

# A CONSERVAÇÃO E PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO INDUSTRIAL: o caso do Rolo Compactador de Estrada a Vapor da Escola de Belas Artes/UFMG

Ronaldo André Rodrigues da Silva<sup>\*</sup>

João Cura D'Ars de Figueiredo Júnior<sup>\*\*</sup>

Valquíria de Oliveira Silva<sup>\*\*\*</sup>

## Resumo

Este trabalho propõe uma análise de pressupostos científicos de conservação e restauração para a preservação de um exemplar de patrimônio industrial e cultural. O objeto de intervenção consiste em um rolo compactador rodoviário a vapor alemão, marca Schwartzkopff, produzido nos anos 1920 e utilizado durante as décadas de 1940/1950 nas obras de implantação do Campus Pampulha da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. A pesquisa tem por objetivo reconhecer os elementos industriais como objetos patrimoniais não somente históricos, mas culturais e incluir a ciência e tecnologia como fatores de representatividade e identidade de indivíduos, grupos e sociedade. A necessidade de sua preservação surge vinculada e integrada ao campo da conservação e restauração, em que se tem uma ampliação de percepção e entendimento do escopo de atuação com o caso particular, do patrimônio industrial em metal. A metodologia consistiu em uma descrição técnica compositiva da estrutura do equipamento, quase integralmente em liga de ferro, estudo de suas características e identificação dos principais agentes físico-mecânicos, químicos ou biológicos que contribuem para a degradação e deterioração. Foram definidas análises, técnicas e procedimentos a partir de pontos da coleta de microamostras em que foram aplicadas análises técnicas de conservação preventiva e análises laboratoriais microquímicas (espectroscopia de fluorescência de raios-X e espectroscopia vibracional

---

\* Mestre em Administração (UFMG) e Conservación y Restauración del Patrimonio Arquitectónico y Urbano (ETSAM/UPM/Madrid). Bacharel em Conservação-Restauração de Bens Culturais Móveis (UFMG), em Administração (UFMG) e Engenharia Elétrica (PUC Minas). Professor assistente da PUC Minas.

\*\* Pós-doutor, Doutor, Mestre e Bacharel em Química (UFMG). Professor efetivo da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) na área de Química de Bens Culturais.

\*\*\* Mestre em Microbiologia pelo ICB/UFMG – ênfase em Microbiologia Aplicada. Bacharel em Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis (UFMG). Atualmente exerce atividades de assistência técnica especializada aos alunos do Colégio Técnico (UFMG).

de infravermelho) e microbiológicas (micologia). Os resultados identificaram os principais fatores de deterioração e degradação do equipamento a partir dos quais se constrói um conjunto de propostas para sua preservação e conservação. A ideia busca valorizar o equipamento industrial e tornar visível à comunidade universitária e à sociedade a sua relação histórica com a Universidade e a cidade, bem como revelar uma preocupação e compreensão dos elementos industriais do ponto de vista da contribuição à memória social, história social e formação cultural da sociedade.

Palavras-chave: Conservação-restauração; Patrimônio industrial; Patrimônio cultural; Patrimônio em metal; Arqueologia industrial.

## Abstract

This research proposes a course of action for the preservation and conservation of industrial and cultural heritage. The object of intervention is a German Schwartzkopff road roller. The steam engine was built in the 1920s and was operational throughout the decades of 1940/1950 at the Pampulha Campus construction works of the Federal University of Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. The research aims to acknowledge industrial machinery not only as historical heritage asset, but also as cultural one; and introduce science and technology as identity and representativeness factors for individuals, groups and society. Its need for preservation arises linked and integrated to the conservation and restoration field, in which occurs an expanding of the perception and an enhancement of the understanding about the field of action, particularly about the industrial metal heritage. A compositional technical specification of the structure of said road roller (almost entirely composed of iron alloy), a study of its characteristics and the identification of the main physical-mechanical, chemical or biological agents which contribute to its degradation and deterioration were adopted as methodology. From such approach were defined the analyses, techniques and procedures to be carried out based upon micro-sample collection points. Technical analyses of preventive conservation, laboratory micro chemical analyses (X-ray fluorescence spectroscopy and infrared vibrational spectroscopy) and microbiological analyses (mycology) were applied. The results confirmed the main deterioration and degradation factors in the object of intervention, it is sought to formulate a package of proposals for the preservation and conservation of the road roller. The aim is to emphasize the value of such industrial piece of machinery and make the existing historical relationship between the University and the city. Such conservation reveals a concern and an understanding of industrial machinery from the perspective of the contribution to social memory and history, and to society's cultural formation.

Key words: Conservation-restoration; Industrial heritage; Cultural heritage; Metallic heritage; Industrial archaeology

## Introdução

Este trabalho<sup>1</sup> se define a partir da problemática de preservação e conservação de patrimônio cultural, especificamente um patrimônio histórico que compreende um

---

<sup>1</sup> O trabalho foi elaborado a partir do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso “**A (In)visibilidade do patrimônio industrial e cultural: Uma proposta de preservação e conservação**”, apresentado junto ao Curso de Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis da Escola de Belas Artes, Universidade Federal de Minas Gerais, em maio/2016, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

elemento tecnológico utilizado nas obras de implantação do Campus Pampulha da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) durante as décadas de 40 e 50, um rolo compactador rodoviário à vapor. Para além de sua preservação e conservação, está o reconhecimento de elementos patrimoniais industriais como objetos não somente históricos, mas culturais e a inclusão da ciência e da tecnologia como fator de representatividade de indivíduos, grupos e da sociedade.

## **A conservação e preservação do patrimônio industrial<sup>2</sup>**

Os conceitos derivados da restauração e da conservação se determinam segundo os processos a serem desenvolvidos a partir do conjunto de decisões e procedimentos empregados em um objeto artístico ou monumento para devolver, de maneira integrada, a integridade estrutural e estética a tal bem cultural. As intervenções realizadas se baseiam na identificação dos processos de deterioração sofridos ao longo do tempo, sejam eles danos naturais, em virtude da ação do tempo e elementos da natureza ou sofridos, sejam por acidente, mau uso, condições de guarda, vandalismo, dentre outros.

Uma diferenciação entre os conceitos de restauração, conservação e conservação preventiva<sup>3</sup> está colocada pela Associação Brasileira de Conservadores-Restauradores (ABRACOR), a partir das definições adotadas pelos membros do ICOM-CC (*International Council of Museums – Committee for Conservation*) durante a XV<sup>a</sup>. Conferência Triannual, em Nova Delhi, em 2008 (ICOM/ABRACOR, 2010).

---

<sup>2</sup> O conceito de **patrimônio industrial** “compreende os vestígios da cultura industrial que possuem valor histórico, tecnológico, social, arquitetônico ou científico. Estes vestígios englobam edifícios e maquinaria, oficinas, fábricas, minas e locais de tratamento e de refino, entrepostos e armazéns, centros de produção, transmissão e utilização de energia, meios de transporte e todas as suas estruturas e infraestruturas, assim como os locais onde se desenvolveram atividades sociais relacionadas com a indústria, tais como habitações, locais de culto ou de educação” (Carta de Nizhny Tagil, TICCIH, 2003).

<sup>3</sup> [...] **Conservação** – todas aquelas medidas ou ações que tenham como objetivo a salvaguarda do patrimônio cultural tangível, assegurando sua acessibilidade às gerações atuais e futuras. A conservação compreende a conservação preventiva, a conservação curativa e a restauração. Todas estas medidas e ações deverão respeitar o significado e as propriedades físicas do bem cultural em questão.

**Conservação preventiva** – todas aquelas medidas e ações que tenham como objetivo evitar ou minimizar futuras deteriorações ou perdas. Elas são realizadas no contexto ou na área circundante ao bem, ou mais frequentemente em um grupo de bens, seja qual for sua época ou condições. Estas medidas e ações são indiretas – não interferem nos materiais e nas estruturas dos bens. Não modificam sua aparência.

**Conservação curativa** – todas aquelas ações aplicadas de maneira direta sobre um bem ou um grupo de bens culturais que tenham como objetivo deter os processos danosos presentes ou reforçar a sua estrutura. Estas ações somente se fazem quando os bens se encontram em um estado de fragilidade adiantada ou estão se deteriorando a um ritmo elevado, de tal forma que poderiam perder-se em um tempo relativamente curto. Estas ações às vezes modificam o aspecto dos bens.

**Restauração** – todas aquelas ações aplicadas de maneira direta a um bem individual e estável, que tenham como objetivo facilitar sua apreciação, compreensão e uso. Estas ações somente se realizam quando o bem perdeu uma parte de seu significado ou função através de alterações passadas. Baseia-se no respeito ao material original. Na maioria dos casos, estas ações modificam o aspecto do bem (ICOM/ABRACOR, 2010, p. 1-2)

Assim, uma análise dos conceitos de conservação e preservação, dentre as diferentes possibilidades, complementada pelos teóricos da restauração aplica-se aos elementos de patrimônio industrial, em particular ou de maneira mais generalizada, quando realizadas referências às questões de abrangência dos trabalhos de Camillo Boito a partir das formulações de John Ruskin e William Morris e apresentadas segundo as ideias de Kühn cuja abrangência da conservação e restauração se alicerça em “um grande respeito pela matéria original, pelas marcas da passagem do tempo na obra, aconselhando manutenções periódicas, mas admitindo a possibilidade de ‘morte’...” (2008, p. 17).

A possível lógica de conservação, ou não, do monumento ou da obra de arte, segue, segundo Boito uma possibilidade denominada “lógica impiedosa” que consiste no fato de não-intervir, ou seja, sob a impossibilidade de conservar o objeto em suas características e funções, resta ao conservador-restaurador buscar preservá-lo segundo sua memória e sua história. A inevitabilidade de destruição ou deterioração contínua, como ocorrida em obras ao ar livre, a ‘morte natural’ ou degradação natural deve ser preservada. Entenda-se por degradação a “mudança do estado material em comparação com seu estado original, esta perda implica a alteração dos atributos de valor, estéticos, científicos, históricos e simbólicos, para além da perda dos atributos materiais” (SOUZA & FRONER, p. 10, 2008).

Tem-se ainda, segundo Riegl (2013), que as obras de arte têm em si mesmas os significados da passagem do tempo e suas implicações não somente em relação às concepções de evolução artística e tecnológica, mas também quanto às técnicas e materiais aplicados. A importância histórica de uma obra abrange a permanência de uma sequência de acontecimentos em que se busca conservar testemunhos de saberes e objetos, direta ou indiretamente, sequenciados cronologicamente, os quais testemunham o desenvolvimento das atividades humanas.

O contexto histórico e o artístico referem-se, de maneira objetiva, às interpretações estéticas e de intencionalidade artística cujas referências se fazem segundo materiais e técnicas adotadas que se somam às referências ao passado e à memória de referência, que Riegl (2013) define para os conceitos de valores relativos aos monumentos, o valor de memória e o valor de atualidade. Dessa maneira, tem-se aplicada a teoria do restauro ao patrimônio industrial, aos equipamentos e máquinas, os quais têm, por natureza, uma função produtiva, que dever ser preservada, a fim de que possam ser identificadas as referências do tempo ao seu uso e as atividades produtivas que o definem.

Tem-se, complementarmente, uma relação entre as possíveis posturas e ações observadas na intervenção de objetos de arte ou monumentos históricos e os objetos industriais. Tais parâmetros são observados em relação aos princípios a serem adotados na intervenção de monumentos ou objetos que se vinculem à história social e econômica do lugar. O fato de entender a obra em sua plenitude e extrapolar o campo da atividade de restauração tornam-se elementos essenciais para se compreender o objeto e nele intervir, ou seja, “para bem restaurar é necessário amar e entender o monumento, seja estátua, quadro ou edifício, sobre o qual se trabalha, e do mesmo modo para a arte antiga em geral” (BOITO, p. 31, 2008).

A intervenção, ou não, nos objetos observa em si, segundo as teorias, a necessidade de uma atividade baseada em teorias de documentação e metodologia, aliada às conotações de elementos culturais e de memória. A ação restauradora procura preservar tanto características intrínsecas ao objeto como extrínsecas a ele incorporadas pela temporalidade. Dessa maneira, os princípios de Boito colaboram para a consolidação do campo e determinam, de certa maneira, como os princípios da Carta de Veneza, de 1964, a ação do campo da restauração segundo o caráter cultural, histórico e memorial dos objetos e das obras de arte.

Tem-se ainda, no contexto dos valores temporais e nos valores definidos como de antiguidade a busca por um equilíbrio entre as intervenções e a memória naturalmente apresentada pelo objeto da passagem do tempo. Nessa perspectiva pretende-se entender o campo da conservação-restauração como ponto de partida para uma reflexão acerca dos objetos considerados patrimônio cultural, dentre eles aqueles relacionados ao patrimônio industrial e especificamente o objeto de estudo, segundo uma perspectiva histórica e da construção do campo do saber.

Com isso, o foco do trabalho são as questões que envolvem o patrimônio cultural industrial, uma vez que uma parte da representatividade da memória e da história cultural e social se encontra inserida em uma ideia de evolução do conceito de patrimônio cultural e sua conseqüentemente ampliação a objetos industriais e elementos da cultura material e imaterial relacionados ao mundo do trabalho.

### **Gestão de riscos na conservação e restauração**

Os riscos inerentes às obras de arte em função de um planejamento inadequado de conservação preventiva, e em extremo, a sua falta, determinam desde pequenas deteriorações à perda total do bem cultural ou mesmo de coleções.

Segundo a norma brasileira, ABNT NBR ISO 31000, adotada ao final de 2009, tem-se para a gestão de quaisquer tipos de empresa uma preocupação inerente à prevenção de riscos, os quais se apresentam inevitáveis em função dos diversos níveis de incerteza existentes nas mais diversas atividades a que se encontra submetido o objeto em análise.

A norma ABNT NBR ISO 31000 define risco como “o efeito que essa incerteza tem sobre os objetivos da organização”, ou seja, a execução de quaisquer processos organizacionais (ou de quaisquer elementos, se aplicada a gestão de riscos) sofre a possível ação de um risco iminente o qual pode ser previamente monitorado, a partir da análise das possíveis situações em que venha a ocorrer. Uma análise dos possíveis riscos, aplicada às organizações, e, em especial, à gestão de riscos no campo da conservação-restauração, objetiva avaliar as condições de ocorrência ou possibilidades do risco segundo a capacidade de evitá-los ou minimizá-los.

O escopo da norma ABNT NBR ISO 31000 apresenta um conjunto de termos/definições que norteiam a elaboração de um plano de gestão de riscos. A partir da identificação, tipologia e valoração dos riscos desenvolve-se um processo de avaliação, tratamento, controle e monitoramento que determina como implantar e adequar as atividades/ações ao controle dos riscos e minimização dos processos de deterioração.

Uma análise e avaliação dos riscos relativos ao bem patrimonial, seja uma obra ou coleções, para a área da Conservação-Restauração, deve considerar alguns fatores determinantes à mensuração do risco. Como exemplo tem-se o modelo proposto por Ruiz e Taboada (2014), para a *Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo* (AECI+D), que classifica as fontes de risco em seis categorias: os danos físicos, os atos antissociais, os episódios catastróficos, as condições ambientais inadequadas, a biodeterioração e a difusão preventiva. Estes fatores, individual ou coletivamente, podem potencializar a ocorrência dos riscos em virtude das condições e circunstâncias em que se encontra o objeto (obra de arte) ou coleção e as possíveis consequências decorrentes de sua exposição a tais eventos.

Uma relação então estabelecida entre a gestão de riscos e a conservação preventiva estabelece, segundo Hollós & Pedersoli (2009), a necessidade de se desenvolver um plano de ação que contemple os diversos aspectos inerentes à ocorrência dos riscos, para sua minimização ou extinção. Para tal, exige-se do Conservador-Restaurador, não somente o papel técnico a ele inerente em relação a área de atuação, mas também a necessidade de composição de uma equipe interdisciplinar a partir da qual se possa

desenvolver um adequado plano de gestão de riscos e preservação de acervos/coleções, ou mesmo obras de arte, de maneira coletiva ou individualizada.

Outra possibilidade de análise dos agentes de deterioração e determinação de um conjunto de ações para conservação preventiva de um bem consiste na construção de um plano de ação para minimizar ou impedir a ação desses agentes junto aos bens culturais ou patrimônio cultural. Para embasar a construção de um conjunto de ações adequadas, pode-se basear a definição das atividades a se desenvolver a partir da valoração dos bens culturais segundo a análise de riscos dos mesmos.

O modelo de Ruiz & Taboada (2014) apresenta um conjunto de ações a partir de uma análise de fatores nos processos de deterioração do bem cultural, cujo modelo exemplifica-se no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Fatores de Análise de Deterioração de Bens Culturais  
Fonte: Adaptado de Ruiz & Taboada, 2014.

<b>Modelo de Análise</b>	
<b>Danos físicos</b>	Manipulação – Traslado – Disposição Revisão Periódica – Limpeza – Transporte Controle de Acesso – Armazenamento – Embalagem Acondicionamento – Sustentabilidade
<b>Atos Antissociais</b>	Medidas de Segurança – Roubo – Espólio – Tráfico Ilícito – Vandalismo Conflitos Bélicos – Selo Azul – Falsificações
<b>Episódios Catastróficos</b>	Planejamento – Lista de Prioridades – Formação – Simulações Evacuação – Incêndio – Inundação – Furacão – Terremoto Cooperação para o desenvolvimento
<b>Condições Ambientais Inadequadas</b>	Oscilações Meio Ambientais – Iluminação – Contaminação Atmosférica Contaminação Interna – Adaptação ao Clima Local – Arquitetura Tradicional Monitoramento Ambiental – Controle de Iluminação – T&D de Pessoal – Vitruvianas
<b>Biodeterioração</b>	Pragas – Microrganismos – Medidas de Combate a Fungos Insetos – Roedores Aves – Controle de Pragas Prevenção Anti-insetos – Medidas Anti-roedores – Prevenção Anti-aves
<b>Difusão Preventiva</b>	Apropriação pela Comunidade – Papel das Escolas Patrimônio Imaterial – Transmissão do Patrimônio Papel dos Gestores – Papel dos Cooperados Diversidade Cultural – Patrimônio em Uso – Voluntariado - Cidadania

Quando se trata de um bem cultural em ambiente externo, definem-se as ações a partir da integração de diferentes estratégias temporais, tem-se como principais pontos de atuação a avaliação ambiental (a partir da localização do bem ou patrimônio, seu monitoramento e os parâmetros físicos, tais como chuva, temperatura, UR, luz etc.), além da avaliação macroambiental (e suas variáveis, relação contaminante-ambiente, processos de deterioração e a importância de ação junto ao bem).

Dentre os elementos de análise, deve-se considerar a capacidade de implantação e viabilidade em relação a bens e objetos patrimoniais que se encontram em áreas

externas, ao ar livre. A conservação dos bens culturais, sejam unidades ou coleções, sejam isolados ou integrados, se define a partir do meio em que se encontra a obra ou bem que pode determinar, em diferentes graus, dificuldades de implantação, aumento de custos e uma relação custo-benefício que inviabilize a execução do modelo de gestão e, até mesmo, que não se verifique factível uma análise ambiental compatível e adequada à conservação do bem.

Complementarmente, Shashoua, Taube e Holst (2014), consideram um conjunto de especificações cuja proposta se baseia em ações e planos de entidades patrimoniais (Patrimônio Inglês, Museu Alemão das Minas e Museu Técnico Dinamarquês) e apresentam alguns elementos do sistema de proteção de bens culturais que estão considerados a partir da caracterização de conservação do objeto patrimonial: (a) longevidade (duração mínima de 3 anos em ambientes ao ar livre ou sem controle); (b) aparência (preservação da aparência original do objeto industrial); (c) função (retenção da função original ou do significado dos objetos e interpretação de suas características culturais, históricas e tecnológicas); (d) reversibilidade (aplicação de tratamentos que permitam a remoção, se necessária, ou mesmo o re-tratamento); (e) estabilidade (contribuição para evitar a aceleração da corrosão ou deterioração de quaisquer materiais compostos e presentes no objeto); (f) saúde e segurança (proposição de tratamentos inofensivos ao conservador, observadores e o ambiente).

Dessa maneira, tem-se por objetivo a avaliação de diferentes e possíveis contextos em que ocorre a ação dos agentes de deterioração. As condicionantes para cada caso, segundo suas características específicas, e a verificação de uma atuação geral determina a percepção de diferentes elementos de análise, graus de atuação, gestão e avaliação técnica a fim de que se possa produzir uma atuação qualificada segundo o conjunto de agentes de deterioração ou quaisquer deles especificamente que influencie o estudo e sua aplicação.

### **Aspectos metodológicos**

O desenvolvimento do processo metodológico busca centrar-se na análise da real situação em que se encontra o equipamento industrial e a partir dos procedimentos e análises realizados, propor um conjunto de ações para sua preservação e conservação. Os princípios considerados para a elaboração de um conjunto de ações para a preservação e conservação do rolo compactador têm como base as diretrizes e princípios utilizados pelos programas de Planos Nacionais do Instituto do Patrimônio Cultural

Espanhol (IPCE, 2011), no Manual de Referência para o CCI-ICCROM-ICN, Método de Gestão de Riscos, *Risk Management Method*, de Michalski (2011) e nas normas ISO 31000, para Gerenciamento de Riscos (ABNT, 2009).

Para melhor abordar o caso, seguiu-se uma identificação dos principais elementos metodológicos os quais nortearam as ações propostas.

- *Tipo de Pesquisa*: estudo exploratório-descritivo em que se realiza a coleta de dados a partir das amostras pré-determinadas a fim de determinar e avaliar os agentes de deterioração.
- *Unidade de Análise*: Rolo compactador rodoviário à carvão vegetal colocado à esquerda da entrada principal da Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais (EBA/UFMG)
- *Unidades de Observação*: Microamostras coletadas nas áreas pré-determinadas do objeto de estudo (unidade de análise).
- *Coleta dos Dados*: por meio de tripla análise – variáveis ambientais (conservação preventiva) e microquímica e microbiológica a partir de microamostras do objeto de estudo.
- *Análise dos Dados*: realizada a partir dos conteúdos teórico-metodológicos pré-definidos com a finalidade de identificar, de forma organizada e sistemática, os agentes de deterioração significativos nas áreas de corrosão da unidade de análise. Segue-se a proposta de um conjunto de ações para implantação. A análise ocorrerá de forma quantitativa e qualitativa e visa determinar processos e mudanças estruturais ocorridas o objeto da investigação (rolo compactador).

As análises ambientais, microquímicas e microbiológicas estão definidas segundo os exames que melhor se adequam ao objeto de análise e às condições para sua execução, sejam estruturais, ambientais ou temporais. As condições ambientais envolvem o local onde se encontra o objeto, pois se trata de um ambiente aberto e com livre acesso, o que determina certa dificuldade em estabelecer níveis de controle de acesso e conseqüentemente uma avaliação integral dos diferentes processos de deterioração que ocorrem no objeto.

Em relação às análises de ciências da conservação (conservação preventiva) e análises físico-químicas e microbiológicas são necessárias estruturas capazes de realizar tais atividades. Para tal foram solicitados os exames de análise química junto ao Laboratório de Ciências da Conservação (LACICOR) do Centro de Conservação e Restauração de Bens Culturais (CECOR) da Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas

Gerais (EBA/UFMG). Para os exames microbiológicos, requisitou-se a colaboração da equipe do Laboratório de Micologia (LM) do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (ICB/UFMG).

### **O Estudo de Caso - O equipamento industrial da Escola de Belas Artes (UFMG)**

O objeto de estudo consiste em um equipamento industrial de compactação viária que se encontra na área frontal esquerda à Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais (EBA/UFMG). O rolo compactador constituiu um relevante equipamento de engenharia viária na cidade de Belo Horizonte entre os anos 50 e 60 por constituir-se em importante instrumento para o nivelamento e preparação das vias da capital mineira no processo de modernização viária, com a troca do revestimento de pedras para o revestimento asfáltico.

Como metodologia de análise científica foi definida a escala morfológica e de composição elementar (milimétrica e microescala) e de estrutura cristalina da microamostra (microescala) para os exames de fluorescência de raios-X e espectroscopia de infravermelho. Em virtude de se encontrar em ambiente externo, observa-se que quanto mais movimentado e populoso encontra-se o ambiente, maior o número de microrganismos a serem disseminados pela movimentação do ar no local (DILLMAN *et al.*, 2013).

#### ***Descrição do Rolo Compactador***

Uma descrição do rolo compactador de estrada, assim designado pela fabricante alemã de equipamentos, a empresa Schwartzkopff, consiste em uma máquina a vapor dos anos 20, do século XX, que tem por tração dois cilindros a vapor (*double*) e peso operacional entre 12 e 20 toneladas. Os modelos originais tinham como característica a opção de aquisição frontal complementar, seja por rolos de extrusão leves ou pesados que continham de 3 a 10 pás de aço. Além destes acessórios, as abas de puxar podiam ser acionadas de maneira manual ou com pressão de vapor e utilizadas com a guarda baixa ou suspensa. O funcionamento básico do rolo compactador à pressão de vapor ocorria de maneira particular para sulcar o solo na construção de novas estradas e estradas rurais, bem como para rasgar profundamente o solo. Podia ser fornecido, também, de maneira opcional um modelo completo de rolo compactador que contava com vagão-acomodação e carro-bomba d'água manual e pulverizador.

Uma representação básica da máquina tem-se o esquema da Figura 1 a seguir, em que se encontram os principais elementos de funcionamento do equipamento à vapor.

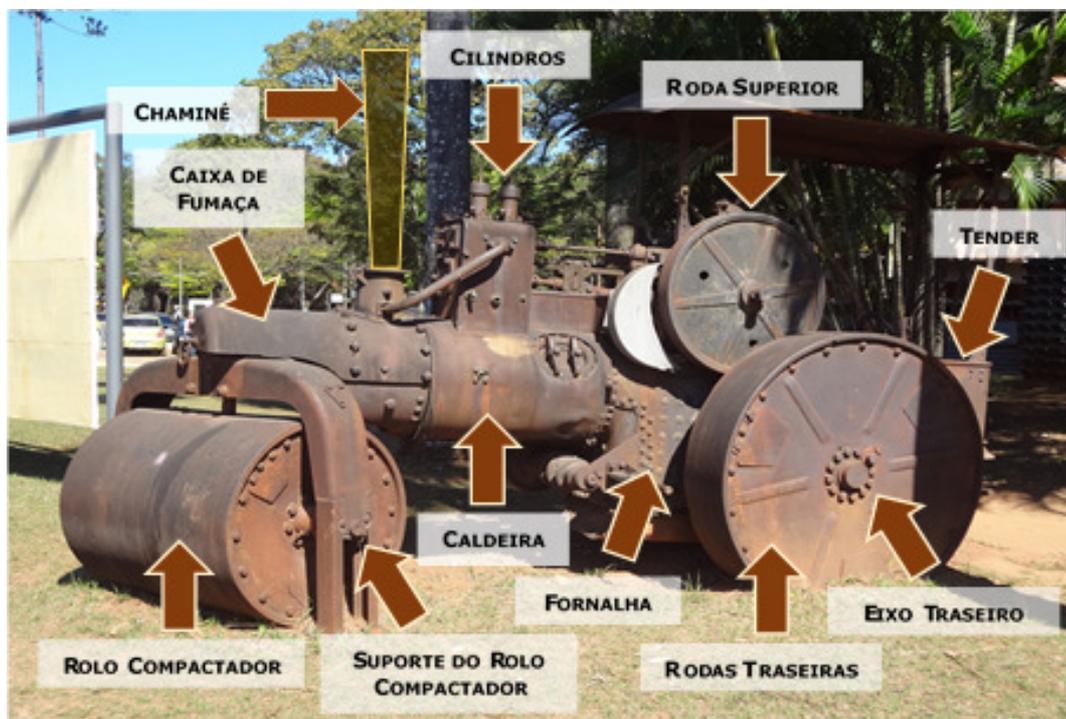


Figura 1 - Partes de um Equipamento a Vapor. Fonte: Elaborado a partir de Brown, Riley e Thomas (1999, p. 8).

A propulsão a vapor consiste basicamente na alimentação da caldeira com carvão vegetal e sua transformação em calor transmitido ao tanque de água que, sendo aquecido, transforma a água em vapor o qual propulsiona os cilindros dos pistões transformando em energia propulsora da máquina por meio das correntes laterais que impulsionavam a máquina (CROFT, 1922).

Uma relação entre o equipamento estudado e a Universidade Federal de Minas Gerais remonta ao processo de implantação do Campus Pampulha, uma vez instalado na área da antiga Fazenda Dalva que foi urbanizada no processo de expansão da capital Belo Horizonte, nos anos 40 (FIALHO, 2012).

O rolo compactador compreendia, à época, um dos equipamentos de terraplanagem e de abertura das vias de acesso ao Campus e de vias de interligação entre suas unidades. A utilização do equipamento objeto de estudo se desenvolveu ao longo dos anos de estruturação do Campus com contribuições aos processos de compactação e nivelamento das ruas e de áreas de instalação dos edifícios que compunham a

infraestrutura universitária. Após sua utilização, o equipamento foi incorporado à Escola de Belas Artes, quando de sua inauguração, ao final dos anos 60, pois não possuía mais sua funcionalidade mecânica como equipamento estrutural e rodoviário devido à evolução tecnológica e obsolescência funcional quanto à utilidade e qualidade das atividades executadas.

O equipamento passa assim a fazer parte do entorno da Escola de Belas Artes cujos registros iniciais estão apresentados, inclusive, em sua página na Internet, no endereço que descreve sucintamente a história da escola. Considera-se ainda que, ao final do século XX, o equipamento fazia parte do imaginário da Escola, sendo considerado um lugar de referência para eternizar lembranças e recordações de alunos, como o caso do grupo de estudantes do extinto Curso de Especialização em Conservação e Restauração do CECOR.

Pode-se dizer assim, que o Rolo Compactador, pouco conhecido por esse nome pela comunidade da Universidade e também por aqueles que porventura adentram o Campus da UFMG, principalmente quando o acessam pela entrada principal que se encontra na Avenida Presidente Antônio Carlos, conserva certa simbologia por se destacar no entorno da Escola e mesmo da Universidade. De “tratorzinho”, “trator”, “trem”, “trenzinho”, “maria fumaça” e tantos outros apelidos a ele atribuídos determinam desde um desconhecimento de suas origens às motivações para se encontrar em frente da Escola de Belas Artes e provocar demonstrações de afeição e admiração ao objeto em contínua exposição.

### **Técnicas de coleta de amostras**

A proposição e definição das áreas de coleta de amostra para análise do estado atual do objeto de pesquisa (bem cultural industrial) foram determinadas em função dos objetivos do trabalho, além de considerar as possibilidades de análise físico-mecânicas e biológicas. Assim, foram escolhidas previamente nove áreas de análise, sendo: 05 (cinco) áreas de análise físico-química para avaliação da composição metálica das ligas componentes (ver Figuras 2 e 3: ①, ②, ④, ⑥ e ⑦); 01 (uma) área de análise físico-química para avaliação de elementos agregados (ver Figura 2: ③); 04 (quatro) áreas de análise biológica para avaliação de elementos agregados (ver Figuras 2 e 3: ⑤, ⑦, ⑧ e ⑨).

Para cada área de análise foram realizadas coletas de microamostras, sendo que em parte delas, devido à complexidade de informações coletadas, foram extraídas um ou mais fragmentos de amostras. Para identificação das áreas junto ao objeto de pesquisa estão apresentadas abaixo, nas Figuras 2 e 3, abaixo, os pontos de coleta de amostras, com os respectivos detalhes.



Figura 2 - Áreas de Coleta de Amostras para Análises (Lado Esquerdo).  
Fonte: Ronaldo André Rodrigues, 2015.



Figura 3 - Áreas de Coleta de Amostras para Análises (Lado Direito).  
Fonte: Ronaldo André Rodrigues, 2015.

A definição das áreas de retirada de amostras para análise foi determinada por suas condições de preservação e conservação, associadas aos diferentes tipos de deterioração perceptíveis em um primeiro momento. Uma análise organoléptica preliminar apontou para os pontos escolhidos e segundo os fatores de deterioração encontrados em cada amostra determinaram-se os exames a serem realizados, sejam microanalíticos ou microbiológicos.

### **Técnicas de análises das amostras**

Para análise do estado atual do bem, foi necessária a realização de alguns testes de composição das ligas principais. Tais testes foram realizados por meio de coleta de amostras microscópicas e sua avaliação no Laboratório de Ciências da Conservação - LACICOR da Escola de Belas Artes e no Laboratório de Micologia do Instituto de Ciências Biológicas – ICB, ambos da UFMG. A composição das ligas foi realizada por meio de espectroscopia de infravermelho e fluorescência de raios-X, bem como a biodeterioração por meio de identificação de agentes biológicos ativos da corrosão.

O tratamento e as análises das amostras foram realizados por meio das técnicas FT-IR ATR (*attenuated total reflectance Fourier transform infrared spectroscopy* – espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier e atenuância total) e XRF (*X-ray fluorescence spectroscopy* – espectroscopia de fluorescência de raios-X). As análises de Espectroscopia Vibracional no Infravermelho (IV) foram realizadas através de um equipamento FT-IR Alpha Bruker. O modo de amostragem por Atenuância Total Refletida (ATR) se compôs de um equipamento de micro-ATR para análise de microamostras. Todos os espectros obtidos foram apresentados sem correção de ATR, sendo que as microamostras foram removidas com auxílio de um bisturi e armazenadas em tubos de Eppendorf até a coleta dos espectros.

Para realização das análises de Espectroscopia de Fluorescência de Raios-X (FRX) foi utilizado o equipamento, espectrômetro de raios-X portátil Bruker AXS Tracer III-V/III-SD, de caráter não destrutivo o que descartou a necessidade de se remover amostras do objeto. Os testes realizados a partir das amostras microbiológicas realizadas no objeto de pesquisa ocorreram a partir da identificação dos microrganismos contaminantes existentes na superfície do rolo compactador que estão determinados segundo as condições ambientais em que se encontram.

A montagem das culturas dos microrganismos foi a partir da coleta das amostras com *swab* e posterior identificação de acordo com o local. Em seguida procedeu-se ao processamento das amostras (diluição seriada de cada amostra e em duplicata) e semeadura em meio BDA<sup>4</sup> (batata, dextrose, ágar ou ágar batata) por 7 (sete) dias para crescimento e realizada a seleção das espécies presentes e repetidas nas diluições em meio de cultura, em três ocasiões,  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ , em que as espécies repetidas estavam realmente presentes na obra e foram isoladas com auxílio de alça estéril. Por último, foi realizado o microcultivo (fungos filamentosos e leveduriformes).

Deve-se observar que os estudos de morfologia dos microrganismos têm por limitação a imensa variabilidade fenotípica verificada em organismos provenientes de ambientes naturais, como os fungos filamentosos e leveduriformes. Além disso, a caracterização taxonômica convencional (morfológica e bioquímica) é aplicada a um número limitado de grupos cuja capacidade de isolamento e cultivo são possíveis em condições laboratoriais.

Tem-se ainda que, para o caso das análises microbiológicas foram realizadas identificação de área, numérica, de acordo com o ponto de coleta amostral. Posteriormente foram identificados os fenótipos contidos em cada elemento microamostral os quais receberam uma identificação alfabética, em decorrência da classificação morfológica dos agentes biológicos identificados, ou seja, das famílias as quais pertenciam os fungos existentes em cada microamostra.

### **Análises microquímicas e microbiológicas - resultados**

Os resultados referentes às técnicas analíticas utilizadas para identificação dos fatores de deterioração químicos determinaram a indicação de que as ligas metálicas existentes nas amostras 2, 4, 6 e 7 possuem ferro (Fe) em sua constituição o que indica que estas são ligas de ferro (Fe), segundo a análise por FRX.

A amostra 1 apresentou, ainda, como resultado, que este material está formado por uma liga de alumínio que contém outros elementos de liga, tais como o Si (silício), Fe (ferro), Cu (cobre) e Zn (zinco). Para os materiais agregados, denominadas concreções, as análises foram realizadas por infravermelho (IV) das amostras que corresponde a uma análise amostral por meio do método de janela de diamante de maneira a propiciar a

---

<sup>4</sup> O meio BDA compreende um dos meios de cultivo de cogumelos mais utilizado para pesquisas e análises laboratoriais, seja em placas de Petri, tubos ou potes. Cada componente possui uma função, sendo basicamente a batata, a fonte dos nutrientes, a dextrose, fonte de açúcar simples e, o ágar, elemento de solidificação do meio.

identificação de elementos e ligas no equipamento de infravermelho. A coleta de dados se faz por análise do espectro da região do infravermelho médio ( $4.000 - 400\text{cm}^{-1}$ ) com resolução de  $4\text{cm}^{-1}$  e 32 scans de varredura e verificação das principais bandas identificadas segundo o formato e número de onda associado, e de acordo com as tabelas de referência. A identificação do material de composição se faz pela análise tanto dos valores das absorções quanto pelo seu formato.

A amostra 3 apresentou a presença de uma substância argilosa, provavelmente composta por caolinitas. Esta caracterização foi devida ao padrão de bandas entre  $3700 - 3600\text{cm}^{-1}$  atribuído ao estiramento de grupos OH e padrão entre  $1100 - 1000\text{cm}^{-1}$ , atribuído às vibrações de grupos Si-O (DJOMGOUE & NJOPWOUO, 2013; FARMER, 1967).

Como o rolo compactador foi utilizado para o tratamento de solos argilosos que compreenderam, principalmente, a abertura das vias de acesso às dependências do campus da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), além da sua localização atual, a presença de material argiloso, comum em solos, é aceitável como material localizado em sua superfície. Tem-se ainda que os elementos Fe (ferro), Ca (cálcio), Cu (cobre) e Zn (zinco) foram encontrados nesta amostra, atribuindo-se a presença do Fe (ferro) à própria liga metálica de composição do equipamento. Os demais elementos podem ter sua atribuição relacionada àqueles presentes no solo do qual a concreção foi obtida.

Tem-se ainda, que as substâncias argilosas também foram identificadas nas análises dos materiais agregados das amostras 2, 3, 4, 6 e 7. Em relação aos materiais agregados, outros elementos foram encontrados como Pb (chumbo) e Zn (zinco). A origem desses elementos não foi atribuída. Em especial, na amostra 2, há presença do elemento bário (Ba). Inicialmente, supôs-se que este material teria por origem a composição de uma tinta a qual foi aplicada ao equipamento. Entretanto, esta suposição não foi confirmada pela análise de IV a qual indicou novamente que o material agregado apresentava por composição substância argilosa, como discutido anteriormente.

As amostras 4 e 6 sugerem, ainda, a presença de cera sobre o metal, confirmada pela presença de bandas finas e intensas entre  $2950 - 2870\text{cm}^{-1}$ , provavelmente aplicada sobre a superfície do equipamento para sua proteção.

A amostra 4 apresenta o espectro mais evidente de presença de cera devido à sua maior concentração. Tal fato pode ser atribuído à localização da amostra uma vez que tal área corresponde aquela menos sujeita a intempéries, como umidade (chuva) e temperatura

(insolação) o que pode ter auxiliado na preservação da cera. Para a amostra 6 evidencia-se uma presença com menor evidência de cera, sendo que o material se encontra em uma área cuja região de contato ocorre entre peças e bordas do equipamento o que auxiliaria na preservação da cera. Tal área ainda está, porém, mais sujeita a intempéries que a região da amostra 4.

A concreção presente na amostra 3 apresenta um indício de material orgânico que não pode ser confirmado como remanescente de cera aplicada ao equipamento. Entretanto, poder-se-ia relacioná-lo ao solo, como parte de material presente em sua composição. Deve-se observar, no entanto, que esta amostra se encontra em uma região que permite a remoção da cera por ação das intempéries ambientais. Assim, um resumo relativo aos elementos encontrados a partir das análises e técnicas aplicadas às amostras pode ser observado na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Elementos identificados – Amostras por Fluorescência de Raios-X.  
Fonte: Análise LACICOR, 2015.

Amostras	Identificação	Elementos
1		Al, Si, Fe, Cu, Zn
2	Azulado	Fe
2	Branco	Ca, Ba, Fe, Zn, Pb, Sr
3	Concreção	Ca, Fe, Cu, Zn
3	Metal	Fe
4	Concreção	Fe, Zn, Pb
6	Avermelhado	Fe, Zn, Pb
7		Fe

Uma observação complementar fundamenta-se nos processos de degradação por oxidação em que Figueiredo Júnior pondera o seguinte:

a degradação em ambientes externos é mais intensa que nos internos e, nos externos, ela [obra de arte] sofrerá variações de acordo com a composição atmosférica apresentando novamente o problema dos gases CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub> que vimos em relação à chuva ácida além de que em regiões marítimas surge ainda o problema da maresia, que é uma atmosfera com alto teor de umidade relativa e sais, principalmente cloretos (FIGUEIREDO JÚNIOR, 2012, p. 146).

Segundo Oliveira (2011), as estruturas cristalinas das argilas têm por base silicatos hidratados de Na, K, Ca e outros minerais. Outras estruturas se compõem do Fe e o Mg que podem substituir o Al e o Si. Essa característica associada às condições externas em que se encontra o objeto, ao ar livre, contribui para os processos de degradação e deterioração. Em relação ao patrimônio em metal, as incrustações que têm por composição esses elementos corroboram para a deterioração do elemento patrimonial.

Para a identificação dos microrganismos observa-se a sua estrutura microscópica que contém alguns elementos de análise, tais como: hifa hialina ou demácia, septada ou cenocítica, forma, disposição e formação dos esporos, são suficientes, em geral, para a identificação de fungos filamentosos. Em alguns grupos, porém, como os fungos demácios, o uso de provas bioquímicas pode ser também necessário. A morfologia microscópica é mais bem visualizada com a técnica de microcultivo que preserva a disposição dos esporos sobre as hifas e mantém íntegras certas estruturas formadoras de esporos, como os esporângios que são órgãos de reprodução de zigomicetos. Isto porque, no microcultivo, a cultura cresce na lâmina e lamínula, permitindo que as estruturas fúngicas fiquem bem separadas e intactas quando se retira o bloco do Agar, permitindo o estudo detalhado de sua micromorfologia.

O microcultivo das amostras foi preparado a partir da montagem de placas de Petri que contém meio de ágar *Sabouraud* e corante lactofenol-azul-algodão. As lâminas e tubos de microcultivo compreendem uma cultura fúngica mista diluída, posteriormente dividida em diferentes lâminas conforme a morfologia de cada um dos grupos identificados por meio de sistema alfanumérico. Com isso, a realização da cultura mista proporcionou a retirada de pequenas porções da colônia isoladas que foram semeadas em dois lados do bloco de meio, coberto com uma lamínula estéril. Após esse procedimento, foram incubadas as placas a temperatura ambiente para observação do crescimento da cultura. Após crescimento e retirada a lamínula do microcultivo, as culturas foram transferidas para uma nova lâmina a qual continha o corante lactofenol azul de algodão em quantidade suficiente para pigmentar o material fúngico aderido à lamínula. Alternativamente pode-se utilizar a lâmina do microcultivo para observar se houve evolução de crescimento ou não (Figura 4).

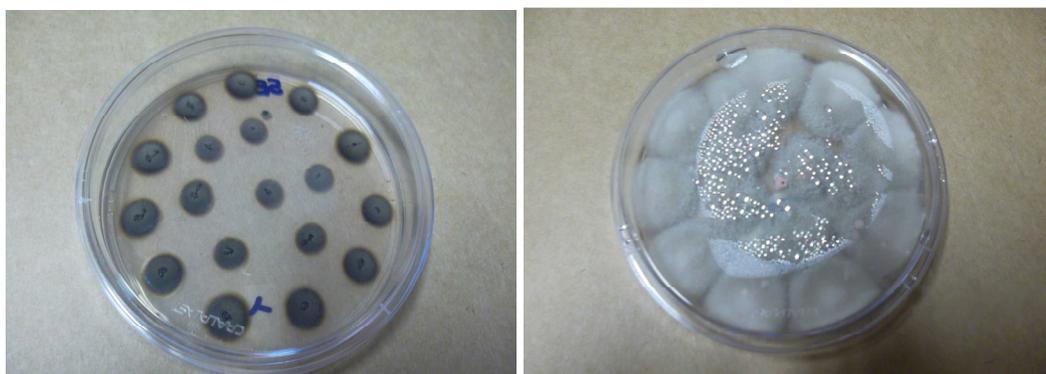


Figura 4 - Culturas Fúngicas Isoladas (5E e 8H).  
Fonte: Valquíria de Oliveira Silva, 2016.

Os resultados obtidos a partir das amostras coletadas determinaram uma variedade de morfotipos de fungos que se mostraram relevantes para o processo de deterioração do objeto de estudo. No que se refere ao processo de identificação, do total de 13 (treze) espécies em nível de gênero tem-se 11 (onze) identificadas e 02 (dois) morfotipos não identificados cujas espécies podem ter sua morfologia definida, futuramente, a partir de análises de Coloração de Gram (Positivas ou Negativas).

Para o caso em estudo buscou-se identificar os fungos filamentosos que têm como fundamento a observação da morfologia da colônia e aspectos microscópicos. A análise da colônia visa observar características como a textura (serosa, cremosa, mucóide, membranosa, pulverulenta, granular, camurça, cotonosa), topografia (plana, convexa, umbilicada, pregueada, cerebriforme), aspecto (brilhante, opaco, seco, úmido), superfície (lisa, fissurada, rugosa), bordas (regulares, irregulares, radiadas), cor da colônia (branca, preta, verde, vermelha, etc), pigmento (presença ou ausência, cor do pigmento, difuso ou restrito à colônia) e tempo de crescimento e diâmetro da colônia. A velocidade de crescimento é variável, podendo ser rápida (< 7 dias), intermediária (8 a 14 dias) ou lenta (> 15 dias), e importante para a identificação presuntiva do fungo.

As análises de identificação dos morfotipos fúngicos quanto à espécie foram determinadas a partir da verificação de características específicas a cada tipologia cujos fatores macromorfológicos das culturas isoladas levaram às análises amostrais identificadas segundo a Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 - Macromorfologia dos Fungos Isolados  
Fonte: Valquíria de Oliveira Silva, 2016.

<b>Identificação</b>	<b>Aspecto</b>	<b>Cor</b>	<b>Centro</b>	<b>Borda</b>	<b>Verso</b>	<b>Particularidades</b>
5A	Cotonoso	Verde escuro/marrom	Convexo	Marrom Claro	Marrom	Exudato transparente no centro
5B	Cremoso	Preto e cinza	Convexo	Cinza/Verde escuro	Preto	Levedura negra
5C	Cremoso	Preto	Irregular	Irregular	Preto	Levedura (?)
5D	Cremoso	Rosa	Irregular	Irregular	Rosa	-
5E	Cotonoso	Verde escuro/marrom	Convexo	Marrom	Preto	Exudato negro/ Pigmentação do meio
8A	Cotonoso	Branco	Côncavo	Irregular	Creme	-
8B	Cremoso	Branco	Plano	-	Branco	-
8C	Cremoso	Branco	Irregular	Irregular	Branco	-
8D	Cotonoso	Branco/Centro marrom	Convexo	Irregular	Marrom	-
8H	Cotonoso	Cinza	Convexo	Irregular	Cinza rosáceo	-
9A	Cremoso	Branco	Plano	Irregular	Branco	-
9C	Cotonoso	Verde/Centro amarelo	Convexo	Irregular branca	Creme	-

A coloração de Gram, segundo Santos (2013), entende-se pelo processo de identificação de micro-organismos em que se observa a coloração diferencial ocorrido, sendo que os tipos de células apresentam diferentes comportamentos. A diferenciação no processo de reação em virtude da aplicação do processo de Gram ocorre em virtude das diferenças existentes nas estruturas da parede celular das bactérias. As bactérias Gram positivas possuem uma camada de peptidoglicano mais espessa que as Gram negativas que apresentam, além da camada, uma membrana externa rica em lipopolissacarídeo. Devido à temporalidade disponível para realização e necessidade de equipamentos dos testes, não foi possível determinar-lhes em sua totalidade. Assim, a partir das culturas realizadas, foram obtidos os resultados para a identificação de gênero e espécie das principais amostras. Do grupo de 13 (treze) espécies identificadas, observa-se que 08 (oito) constituem-se de fungos com tipologia de leveduras e 05 (cinco) com tipologia de filamentosos. A partir da identificação e das propriedades de cada tipologia morfológica fúngica foi analisado seu comportamento quanto à alteração de pH junto ao meio em que se encontra. Para tal realizou-se um teste de cultura em que se observaram as alterações ocorridas durante um período de 21 (vinte e um) dias.

Os resultados partiram de um valor de pH do meio em que se encontravam entre os valores de 5,6 a 5,8. Assim, a partir das análises e acompanhamento temporal das alterações obtidas foram registrados os dados da Tabela 3 a seguir.

Tabela 3 - Variação de pH micro-organismos.  
Fonte: Silva & Stoianoff, 2016.

<b>Amostras</b>	<b>Dia 1</b>	<b>Dia 8</b>	<b>Dia 14</b>	<b>Dia 17</b>
5A	6,79	7,00	7,96	7,82
5B	-	7,34	6,50	6,13
5C	-	7,90	7,95	7,74
5D	-	7,90	7,97	8,36
5E	3,51	3,31	3,34	3,33
8A	6,72	6,50	7,11	6,62
8B	-	6,80	7,98	8,28
8C	-	6,30	8,10	8,64
8D	4,89	4,94	5,28	5,70
8H	6,75	7,00	6,18	4,54
9A	-	5,25	6,80	6,80
9C	4,4	4,38	4,25	4,05

Para os resultados obtidos observam-se, de maneira especial, as amostras 5B, 5E, 8H e 9C que determinaram uma ação biocorrosiva dos fungos uma vez que eles possuem propriedades físico-químicas de reação com o meio em que se encontram as quais determinam uma interação com o meio e desencadeiam processos os quais levam à oxidação metálica e sua conseqüente deterioração. Segundo Lopes, Carvalho & Krieger (2003), um dos processos que determinam a ligação entre ácidos (carbônicos, nítricos, acéticos e outros) produzidos por microrganismos e os metais denomina-se acidólise que pode ocorrer entre microrganismos e patrimônio em metal e pétreo.

### **Resultados e proposta de intervenção para conservação**

As análises obtidas nos exames científicos microquímicos e microbiológicos determinaram juntamente com as análises das normais paramétricas de climatologia a definição dos elementos para uma proposta de intervenção em conservação preventiva. O conjunto de ações para a preservação e conservação do objeto estudado se baseia, conforme anteriormente apresentado, nas diretrizes e princípios dos Planos Nacionais do Instituto de Patrimônio Cultural Espanhol (IPCE, 2011), no Manual de Referência de Michalski (2011) e nas normas ISO 31000, para Gerenciamento de Riscos (ABNT, 2009). A partir dos agentes de deterioração tem-se o desdobramento de observações coletadas segundo os exames realizados que consideram possibilidades de adequação e adaptação das variáveis segundo a localização do objeto de estudo, um ambiente aberto e externo, sem proteção em relação às ações naturais e humanas (Quadro 2).

O Modelo de Identificação do Risco e Possibilidade de Eventos, de Michalski (2011), aplicado à análise dos agentes de deterioração permite quantificar cada uma das variáveis segundo as seguintes características: análise da frequência (para eventos) ou taxa ou velocidade (para processos) de degradação (fator A); análise das perdas ocorridas no objeto (fator B); análise dos itens (partes) afetadas do objeto (Fator C).

Cabe ressaltar que o Modelo aplicado tem sua análise adaptada para as condições específicas de um objeto, uma vez que sua concepção se refere à avaliação de coleções. Após a avaliação realizada para cada agente de deterioração, tem-se um valor geral, denominado magnitude do risco (MR), que possui uma escala de 0 (zero), menor risco, a 15 (quinze), maior risco. (Tabela 4)

Quadro 2 - Diagnóstico dos Agentes de Deterioração - Plano de Conservação Preventiva.  
Fonte: Ronaldo André Rodrigues, 2016.

Modelo Espanhol	Modelo Canadense	Análise do Processo de Deterioração	
Condições Atmosféricas	Forças Físicas	- Fadiga e fragilidade da estrutura em função da degradação física (ação humana), química (processos de corrosão; e biológica (ação de microrganismos). - Características (peças de liga metálica sujeitas à forças externas). - Sensibilidade (às variáveis climáticas e ambientais).	
	Roubo e Vandalismo	- Culposo e doloso (ação humana, pichação e depredação). - Amador e profissional (desconhecimento da variabilidade do patrimônio cultural da Universidade). - Visitantes/Comunidade (não reconhecer o valor histórico-patrimonial). - Materiais diversos (área de descarte de diversos materiais).	
	Fogo	- Proposital (pequenas fogueiras ao redor). - Fumantes (depósito de pontas de cigarro no interior e entorno).	
	Água	- Chuva (ação direta por não possuir cobertura). - Instalações mecânicas (corrosão da estrutura).	
	Condições Biológicas	Pestes	- Insetos, Animais (possibilidade de ocorrência de ninhos provisórios). - Microrganismos (ataque de líquens e fungos).
			- Entorno (aumento da umidade devido à presença de vegetação). - Alimentação (área de descarte).
	Condições de Luminosidade	Contaminantes	- Estados físicos (depredação da estrutura metálica). - Poluição urbana por particulados naturais (condição ambiental). - Tintas (pichação).
			Radiação
	Condições Materiais	Temperatura Inadequada	- Níveis; Flutuação; Amplitude. - Insolação e demais variáveis climáticas (microclima). - Propriedade térmica dos materiais (diferentes níveis de corrosão).
		Umidade Inadequada	- Níveis; Flutuação; Amplitude. - EMC – teor de umidade em condições de equilíbrio. - Ventilação e demais variáveis climáticas (microclima). - Fungos (condições de proliferação) - Umidade ascendente / infiltrações (condições locais).
Dissociação		- Perda de informações e/ou valor associado (partes faltantes à estrutura do equipamento). - Má gestão ou práticas inadequadas de proteção, preservação, conservação e restauração. - Inventário e documentação deficitários.	

O Modelo de Identificação do Risco e Possibilidade de Eventos, de Michalski (2011), aplicado à análise dos agentes de deterioração permite quantificar cada uma das variáveis segundo as seguintes características: análise da frequência (para eventos) ou taxa ou velocidade (para processos) de degradação (fator A); análise das perdas ocorridas no objeto (fator B); análise dos itens (partes) afetadas do objeto (Fator C).

Cabe ressaltar que o Modelo aplicado tem sua análise adaptada para as condições específicas de um objeto, uma vez que sua concepção se refere à avaliação de coleções. Após a avaliação realizada para cada agente de deterioração, tem-se um valor geral,

denominado magnitude do risco (MR), que possui uma escala de 0 (zero), menor risco, a 15 (quinze), maior risco. (Tabela 4)

Tabela 4 - Análise Quantitativa – Tipos de Deterioração (R = raro; E = esporádico; C = contínuo).  
Fonte: Ronaldo André Rodrigues, 2016.

TIPOS DE DETERIORAÇÃO	VARIÁVEIS DE DEGRADAÇÃO	TIPO DE EVENTO			ANÁLISE DOS RISCOS				MR <sub>M</sub>
		R	E	C	A	B	C	MR	
FORÇAS FÍSICAS	FADIGA DA ESTRUTURA			C	3,0	4,0	3,0	10,0	9,4
	FRAGILIDADE DA ESTRUTURA		E		2,0	4,0	4,0	10,0	
	CARACTERÍSTICA DO OBJETO		E		2,0	3,0	3,5	8,5	
	SENSIBILIDADE			C	2,0	3,0	4,0	9,0	
ROUBO / VANDALISMO	CULPOSO/DOLOSO		E		4,5	4,0	4,0	12,5	11,5
	AMADOR/PROFISSIONAL		E		4,5	4,0	4,0	12,5	
	VISITANTES/COMUNIDADE	R			3,0	3,5	3,5	10,0	
	MATERIAIS DIVERSOS			C	4,0	3,0	4,0	11,0	
FOGO	PROPOSITAL	R			3,0	2,0	2,5	7,5	8,2
	FUMANTES		E		4,5	1,0	3,5	9,0	
ÁGUA	CHUVA			C	3,5	2,0	3,5	9,0	8,7
	INSTALAÇÕES MECÂNICAS			C	3,0	2,0	3,5	8,5	
PESTES	INSETOS/ANIMAIS		E		2,5	1,0	3,5	7,0	6,9
	MICROORGANISMOS			C	3,5	1,0	2,0	6,5	
	ENTORNO			C	3,5	1,0	2,5	7,0	
	ALIMENTAÇÃO		E		3,0	0,5	3,5	7,0	
CONTAMINANTES	ESTADOS FÍSICOS		E		3,0	1,0	1,0	5,0	5,6
	POLUIÇÃO URBANA			C	2,5	1,5	2,5	6,4	
	TINTAS (PICHAÇÃO)	R			1,5	1,5	2,5	5,5	
RADIAÇÃO	RADIAÇÃO (VISÍVEL, UV, IV)			C	2,5	1,5	1,0	5,0	5,0
	ZENITAL/INSOLAÇÃO			C	2,5	1,5	1,0	5,0	
TEMPERATURA INCERTA	NÍVEIS (AMPLITUDE, VARIAÇÃO)			C	2,0	2,0	1,5	5,5	5,5
	PROPRIEDADE DOS MATERIAIS			C	2,0	2,0	1,5	5,5	
UR INCERTA	NÍVEIS (AMPLITUDE, VARIAÇÃO)			C	2,0	2,0	2,5	6,5	6,8
	FUNGOS		E		2,0	2,0	2,5	6,5	
	UMIDADE ASCENDENTE			C	2,0	2,5	3,0	7,5	
DISSOCIAÇÃO	PERDA DE INFORMAÇÕES		E		4,0	3,0	3,5	10,5	11,0
	MÁ GESTÃO			C	4,5	3,5	3,0	11,0	
	INVENTÁRIO/DOCUMENTAÇÃO			C	4,5	3,5	3,5	11,4	

Assim, a análise dos processos de deterioração determina um conjunto de ações que estejam direcionados, segundo os graus quantificados assumidos, para os agentes de deterioração “roubo e vandalismo” e “dissociação”. Deve-se observar, entretanto que, apesar da diferença de amplitude obtida para a magnitude dos riscos (MR) de deterioração, a quantificação e a elaboração de um plano de ação baseia-se na totalidade dos agentes que atuam sobre o objeto de pesquisa. Assim, se propõe a elaboração de uma ficha de tratamento segundo o modelo de Díaz Martínez & García Alonso no qual se observa a importância desse processo para a conservação-restauração.

[...] a realização de uma ficha documental, em que apareça refletida a totalidade da informação pertencente ao objeto e as fases do tratamento de conservação e restauração, resulta um passo fundamental para o início e desenvolvimento do trabalho. [...] com o material documental gerado no processo de tratamento, deve realizar-se uma memória final que, além da ficha proposta, recorra a valorização do tratamento uma vez realizado, o plano de Conservação Preventiva e de manutenção a curto-médio prazo e as especificações técnicas e métodos de aplicação dos materiais empregados (DÍAZ MARTÍNEZ; GARCÍA ALONSO, 2015, p. 42).

A análise do estado de conservação do rolo compactador e os possíveis riscos de deterioração determinou a elaboração do processo de intervenção composto por etapas previamente estabelecidas: fixação prévia, limpeza e neutralização da limpeza, dessalinização, secagem, inibição da corrosão e aplicação de películas protetoras. Entretanto, deve-se considerar que as etapas foram determinadas pelos exames realizados previamente os quais determinaram os principais agentes de corrosão e levaram a escolha dos instrumentos e produtos a serem utilizados para o processo de conservação.

Com relação às etapas do processo de intervenção devem ser realizadas considerações em função das particularidades do objeto e das condições ambientais em que se encontra.

- a) **Fixação Prévia:** avaliação das partes do equipamento que estão soltas ou encontram-se em sua iminência. Verificar a possibilidade de troca e refixação de partes que são fixadas por porcas, parafusos, rebites.
- b) **Limpeza e Neutralização da Limpeza:** identificação das áreas de intervenção, bem como o tipo de instrumentos e produtos a serem utilizados e sua tipologia (seca ou úmida).
- c) **Incrustações:** verificação das áreas que têm substâncias incrustados ao objeto de pesquisa a fim de identificar a melhor maneira de realizar a sua remoção.
- d) **Secagem:** avaliação da necessidade de secagem em áreas de intervenção, segundo o processo de intervenção em função dos materiais de composição e dos níveis de controle de exposição.
- e) **Inibição da Corrosão:** identificação dos produtos de corrosão a serem aplicados, bem como as áreas sujeitas à intervenção e tipologia dos processos de deterioração decorrentes dos resultados das análises microquímicas e microbiológicas que apontaram para a ação de agentes de deterioração, tais como elementos das incrustações, para as primeiras, e fungos biocorrosivos, para as segundas.
- f) **Aplicação de Películas Protetoras:** avaliação dos produtos a serem aplicados para inibição da corrosão, para diminuição dos resultados de deterioração em função de

variáveis ambientais e de ação de vandalismo por aplicação de produtos químicos (grafitismo e pichação).

Assim, uma ideia complementar à proposta apresentada para a Conservação Preventiva do objeto de pesquisa está colocada pelo Instituto de Canadense de Conservação o qual apresenta soluções para preservação de equipamentos industriais em ambientes externos. A proposta compreende uma grande cobertura que possui características próprias ao objeto e ao ambiente externo em que se encontra (Figura 5).

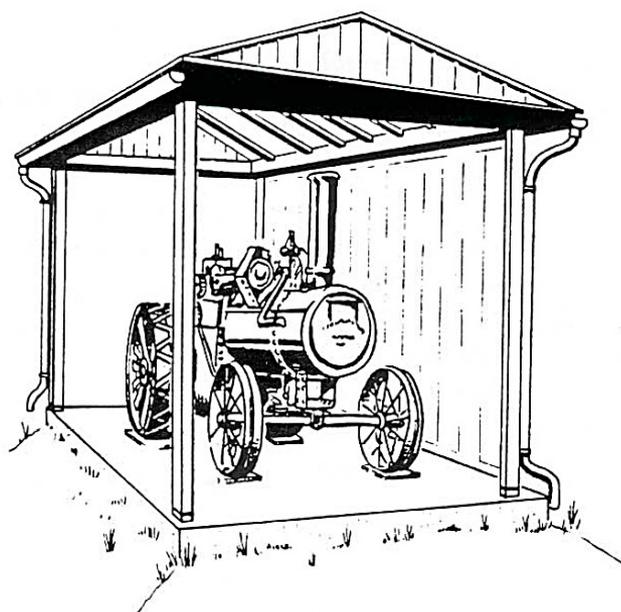


Figura 5 - Exemplo de Estrutura Externa para Grandes Equipamentos.  
Fonte: *Canadian Conservation Institute* (CCI, 1993).

Dentre as observações apresentadas para a cobertura tem-se a existência de uma das laterais fechadas, preferencialmente para evitar o lado de origem da direção dos ventos dominantes, para o caso estudado ventos sentido este-nordeste a oeste-sudeste. Para a coberta, observar uma malha de proteção (preferencialmente de arame) a fim de proteger de possíveis rebaixamentos, deslocamentos e desabamentos da coberta.

Propõe-se ainda a colocação de almofadas de borracha dura sob as rodas (no caso do rolo compactador, das rodas traseiras e rolo dianteiro) para isolar o equipamento deve-se instalar uma base inclinada de concreto que permita o escoamento de chuvas e de líquidos que venham a ser depositados, bem como, para o mesmo fim, propõe-se o desbaste dos beirais. Para realizar tal atividade tem-se por proposta um estudo acerca da possibilidade de içar o rolo compactador para que sejam realizados sua suspensão e deslocamento, se necessários. Uma parceria com a Escola de Engenharia da UFMG ou

mesmo com empresas especializadas permitirá determinar qual a melhor solução para o caso, ou mesmo sua impossibilidade.

O desenvolvimento de um plano de ação voltado para uma atuação de conservação preventiva do patrimônio para médio e longo prazos se apresenta mais eficaz e menos custoso que tratamentos periódicos de preservação e conservação (DÍAZ MARTÍNEZ & GARCÍA ALONSO, 2015).

Uma avaliação adequada dos resultados permite à conservação preventiva uma especial atenção em relação ao comportamento apresentado pelo objeto e uma análise às características constitutivas, materiais e influência do meio em relação aos processos de deterioração. No que se refere às variáveis de monitoramento ambiental (temperatura e umidade) observa-se uma preocupação que requer metodologias de análise das normais climatológicas desde a obtenção à interpretação de possíveis influências no comportamento do objeto de análise e seus processos de deterioração.

Tem-se, ainda, a especificidade de cada ambiente, em especial abertos ou externos, determina uma atuação do conservador-restaurador com preocupações e direcionadas não somente ao objeto em si, mas, principalmente, à conservação preventiva. A adequação das medidas e a utilização de equipamentos e técnicas permite minimizar as intervenções e necessidade de restauração. Nessas condições, Souza, Rosado & Froner (2008) afirmam que as medidas de controle se tornam fatores essenciais para um planejamento e gestão que não necessariamente estão atrelados às condições financeiras ou financiamentos.

A tomada de decisão a partir de medidas simples como a avaliação das condições ambientais e a verificação dos principais fatores de risco, inerentes aos objetos expostos ao ar livre, determina estudos que considerem desde as normais climatológicas a que estão submetidos os bens culturais em áreas externas e os microclimas que influenciam o processo de deterioração às condições de exposição e de possibilidade e favorecimento de ações antissociais. Por não possuir um controle com relação a forma e horários de exposição e visitas, a necessidade de uma manutenção mínima das condições ambientais e monitoramento contínuo são ações necessárias e quando planejadas, permitem diminuir a preocupação com relação às condições ambientais por se encontrar em áreas de livre acesso.

Deve-se garantir uma preservação mínima segundo as condições de exposição, uma vez que a taxa de deterioração está relacionada não somente com as condições climáticas,

mas também à sensibilidade do objeto e suas reações quanto à intensidade da radiação incidente, condições de umidade e processos de deterioração bioquímicos e físicos.

A definição de políticas de proteção para elementos ou equipamentos expostos em áreas de livre acesso tem ocorrido de maneira embrionária, isolada e pulverizada, sejam obras de arte ou patrimônio histórico, como o equipamento do estudo. Há uma necessidade premente em desenvolver a consciência e as ações voltadas à continuidade da memória do objeto e, em especial, para o caso estudado, a memória do trabalho, do trabalhador, da técnica e da tecnologia no Brasil.

A partir dos elementos acima determinantes ao trabalho, propõem-se, igualmente, ações que venham a contribuir para a efetivação de um plano de conservação e restauração de bens culturais móveis que estejam em processo de deterioração e se encontrem em ambientes abertos ou ao ar livre. Primeiramente, a necessidade de se incentivar políticas internas que permitam a ação integrada de elementos de gestão administrativa e gestão acadêmica os quais venham a implantar atividades de ensino, pesquisa e extensão que promovam a valorização do patrimônio cultural e histórico da Universidade.

Bem como, a verificação de parcerias e cooperação entre órgãos, universidades, entidades públicas e privadas que tenham como foco o patrimônio cultural e promover ações conjuntas para execução de atividades de conservação e restauração que permitam a preservação e valorização do patrimônio cultural da Universidade.

Enfim, que as atividades acadêmicas sejam integradas às atividades de gestão e que o olhar acadêmico seja múltiplo ao contemplar diferentes formas de manifestação do patrimônio cultural da Universidade que se encontra, em alguns casos, em estado de deterioração e não permita que este mesmo patrimônio não atinja estágios de dilapidação, ruínas e mesmo extinção.

### **Considerações à conservação do patrimônio industrial**

Uma necessária observação com relação às condições de conservação do equipamento se refere à necessidade de um controle ambiental mínimo, por exemplo, a proposta uma cobertura e lateral de proteção às intempéries naturais devido às condições de exposição. A localização do objeto, em área externa, está sujeita às condições ambientais naturais que determinam alterações significativas no objeto quanto às normais climatológicas, além das condicionantes à preservação e conservação relacionadas às variáveis humanas, socioculturais e históricas.

Permite-se, assim, a construção, o desenvolvimento e a consolidação de um processo de longo prazo de uma mentalidade e educação patrimonial global, não somente relacionada ao patrimônio industrial como também a todo patrimônio cultural. A construção de políticas de gestão e planejamento adequados permite uma maior capacidade de integração das partes e interdisciplinaridade nos processos demandados.

Deve-se salientar que tais perspectivas para o patrimônio cultural ampliam sua percepção sob uma óptica transdisciplinar de maneira a permitir uma complementaridade e intercâmbio de campos de conhecimento e profissionais específicos. As várias possibilidades de articulação da cultura e da memória, da história e da sociedade, segundo o passado recente e o presente definem novas fronteiras e articulações. A identificação de uma linguagem própria, cuja identidade e memória muitas vezes estão significadas pelo mundo do trabalho trazem questões novas a serem debatidas.

## Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Gestão de riscos - princípios e diretrizes*. ABNT NBR ISO 31000. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.
- BOITO, Camillo. *Os restauradores*. Coleção Artes & Ofícios. Cotia: Ateliê Editorial, 2002.
- CANADIAN CONSERVATION INSTITUTE. *Care of machinery artifacts displayed or stored outside*. CCI Notes 15/2. Ottawa: CCI, 1993.
- CROFT, Terrell. *Steam-engine: principles and practice*. New York: McGraw-Hill, 1922.
- DÍAZ MARTÍNEZ, Soledad; GARCÍA ALONSO, Emma. *Técnicas metodológicas aplicadas a la conservación-restauración del patrimonio metálico*. Madrid: Ministerio da Cultura, IPCE, 2015.
- DJOMGOUE, Paul; NJOPWOUO, Daniel. FT-IR Spectroscopy Applied for Surface Clays Characterization. *Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology*, n. 3, p. 275-282, 2013.
- DILLMAN, P., WATKINSON, D., ANGELINI, E., ADRIAENS, A. (Eds.). *Corrosion and conservation of cultural heritage metallic artefacts*. European Federation of Corrosion (EFC), Elsevier, 2013.
- FARMER, V. C.. Infrared Spectroscopy in Clay Mineral Studies. *Clays and Clay Minerals*, n. 15, p. 121-142, 1967.
- FIALHO, Beatriz Campos. Da cidade universitária ao Campus da Pampulha da UFMG: arquitetura e urbanismo como materialização do ideário educacional (1943-1975). *Dissertação* (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura. Belo Horizonte, 2012. Orientador: Profa. Dra. Celina Borges Lemos.
- FIGUEIREDO JUNIOR, João Cura D'Ars de. *Química aplicada a conservação de bens culturais*. Belo Horizonte: São Jerônimo, 2012.

HOLLÓS, Adriana Cox; PEDERSOLI, José Luiz. Gerenciamento de riscos: uma abordagem interdisciplinar. *PontodeAcesso*, v. 3, n. 1, p. 72-81, abr. 2009.

INTERNATIONAL COUNCIL OF MUSEUMS. *Terminologia para definir a conservação do patrimônio cultural tangível*. Rio de Janeiro, Boletim eletrônico da ABRACOR, nº. 1, jun. 2010. Disponível em: <<https://googlegroups.com/group/conservacao-restauro-dois/attach/bb75ca4aa1efefe9/silvana.pdf?part=0.1>>. Acesso em: 21 jan. 2014.

INSTITUTO DEL PATRIMONIO CULTURAL ESPAÑOL. *Plan nacional de emergencias y gestión de riesgos en el patrimonio cultural*. Madrid: IPCE, 2011.

KÜHL, Beatriz Mugayar. Os restauradores e o pensamento de Camillo Boito sobre a Restauração. In: BOITO, Camillo. *Os restauradores: conferencia feita na exposição de Turim em 7 de junho de 1884*. Cotia: Ateliê Editorial, 2008. p. 9-28.

LOPES, Claudemira Vieira Gusmão; CARVALHO, Francisco José Pereira de Campos; KRIEGER, Nadia. Biodeterioração: ataque de microrganismos a monumentos históricos. *Ciência Hoje*, p. 34-39, dez. 2003.

MICHALSKI, Stefan. *Reference manual for the CCI-ICCROM-ICN. Risk Management Method*. Ottawa: CCI, 2011.

OLIVEIRA, Mário Mendonça de. *Tecnologia da conservação e da restauração – materiais e estruturas: um roteiro de estudos [on line]*. Salvador: EDUFBA, 2011. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/k8tdh/swf/02.swf>>. Acesso em: 03 fev. 2016.

RIEGL, Alois. 2006. *O culto moderno dos monumentos e outros ensaios estéticos*. Coleção Arte & Comunicação. Lisboa: Edições 70, 2013.

RUIZ, Clara López; TABOADA, Miguel Cuba. *Conservación preventiva para todos. Una guía ilustrada*. Madrid: Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, 2014.

SHASHOUA, Yvonne; TAUBE, Michelle; HOLST, Torben. Protection of iron and steel in industrial heritage objects. In: RYHL-SVENDSEN, Morten; BORCHERSEN, Karen; ODDER, Winnie (Eds.). *Incredible industrie: Preserving the evidence of industrial society (Nordic Association of Conservators 18<sup>th</sup> Conference)*. Oslo: Nordisk Forbund Konservator Danmark, 2009. p. 175-185.

SOUZA, Luiz Antônio Cruz; FRONER, Yacy-Ara. *Reconhecimento de materiais que compõem acervos*. (Tópicos em conservação preventiva; 4). Belo Horizonte: LACICOR/EBA/UFMG, 2008.

SOUZA, Luiz Antônio Cruz; ROSADO, Alessandra; FRONER, Yacy-Ara (org). *Roteiro de avaliação e diagnóstico de conservação preventiva*. (Tópicos em conservação preventiva; 1). Belo Horizonte: LACICOR/EBA/UFMG, 2008.

THE INTERNATIONAL COMMITTEE FOR THE CONSERVATION OF THE INDUSTRIAL HERITAGE. *Charters*, 2003. Disponível em: <[ticcih.org/wp-content/uploads/2013/04/NTagilPortuguese.pdf](http://ticcih.org/wp-content/uploads/2013/04/NTagilPortuguese.pdf)>. Acesso em: 19 jan. 2014.