994)

A pesquisa exploratória é uma pesquisa que requer um bom planejamento, pois possibilita a consideração dos mais diferentes fatores de um problema ou situação. (CERVO, 2002)

Recomenda-se esse estudo exploratório quando há poucos conhecimentos sobre o assunto a ser estudado e o objetivo da pesquisa exploratória é:

Proporcionar maior familiaridade com o problema, com vista a torná-los mais explícitos ou a construir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de instituições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado (GIL, 1991, p.45).

## 2.5 TIPOS DE PESQUISAS

A pesquisa é um processo formal e sistêmico de desenvolvimento do método científico, visando descobrir respostas para problemas, mediante a utilização de procedimentos científicos. Em geral, pode-se dizer que há dois tipos de pesquisa, a quantitativa e a qualitativa. (GIL, 1991)

A pesquisa qualitativa constitui a primeira etapa de uma investigação mais ampla, pois se torna imprescindível seu esclarecimento e delimitação, exigindo uma revisão de leitura, discussão com especialistas da área e demais procedimentos que se fizerem necessário. Tal abordagem é utilizada especialmente em áreas que não são muito exploradas, e envolve levantamento bibliográfico e entrevista com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema. (GIL, 1994)

Os métodos de pesquisa quantitativa, de modo geral, são utilizados quando se procura medir opiniões, reações, sensações, hábitos e atitudes de um universo (público-alvo) através de uma amostra que o represente de forma estatisticamente comprovada, esse método é muito utilizado para descobrir e classificar variáveis com uma relação de causalidade e a abordagem quantitativa garante precisão nos resultados, o que evita distorções de análise (OLIVEIRA, 1997).

## 2.6 COLETA DE DADOS

Para o bom desenvolvimento e resultado do projeto é necessário a definição dos meios para obtenção de dados confiáveis sobre os processos, produtos e resultados a serem avaliados. A ausência de um sistema de avaliação, pode anular inteiramente o projeto se os dados necessários para análise não puderem ser obtidos, ou se os mesmos forem imprecisos ou não confiáveis. (FACHIN, 2003)

Os instrumentos para coleta de dados são: observação direta, entrevista, formulário, análise de conteúdo e questionário que serão descritos a seguir. (FACHIN, 2003)

A observação direta como instrumento de coleta de dados, baseia-se na atuação e observação do pesquisador para obter determinados tipos de informações sobre resultados, processos, impactos, causados pelas ações da empresa. “Uma das vantagens desta técnica é que o pesquisador não precisa se preocupar com as limitações das pessoas em responder às questões” (FACHIN, 2003 p.36).

A observação é aplicar a atenção a um fenômeno ou problema, captá-lo, tal como se manifesta. Situa-se a observação particularmente na fase inicial da pesquisa, mas perdura durante todo o processo, alterando-se com a experimentação, pois é necessário observar os resultados das manipulações das variáveis após os experimentos (RUIZ, 1982, p.53).

A entrevista é um método de coleta de dados de fácil obtenção de informações que se deseja ter sobre um assunto ou área a ser pesquisada. Requer um planejamento prévio e habilidade do entrevistador, com possibilidade de introduzir variações que se fizerem necessárias durante sua aplicação. Em geral, apesar de requerer um tempo maior do que o de respostas a questionários, pode fornecer uma quantidade de informações muito maior do que o mesmo. Requisito essencial para boa aplicação desta técnica é o entrevistador possuir os conhecimentos e habilidades necessárias para conduzir o processo e fazer o esclarecimento de possíveis dúvidas. (FACHIN, 2003)

A entrevista consiste no diálogo com o objetivo de colher, de determinada pessoa ou informante, dados relevantes para a pesquisa em andamento. Portanto não só os quesitos da pesquisa devem ser muito bem elaborados, mas também o informante deve ser criteriosamente selecionado (RUIZ, 1982, p.50).

O método de formulário é “fundamentado numa série de questões ordenadas sucessivamente e relacionadas com o objetivo do estudo. Sua elaboração exige procedimentos metodológicos especiais e conhecimentos teóricos do assunto estudado” (FACHIN, 2003, p. 141). Para a aplicação de um formulário, faz-se necessário a assistência do pesquisador junto ao pesquisado.

A análise de conteúdo foi definida por Selltiz como “uma técnica de pesquisa para as descrições objetivas, sistemáticas e quantitativas do conteúdo evidente da comunicação”. (SELLTIZ, 1965)

Lakatos e Marconi (1986, p.170), descrevem que a técnica de análise de conteúdo permite analisar o conteúdo de livros, revistas, jornais, discursos, películas

cinematográficas, propaganda de rádio e televisão, etc. e pode inclusive, ser aplicada a documentos pessoais. (LAKATOS; MARCONI, 1986)

No método de coleta de dados por questionário o documento é formulado pelo pesquisador com base nas informações que possui ou tendo em vista as que se deseja obter, sendo que as perguntas podem ser feitas de maneira descritiva ou objetiva. (LAKATOS; MARCONI, 1986)

O questionário deve apresentar todos os seus itens com maior clareza, de tal sorte que o informante possa responder com precisão, sem ambiguidade... é importante que haja explicações iniciais sobre a seriedade da pesquisa, sobre a importância da colaboração dos que foram selecionados para participar do trabalho, como informantes, e principalmente, sobre a maneira correta de preencher o questionário e devolvê-lo (RUIZ, 1982 p. 51-52).

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DE TRABALHO**

A caracterização do ambiente de trabalho, do projeto proposto, casa de força de uma usina hidrelétrica, foi realizada por meio de observações no local, questionamentos e relatos realizados nas instalações de uma grande multinacional americana do ramo de energia e uma visita nas instalações de uma PCH, ambos localizados no estado de São Paulo, com o objetivo de avaliar a presença de riscos à segurança e à saúde do trabalhador.

#### **3.2 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA**

A unidade de análise e levantamento de riscos foi realizada na multinacional americana, a qual possui em seu portfólio de fornecimento dezenas de equipamentos do tipo ponte e pórtico rolante para empreendimentos no segmento de geração de energia em diversos estados do Brasil e no exterior.

Localizada no Vale do Paraíba, estado de São Paulo, a empresa com mais de 50 anos no Brasil possui engenheiros experientes no setor energético e oferece ao mercado serviços, projetos completos de engenharia e fornecimentos de equipamentos de setor de energia, com base na experiência e tecnologia adquiridas por seus profissionais em comissionamento, operação, manutenção, consultoria, entre outros, nas áreas de geração e transmissão de energia.

#### **3.3 DEFINIÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DE PESQUISA**

Com relação aos objetivos da pesquisa, o presente trabalho caracteriza-se como pesquisa descritiva, pois apresentará o levantamento das condições mais usuais de manutenção de uma ponte ou pórtico rolante de uma casa de força os principais riscos envolvidos nas atividades exercidas pelas equipes de manutenção, relacionando as com as normas regulamentadoras e propondo as medidas cabíveis para regulamentação e segurança.

### 3.4 DEFINIÇÃO DO TIPO DE PESQUISA

Neste trabalho utilizou-se o procedimento metodológico de abordagem qualitativa, com a finalidade de elaborar um instrumento de pesquisa adequado à realidade. Fundamenta-se a utilização deste procedimento metodológico para o estudo de diversos fatores que se apresentam nas diversas etapas da elaboração do estudo, pois é através da pesquisa qualitativa que se podem qualificar os riscos e as ações realizadas pelas equipes de manutenção de modo geral.

### 3.5 DEFINIÇÃO DA COLETA DE DADOS

Os instrumentos de coleta de dados, utilizados na pesquisa deste trabalho, foram a entrevista não estruturada, utilização de questionário, os quais foram aplicados diretamente na empresa participante do projeto, pois ela é fonte cedente das informações que se deseja alcançar com este trabalho, análise de conteúdo que permite avaliar relatórios de manutenção e observação direta.

### 3.6 ATIVIDADES REALIZADAS E RISCOS ENVOLVIDOS NA MANUTENÇÃO DE PONTES E PÓRTICOS ROLANTES DE UMA CASA DE FORÇA

A coleta de dados das atividades desenvolvidas e riscos envolvidos na manutenção de pontes e pórticos rolantes de casas de força foi realizada através de entrevista não estruturada, questionário misto aplicado ao responsável pela empresa e análise de relatórios de manutenção.

A entrevista não estruturada e o questionário misto foram aplicados aos supervisores das usinas dos projetos mais recentes que a empresa possui participação. Para isso foram realizadas várias teleconferências e outros meios de comunicação pelo fato da empresa atuar em diversos estados do Brasil e no exterior. A entrevista aplicada aos supervisores foi simples e direta, voltada especificamente para as atividades desenvolvidas nas manutenções das pontes e pórticos rolantes locados na casa de força da usina, sendo composta por um questionário com os seguintes itens:

- Atividades executadas diariamente, semanalmente, semestralmente e anualmente;

- Tipos de manutenção executadas em uma ponte ou pórtico;

Através das entrevistas foi possível listar os principais componentes presentes em uma ponte ou pórtico rolante, como são realizadas as manutenções nos equipamentos, a periodicidade desta manutenção e os principais riscos aos trabalhadores envolvidos.

Apesar do caráter sigiloso das informações, a empresa permitiu consulta, sem permissão para cópias ou reproduções, dos questionários internos mencionados acima e a vários relatórios de manutenções realizadas em pontes e pórticos nas usinas, que através da análise dos mesmos foi possível verificar informações importantes e visualizar vários detalhes de componentes e procedimentos existentes para a execução da manutenção.

Por fim, foi realizada uma visita em uma usina no Vale do Paraíba para confirmar a presença dos equipamentos e instalações, no intuito de esclarecer possíveis dúvidas e permitir o conhecimento real de como são realizadas as atividades de manutenção.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a realização das entrevistas, elaboração dos questionários e da análise dos relatórios de manutenção, foi possível levantar os riscos e as atividades envolvidas na manutenção de pontes e pórticos rolantes localizados em casas de força de usinas hidrelétricas.

Após análise e seleção prévia das normas regulamentadoras e das atividades e riscos envolvidos na manutenção dos equipamentos em questão, foi elaborado neste trabalho as informações pertinentes das NR's correlacionadas com as atividades.

### 4.1 TREINAMENTOS EXIGIDOS PELAS NORMAS COM BASE NAS ATIVIDADES E RISCOS ENVOLVIDOS

Os treinamentos definidos como exigidos neste trabalho foram analisados com maiores detalhes utilizando os dados obtidos da coleta de dados das atividades e riscos envolvidos na manutenção de pontes e pórticos rolantes localizados em casas de força, e realizado um estudo das normas regulamentadoras para saber quais atividades estão relacionadas com cada qual NR correspondente.

Através da análise mencionada no parágrafo acima, foi possível elencar os riscos existentes e correlacionar com as NR's, por exemplo:

- Trabalho em altura;
- Trabalho com eletricidade;
- Espaços confinados;
- Movimentação de cargas com equipamentos de guindar.

Além destas atividades destacamos a necessidade de criação de CIPA e risco de incêndio e explosões decorrentes de curto circuito que possam ocorrer nas dependências internas e externas da casa de força.

### 4.2 TREINAMENTOS: INFORMAÇÕES PERTINENTES

Através do levantamento das atividades e riscos envolvidos na manutenção de pontes e pórticos rolantes de casas de força em usinas e relacionando-os com as

NR's, se obtiveram as informações necessárias para a elaboração dos quadros com as informações pertinentes as NR's contendo as seguintes informações:

- Título do treinamento;
- Norma regulamentadora;
- Objetivo do treinamento;
- Carga horária.

Além da carga horária apresentadas nos quadros, foi informada a necessidade de reciclagem e periodicidade segundo as Normas Regulamentadoras.

#### 4.3 COMISSÃO INTERNA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES (CIPA) – NR5

Devido ao grau de importância de uma usina hidrelétrica, onde existem diversos riscos à saúde e segurança do trabalhador e que uma parada devido à um acidente pode ocasionar prejuízos para a empresa e à sociedade, a existência de uma CIPA, tanto em GCHs ou PCHs, é uma obrigação que é sempre atendida.

Com base na coleta de dados, entrevistas e visita nas instalações foi possível obter os levantamentos e necessidades para atendimento aos critérios de criação de CIPA, conforme descritos no item 2.2.1 da revisão da literatura e elaborar o quadro 1 a seguir.

Quadro 1 – Dados da NR-5.

NORMA REGULAMENTADORA (MTE)	TÍTULO DO TREINAMENTO
NR-5	COMISSÃO INTERNA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES (CIPA)
<b>CARGA HORÁRIA</b>	
20 horas.	
<b>OBJETIVO DO TREINAMENTO</b>	
Preparar profissionais com competências relativas à prevenção de acidentes do trabalho e de doenças profissionais, de forma a evitar acidentes e a preservar as boas condições do ambiente de trabalho, utilizando diversos recursos, de acordo com suas características e aplicações, desenvolvendo qualidades pessoais, encorajando a prática da segurança de maneira preventiva e garantindo a qualidade do serviço executado.	
<b>PERIODICIDADE</b>	
Anual.	
<b>RECICLAGEM DO TREINAMENTO</b>	
8 horas.	

Fonte: Arquivo pessoal.

## 4.2 SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS COM ELETRICIDADE - NR10

### 4.2.1 Manutenção dos sistemas elétricos

A manutenção dos sistemas elétricos de pontes e pórticos rolantes dentro de uma Casa de Força parte desde as atividades mais simples como troca de lâmpadas e reatores até atividades mais complexas como regulagem de inversores, troca de disjuntores, etc. (Figuras 25 e 26).

Normalmente a manutenção preventiva destes sistemas elétricos é realizada anualmente. Quando ocorre alguma falha inesperada de algum destes equipamentos é realizada uma manutenção corretiva. Na manutenção anual é realizada a limpeza, inspeção quanto à integridade dos equipamentos, ensaios elétricos, etc.

As usinas analisadas possuem equipes de manutenção que seguem um cronograma anual de manutenção ou em alguns casos específicos, conforme periodicidade orientada pelo fabricante.

Figura 25 – Painéis elétricos na lateral da ponte.



Fonte: ALSTOM, 2014.

Figura 26 – Painéis elétricos na cobertura do pórtico.



Fonte: ALSTOM, 2014.

Com base na coleta de dados, entrevistas e visita nas instalações foi possível obter os levantamentos e necessidades para atendimento aos critérios da NR10 conforme descritos no item 2.2.2 da revisão da literatura e elaborar os quadros 2 e 3 a seguir.

Quadro 2 – Dados da NR-10.

NORMA REGULAMENTADORA (MTE)	TÍTULO DO TREINAMENTO
NR-10	SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS COM ELETRICIDADE
CARGA HORÁRIA	
40 horas.	
OBJETIVO DO TREINAMENTO	
Preparar profissionais com competências para estabelecer requisitos e condições mínimas para a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.	
PERIODICIDADE	
Bienal e sempre que ocorrer troca de função, mudança de empresa, retorno de afastamento ao trabalho ou inatividade por período superior a três meses, modificações significativas nas instalações elétricas ou troca de métodos, processos e organização do trabalho	
RECICLAGEM DO TREINAMENTO	
20 horas.	

Fonte: Arquivo pessoal.

Quadro 3 – Dados da NR-10 (SEP).

NORMA REGULAMENTADORA (MTE)	TÍTULO DO TREINAMENTO
NR-10	SEGURANÇA NO SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA (SEP) E EM SUAS PROXIMIDADES
CARGA HORÁRIA	
40 horas.	
OBJETIVO DO TREINAMENTO	
Preparar profissionais com competências para estabelecer requisitos e condições mínimas para a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam no sistema elétrico de potência e em suas proximidades.	
PERIODICIDADE	
Bienal e sempre que ocorrer troca de função, mudança de empresa, retorno de afastamento ao trabalho ou inatividade por período superior a três meses, modificações significativas nas instalações elétricas ou troca de métodos, processos e organização do trabalho	
RECICLAGEM DO TREINAMENTO	
20 horas.	

Fonte: Arquivo pessoal.

### 4.3 OPERADOR DE PONTE ROLANTE – NR11

#### 4.3.1 Movimentação de cargas

A movimentação de cargas com a utilização de equipamentos de levantamento auxiliares como talhas manuais, talhas elétricas, polias e patescas, tífors e etc., para a manutenção de pontes e pórticos rolantes dentro de uma casa de força é uma prática comum, pois existem vários componentes de médio e grande porte que por vezes podem ser necessários de serem substituídos. Alguns movimentos e equipamentos de carga podem ser destacados:

- Retirada de motores elétricos;
- Retirada de redutores;
- Retirada de freios e tambores;
- Substituição de cabos de aço;
- Substituição de rodas e rolamentos;

Ademais dos casos mais simples mencionados acima, quando os reparos exigem a remoção de um componente maior ou até mesmo um subconjunto completo como o carro da ponte, torna-se necessário a utilização de guindastes móveis de grande capacidade (Figura 27).

Figura 27 – Carro da ponte substituindo tambor de cabos.



Fonte: ALSTOM, 2014.

Na NR 11 não consta a carga horária do treinamento, logo várias empresas e entidades prestadores destes serviços adotam diferentes cargas horárias. É possível encontrar treinamentos de 8 (oito) horas até treinamentos de 30 (trinta) horas.

Devido à especificidade deste trabalho, é recomendado o treinamento de 30 (trinta) horas, onde é possível ministrar detalhadamente todos os itens de segurança estabelecidos pela NR atendendo as necessidades da empresa.

Com base na coleta de dados, entrevistas e visita nas instalações foi possível obter os levantamentos e necessidades para atendimento aos critérios da NR11 conforme descritos no item 2.2.3 da revisão da literatura e elaborar o quadro 4 a seguir.

Quadro 4 – Dados da NR-11.

NORMA REGULAMENTADORA (MTE)	TÍTULO DO TREINAMENTO
NR-11	OPERADOR DE PONTE ROLANTE
CARGA HORÁRIA	
30 horas.	
OBJETIVO DO TREINAMENTO	
Preparar profissionais com competências relativas à operação de pontes rolantes com segurança e eficiência, de forma a evitar acidentes e a preservar as boas condições da máquina, utilizando vários tipos de materiais, equipamentos, ferramentas e acessórios, de acordo com suas características e aplicações de maneira preventiva e garantindo a qualidade do serviço executado.	
PERIODICIDADE	
Anual.	
RECICLAGEM DO TREINAMENTO	
8 horas.	

Fonte: Arquivo pessoal.

#### 4.4 FORMAÇÃO DE BRIGADAS DE EMERGÊNCIA (PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO) – NR23

Devido às características do trabalho ser em uma casa de força de hidrelétrica, é imprescindível que os trabalhadores envolvidos possuam conhecimentos para prevenção e combate a incêndios, pois a existência de painéis elétricos, unidades hidráulicas, motores, e diversos outros componentes passíveis de explosão ou princípio de incêndio coloca em risco a vida destes trabalhadores.

Com base na coleta de dados, entrevistas e visita nas instalações foi possível obter os levantamentos e necessidades para atendimento aos critérios da NR23 conforme descritos no item 2.2.4 da revisão da literatura e elaborar o quadro 5 a seguir.

Quadro 5 – Dados da NR-23.

NORMA REGULAMENTADORA (MTE)	TÍTULO DO TREINAMENTO
NR-23	FORMAÇÃO DE BRIGADAS DE EMERGÊNCIA (PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO)
<b>CARGA HORÁRIA</b>	
16 horas.	
<b>OBJETIVO DO TREINAMENTO</b>	
Preparar os profissionais que irão compor a Brigada de Emergência (Proteção contra Incêndio) com competências para operarem com eficiência os equipamentos de segurança instalados nas edificações, bem como prestarem os primeiros socorros às vítimas de prováveis acidentes, atuando em conformidade com as normas vigentes.	
<b>PERIODICIDADE</b>	
12 meses ou quando houver alteração de 50% dos membros.	
<b>RECICLAGEM DO TREINAMENTO</b>	
16 horas.	

Fonte: Arquivo pessoal.

#### 4.5 ESPAÇOS CONFINADOS (SUPERVISOR DE ENTRADA) – NR33

A presença de espaços confinados na pontes e pórticos rolantes dentro de uma casa de força não são comuns, pois à exceção de pontes rolantes que possuem cabines fechadas, painéis elétricos embutidos dentro da estrutura das vigas principais (Figura 28) ou pórticos que tenham contêineres refrigerados para os painéis elétricos, os demais locais de acesso para manutenção são abertos total ou parcialmente.

Figura 28 – Painéis elétricos enclausurados no interior da viga principal.



Fonte: ALSTOM, 2014.

Com base na coleta de dados, entrevistas e visita nas instalações foi possível obter os levantamentos e necessidades para atendimento aos critérios da NR33 conforme descritos no item 2.2.5 da revisão da literatura e elaborar os quadros 6 e 7 a seguir.

Quadro 6 – Dados da NR-33.

NORMA REGULAMENTADORA (MTE)	TÍTULO DO TREINAMENTO
NR-33	SUPERVISOR DE ENTRADA
<b>CARGA HORÁRIA</b>	
16 horas.	
<b>OBJETIVO DO TREINAMENTO</b>	
Preparar profissionais com competências para estabelecer requisitos e condições mínimas para a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em espaços confinados.	
<b>PERIODICIDADE</b>	
Anual.	
<b>RECICLAGEM DO TREINAMENTO</b>	
8 horas.	

Fonte: Arquivo pessoal.

Quadro 7 – Dados da NR-33 (Vigia).

NORMA REGULAMENTADORA (MTE)	TÍTULO DO TREINAMENTO
NR-33	TRABALHADORES AUTORIZADOS E VIGIAS
<b>CARGA HORÁRIA</b>	
16 horas.	
<b>OBJETIVO DO TREINAMENTO</b>	
Preparar profissionais com competências para realizar trabalhos em espaços confinados, com condições mínimas para a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de acordo com normas técnicas, de saúde e segurança do trabalho.	
<b>PERIODICIDADE</b>	
Anual.	
<b>RECICLAGEM DO TREINAMENTO</b>	
8 horas.	

Fonte: Arquivo pessoal.

## 4.6 SEGURANÇA NO TRABALHO EM ALTURAS – NR35

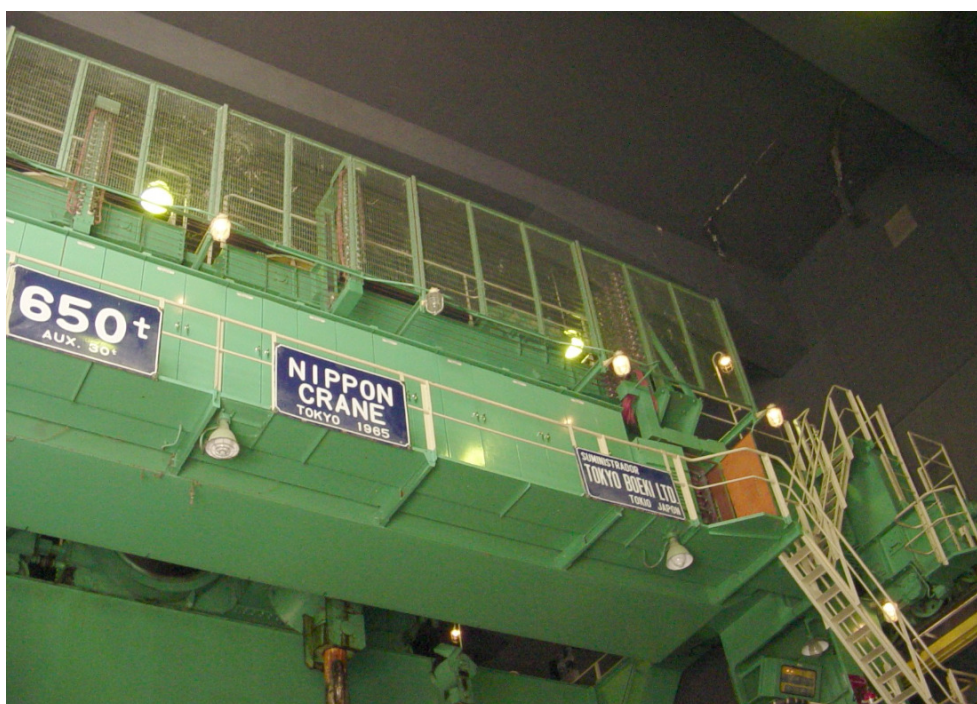
### 4.6.1 Atividades envolvendo trabalho em altura

Conforme a NR35, considera-se trabalho em altura toda atividade executada acima de 2,00 m (dois metros) do nível inferior, onde aja risco de queda. Com base nestas informações foi possível verificar que poucas são as atividades de manutenção de pontes e pórticos rolantes dentro de uma Casa de Força que não envolvem trabalho em altura (Figuras 29 a 31), sendo:

- Acesso à ponte rolante ou a componentes do pórtico;
- Manutenção do sistema de iluminação;
- Manutenção de monovias ou talhas sob a viga da ponte rolante;
- Manutenção do caminho de rolamento;
- Manutenção do barramento de alimentação elétrica;
- Manutenção dos motores e acionamentos;

A atividade mais frequente é o acesso do operador à ponte ou pórtico para inspeção diária ou operação. As demais atividades possuem periodicidade pré-estabelecida pelo fabricante, onde são realizados verificações e ensaios. Devido à Casa de Força ser uma edificação de grande porte, o acesso para a manutenção de alguns dos componentes normalmente é feito através de escadas, andaimes ou plataformas elevatórias.

Figura 29 – Exemplo de iluminação instalada em ponte rolante.



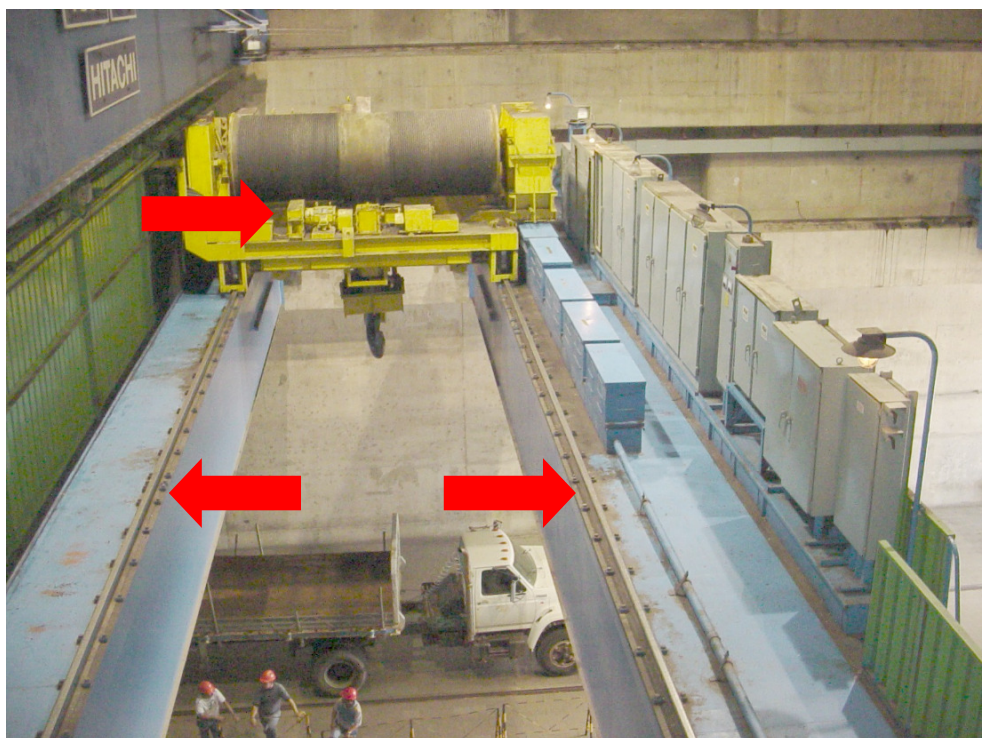
Fonte: ALSTOM, 2014.

Figura 30 – Monovia com talha e alimentação elétrica sob a ponte rolante.



Fonte: ALSTOM, 2014.

Figura 31 – Caminho de rolamento e acionamentos de uma ponte rolante.



Fonte: ALSTOM, 2014.

Com base na coleta de dados, entrevistas e visita nas instalações foi possível obter os levantamentos e necessidades para atendimento aos critérios da NR35 conforme descritos no item 2.2.6 da revisão da literatura e elaborar o quadro 8 a seguir.

Quadro 8 – Dados da NR-35.

NORMA REGULAMENTADORA (MTE)	TÍTULO DO TREINAMENTO
NR-35	SEGURANÇA NO TRABALHO EM ALTURAS
<b>CARGA HORÁRIA</b>	
8 horas.	
<b>OBJETIVO DO TREINAMENTO</b>	
Preparar profissionais com competências relativas ao desempenho das funções laborais em alturas superiores a dois metros, de acordo com normas técnicas, de saúde e segurança do trabalho.	
<b>PERIODICIDADE</b>	
Bienal e sempre que ocorrer troca de função, mudança de empresa, retorno de afastamento ao trabalho ou inatividade por período superior a três meses, modificações significativas nas instalações elétricas ou troca de métodos, processos e organização do trabalho	
<b>RECICLAGEM DO TREINAMENTO</b>	
8 horas.	

Fonte: Arquivo pessoal.

#### 4.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao se analisar as atividades realizadas na manutenção do equipamento de levantamento na casa de força, verificou-se que as atividades mais arriscadas são as envolvendo trabalho em altura e eletricidade. Em quase a sua totalidade, as atividades de trabalho em altura são realizadas em plataformas, com uso de escadas ou acessos que variam de 3 metros a até mais de 20 metros de altura. Uma queda de uma altura elevada pode levar a morte e ou deixar grandes sequelas ao trabalhador. O trabalho com eletricidade também é de risco elevado, pois acidentes com eletricidade causam grandes danos que podem levar a morte. Outro fator determinante é que a eletricidade não tem cheiro, cor e ruídos, a não ser que seja

em alta tensão onde é possível perceber pequenos ruídos característicos, como por exemplo, em subestações.

Outro fator significativo é que nas casas de força de centrais hidrelétricas não são encontrados apenas riscos com eletricidade e trabalho em altura, mas uma série de riscos e fatores, como ambiente confinado, exposição à inflamáveis, etc., que podem ocasionar acidentes com grandes lesões e até levar a morte.

Quanto aos programas de treinamento a serem realizados pela empresa, foi possível observar a simplicidade e clareza das informações, de maneira que mesmo uma pessoa sem conhecimentos na área de segurança de trabalho consegue ler as informações, associá-las as atividades e perceber a importância da realização do treinamento antes de exercer as atividades de manutenção.

## 5 CONCLUSÕES

A realização do estudo de caso em uma casa de força de uma usina hidrelétrica e a revisão das NR's permitiu a elaboração de quadros com as informações sobre os treinamentos necessários de modo a prevenir riscos envolvidos na operação de manutenção de pontes e pórticos rolantes.

Ao final, foram apresentados neste trabalho os quadros dos treinamentos obrigatórios identificados, os quais podem ser verificados pelo item 4, onde enfatizam o objetivo, título, norma regulamentadora vinculada, carga horária, periodicidade e reciclagem do treinamento.

Desta forma, foi possível atingir os objetivos da pesquisa e reforçar a necessidade do gerenciamento de treinamentos, uma vez que para empresas que não atendem as normas regulamentadoras, em caso de acidentes a mesma poderá responder judicialmente. Este trabalho adicionalmente servirá de ajuda como referência às empresas e trabalhadores informando-os sobre os treinamentos e exigências legais antes que eles venham a exercer as atividades de manutenção em equipamentos de levantamento de usinas hidrelétricas, sem receberem os treinamentos, ficando expostos em atividades de grande risco, pois estará disponível para consulta.

## REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 06445:2016: **Turbinas hidráulicas, turbinas-bombas e bombas de acumulação**. Rio de Janeiro. 2016.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14276: **Brigada de incêndio - Requisitos**. Rio de Janeiro. 2006.

ALSTOM, Alstom Brasil Energia e Transporte Ltda. **Apostila do curso de equipamentos hidromecânicos**. Taubaté: 2008, 195 p. Não publicado.

ALSTOM, Alstom Brasil Energia e Transporte Ltda. **Apostila do workshop de engenharia**. Taubaté: 2014, 239 p. Não publicado.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Normas regulamentadoras**. 1978. Disponível em: < <http://trabalho.gov.br/index.php/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras> >. Acesso em: 02 nov. 2017.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma regulamentadora N° 10 Segurança em instalações e serviços em eletricidade**. 2004a. Disponível em: < <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR10.pdf> >. Acesso em: 02 nov. 2017.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma regulamentadora N° 11 Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais**. 2004b. Disponível em: < <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR11.pdf> >. Acesso em: 02 nov. 2017.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **CT-SST, Comissão tripartite de saúde e segurança no trabalho**. 2008. Disponível em: < <http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao> >. Acesso em: 20 out. 2017.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma regulamentadora N° 5 Comissão interna de prevenção de acidentes**. 2011a. Disponível em: < <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR5.pdf> >. Acesso em: 02 nov. 2017.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma regulamentadora N° 23 Proteção contra incêndios**. 2011b. Disponível em: < <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR23.pdf> >. Acesso em: 20 out. 2017.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma regulamentadora N° 33 Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados**. 2012. Disponível em: < <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR33.pdf> >. Acesso em: 20 out. 2017.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma regulamentadora N° 35 Trabalho em altura**. 2014. Disponível em: < <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR35.pdf> >. Acesso em: 20 out. 2017.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. São Paulo: Editora Prentice, 5.ed. 2002.

ELETRONORTE. **Tomada d'água – Casa de força – Usina hidrelétrica Tucuruí**. 2013. Disponível em: <[http://cidadedetucurui.com/inicio/usina\\_hidreletrica\\_tucurui/USINA\\_HIDRELETRICA\\_TUCURUI.htm](http://cidadedetucurui.com/inicio/usina_hidreletrica_tucurui/USINA_HIDRELETRICA_TUCURUI.htm)>. Acesso em 01 nov. 2017.

EU-OSHA. **Prevenção de acidentes**. 2001. Disponível em: <[https://osha.europa.eu/pt/topics/accident\\_prevention/index\\_html](https://osha.europa.eu/pt/topics/accident_prevention/index_html)>. Acesso em: 04 nov. 2017.

FACHIN, O. **Fundamentos de metodologia**. São Paulo: Editora Saraiva. 2003.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Editora Atlas, 3.ed. 1991. 192 p.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Editora Atlas, 4.ed. 1994.

JIE. **Vista aérea do lago de Itaipu, da barragem e do vertedouro em operação - Jornal de Itaipu eletrônico**. 2009. Disponível em: <http://jie.itaipu.gov.br/node/41718>. Acesso em: 01 nov. 2017.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. **Metodologia científica**. São Paulo: Editora Atlas, 1986. 392 p.

OLIVEIRA, D. P. R. **Planejamento estratégico, conceitos, metodologia e práticas**. São Paulo: Editora Atlas, 11.ed. 1997.

O SETOR ELÉTRICO. **Por menos acidentes de trabalho**. Ed.45. 2009. Disponível em: <<http://www.osetoelettrico.com.br/web/component/content/article/58-artigos-ematerias-relacionadas/168-por-menos-acidentes-de-trabalho.html>>. Acesso em: 18 out. 2017.

RUIZ, J. A. **Metodologia científica: guia para eficiência nos estudos**. São Paulo: Editora Atlas, 1982.

SELLTIZ, C. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: Editora Herder. 1965.

SESI. Serviço Social da Indústria. **Legislação comentada NR11**. 2008a. Salvador. Disponível em: <<http://pro-sst1.sesi.org.br/portal/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A90152A2A15F2A8012A340E7C9568A9>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

SESI. Serviço Social da Indústria. **Legislação comentada NR23**. 2008b. Salvador. Disponível em: <<http://prosst1.sesi.org.br/portal/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A90152A2A15F2A8012A3D7EDE2D130C>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

SEMI. **Integrated solutions for small hydro**. 2010. Disponível em: <<https://pt.slide.net/valbasp/presentation-semi-industrial-r9-eng>>. Acesso em: 01 nov. 2017.

USP. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. **A Evolução de engenharia de segurança do trabalho**. Apostila para a disciplina do curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, eST-101 Introdução à Engenharia de Segurança do Trabalho, São Paulo: EPUSP/PECE. 2016. 173 p.