

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**O EMPREGO DO FERRO NA ARQUITETURA DA CIDADE DE SALVADOR
ENTRE OS ANOS DE 1808 E 1939:
ESTUDO E CONTRIBUIÇÕES PARA INTERVENÇÕES DE RESTAURO**

Elias José de Almeida Machado

Salvador
Agosto de 2018

Elias José de Almeida Machado

**O EMPREGO DO FERRO NA ARQUITETURA DA CIDADE DE SALVADOR
ENTRE OS ANOS DE 1808 E 1939:
estudo e contribuições para intervenções de restauro**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPG-AU) da Faculdade de Arquitetura como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Conservação e Restauro.

Orientador: Dr. Mário Mendonça de Oliveira

Salvador – Agosto de 2018

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA),
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Machado, Elias José de Almeida
O EMPREGO DO FERRO NA ARQUITETURA DA CIDADE DE
SALVADOR ENTRE OS ANOS DE 1808 E 1939: ESTUDO E
CONTRIBUIÇÕES PARA INTERVENÇÕES DE RESTAURO / Elias
José de Almeida Machado. -- Salvador, 2018.
278 f. : il

Orientador: Mário Mendonça de Oliveira.
Dissertação (Mestrado - Arquitetura e Urbanismo) --
Universidade Federal da Bahia, Faculdade de
Arquitetura, 2018.

1. Arquitetura do ferro. 2. Salvador. 3.
Siderurgia. 4. História da Arquitetura. 5. Restauração.
I. Oliveira, Mário Mendonça de. II. Título.

Elias José de Almeida Machado

**O EMPREGO DO FERRO NA ARQUITETURA DA CIDADE DE SALVADOR
ENTRE OS ANOS DE 1808 E 1939:
estudo e contribuições para intervenções de restauro**

Salvador, _____ de _____ de 2018.

Banca examinadora:

Prof. Mário Mendonça de Oliveira (Orientador)

Título de Notório Saber em Arquitetura, Universidade Federal da Bahia.
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Universidade federal da Bahia.

Prof.^a Cybèle Celestino Santiago

Doutora em Conservação do Patrimônio Arquitetônico pela Universidade de Évora, Portugal.
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Universidade federal da Bahia.

Prof. Dr. Luiz Rogério Pinho de Andrade Lima.

Doutor em Engenharia Metalúrgica pela Université Laval, Canadá.
Escola Politécnica – Universidade Federal da Bahia.

AGRADECIMENTOS

A minha família, principalmente ao meus pais, Marcelo e Rosalina.

A minha família do NTPR: Allard Amaral, Alice Santos, Ana Cristhian Magalhães, Manuela Souza, Eliana Mello, Lucas Ribeiro, Thamires Canário, Letícia Estrela, Janaína Araújo e Verônica Leite.

Aos funcionários das instituições que tão bem me receberam, sobretudo aos funcionários da Santa Casa de Misericórdia da Bahia, da Companhia de Transportes da Bahia, do Arquivo Público do Estado da Bahia e do Arquivo Público Municipal de Salvador.

Aos funcionários do Departamento de Caracterização dos Materiais e do Laboratório de Metalografia, do Instituto Federal de Educação da Bahia, principalmente aos técnicos Yuri Martins Campos e Carina Soares do Nascimento e aos professores Rodrigo Estevam Coelho e Dilcian Gomes Ribeiro.

Ao amigos Michel Boamorte e Ennistein “Piazza” Bezerra. Ao primeiro, pela companhia nas visitas às obras estudadas; ao segundo, pela companhia nas visitas as obras e também pelas aulas de yoga, pelas corridas e pelas risadas.

A Jhonntatan Soares, por todo o apoio.

Àquelas que cumpriram os papéis de professoras, de colegas de trabalho e de amigas, Rosana Muñoz, Sílvia Pimenta D’Affonsêca e Karina Mattos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela bolsa e, aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia..

Ao professor Luiz Rogério pinho de Andrade Lima pela disponibilidade e pelas valiosas sugestões.

Aos estimados professores Cybèle Celestino Santiago e Mário Mendonça de Oliveira, pelo muito que fizeram por minha vida acadêmica e profissional. A esses dois, devo praticamente tudo!

RESUMO

Esta dissertação trata do emprego do ferro, na arquitetura soteropolitana entre os anos de 1808 e 1939. Nesse período, demarcado pela vinda da Família Real Portuguesa para o Brasil e pelos conflitos que deflagraram a Segunda Grande Guerra Mundial, foram empregados, fartamente, nas construções soteropolitanas, artefatos de natureza siderúrgica. Estes artefatos, representados por perfis estruturais, escadas, pilares, chafarizes, portões e gradis, ajudam a compreender a sociedade, a economia e a arquitetura soteropolitana daquele período. Apesar da importância desses artefatos, poucos estudos foram realizados e pouco foi feito para a sua preservação. Se essa inércia continuar, em anos, tais exemplares, não mais existirão e deles não restará sequer a memória. Assim, o objetivo principal deste trabalho é a produção de estudo que colabore com a preservação e com a perpetuação da memória dessas peças. Para tanto, a metodologia empregada contemplou atividades documentais e estudos tecnológicos. De caráter documental, foram realizados levantamentos cadastrais, fotográficos, pesquisas em arquivos e em iconotecas. Os dados coletados revelaram nuances ligadas ao fabrico, ao comércio e às técnicas construtivas empregadas na utilização dos citados artefatos. Parte desses dados foi compilada para a produção do Apêndice A “Catálogo das obras estudadas”, e a partir deles, foi proposta a ficha para inventário apresentada no Apêndice B “Proposta de ficha para inventário”. Os estudos tecnológicos voltaram-se para a identificação das ligas metálicas, dos agentes de degradação, das patologias que acometem os artefatos construtivos siderúrgicos e para a caracterização química e física de alguns dos exemplares estudados. Para essa caracterização, em laboratório, foram realizadas análises metalográficas, microscopia eletrônica de varredura, análises químicas semi-qualitativas, e ensaios de massa unitária. Foram ainda discutidas e propostas intervenções de restauro e de preservação para os bens siderúrgicos de maneira geral. Pelas atividades desenvolvidas, o trabalho produzido serve como registro das técnicas e dos artefatos siderúrgicos empregados na arquitetura de Salvador entre 1808 e 1939, e pode subsidiar as intervenções de restauro e de conservação a serem executadas nessas peças ou em similares.

ABSTRACT

This dissertation deals with the use of iron in the architecture of the City of Salvador from 1808 to 1939. During this period, marked by the arrival of the Portuguese Royal Family in Brazil and by conflicts that sparked the Second World War, artifacts of steel nature had been extensively used in Salvador's buildings. These artifacts, represented by structural profiles, stairs, pillars, fountains, gates and gables, help to understand the society, the economy and the architecture of that period of time. Despite the importance of these artifacts, few studies were developed and far too little was done for their preservation. If this inertia continues, in few years such samples will no longer exist, as memory will not remain. Thus, the main objective of this work is the production of a study that collaborates with the preservation and the perpetuation of the memory of these pieces. Therefore, the methodology used included documental activities and technological studies. In order to collect documental database, cadastral measurements, photographic survey, searches in archives and in historical icons were realized. The collected data revealed nuances related to the manufacture, the trade and the constructive techniques employed in these steelworks artifacts used in the analyzed period. Part of these data was compiled to produce Appendix 1 "Index of works studied", from them the inventory form presented in Appendix 2 "Proposal of inventory form" was proposed. The technological studies have turned to the identification of metallic alloys, degradation agents, pathologies that affect steel constructional artifacts and the chemical and physical characterization of some studied specimens. For this characterization, metallographic analyses, scanning electron microscopy, semi-qualitative chemical analyses, and unit mass tests were performed in laboratory. We also discussed and proposed restoration and preservation interventions for the studied examples. Considering the developed activities, this work serves as a record of techniques and steelworks used in the architecture of Salvador from 1808 to 1939, and can contribute to the restoration and conservation interventions to be performed in these pieces or in similar samples.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura	Identificação	Página
Figura 1.1	(a) Esquema de formação de dendritas multiaxiais; (b) modificação da orientação das dendritas de um aço, à medida que ele é submetido à laminação e à forja.	6
Figura 1.2	Orientação das dendrites nas arestas vivas e nas arredondadas.	7
Figura 1.3	Esquema de funcionamento do alto forno.	10
Figura 1.4	Esquema de funcionamento do forno de Cubilot.	12
Figura 1.5	(a) Diagrama de equilíbrio da liga de chumbo-antimônio; (b) esquemas dos principais tipos de diagrama de equilíbrio existentes.	17
Figura 1.6	Diagrama de equilíbrio ferro-carbono.	18
Figura 1.7	Aspectos microscópico do aço doce forjado, onde podem ser observadas as estruturas fibrosas. Metalografia após ataque com nital e aumento de 100x.	21
Figura 1.8	Aspectos microscópico do aço, onde podem ser observadas as estruturas globulares. Metalografia após ataque com ácido nítrico e aumento de 100x.	22
Figura 1.9	Microscopia do ferro fundido cinzento hipoeutético, no qual podem ser observados os grãos escuros de perlita, ferrita e os veios de grafita. Metalografia após ataque com picral e aumento de 100x.	27
Figura 1.10	Microscopia do ferro fundido branco, na qual podem ser observados os glóbulos de perlita sobre o fundo de cementita. Metalografia após ataque com picral e aumento de 530x.	28
Figura 1.11	Microscopia do ferro fundido nodular, na qual podem ser observados os glóbulos de perlita, ferrita e nódulos de grafita, esteatita e inclusões. Metalografia após ataque com picral e aumento de 100x.	28
Figura 1.12	Microscopia do ferro fundido maleável. Podem ser observados a ferrita e nódulos de grafita. Metalografia após ataque com picral e aumento de 100x.	29
Figura 2.1	Peça siderúrgica exposta à atuação dos agentes biológicos de degradação.	32
Figura 2.2	Descascamento da pintura em treliça metálica.	33
Figuras 2.3	Perfis metálicos, em contato direto com a umidade e com os minerais do solo, sujeita à corrosão eletroquímica.	35
Figura 2.4	Peça siderúrgica rebitada, sujeita a corrosão por aeração diferencial.	37

Figura 2.5	(a) Placa estampada apresentando alteração de coloração por conta do corrosão; (b) peça siderúrgica apresentando empolamento por conta da corrosão.	38
Figura 2.6	(a) Peça siderúrgica apresentando corrosão local; (b) peça siderúrgica apresentando corrosão por <i>pites</i> ; (c) estátua apresentando desfolhamento. Nos três casos, tem-se como causa dos danos, a corrosão.	39
Figura 3.1	Ilustração medieval representando um ferreiro em seu trabalho. Convém observar o uso da força hidráulica para movimentar martelos e insuflar com foles o baixo forno.	45
Figura 3.2	Fornalha de Darby, hoje apresentada como peça de museu.	47
Figura 3.3	(a) Vista da Iron Bridge; (b) detalhe de seus arcos.	48
Figura 3.4	Anúncio da <i>Société Anonyme Forges d'Aiseau</i> , apresentando as vantagens do uso das chapas prensadas na construção civil.	50
Figura 3.5	Fotografia de um conversor Bessemer de fins do século XIX, hoje apresentado como peça no Kelham Island Museum, na cidade de Sheffield, Yorkshire, Inglaterra.	50
Figura 3.6	(a) Postal francês, possivelmente de fins do século XIX, apresentando o Les Halles; (b) gravura de Theodor Josef Hubert Hoffbauer, de 1875, retratando a construção da Galeria d'Orleans.	53
Figura 3.7	(a) Cartaz de divulgação da Exposição Universal de 1889, com desenho da Torre; (b) postal mostrando a Galeria das Máquinas.	55
Figura 3.8	a) Prancha nº 100 do catálogo de 1900 da <i>Fonderies du Val-d'Osne</i> ; (b) página 28 do catálogo de 1885 da Mac Farlane.	57
Figura 3.9	(a) Postal com vista da Maison du Peuple, de Victor Horta; (b) fotografia de detalhes da Maison du Peuple, de Victor Horta, do começo do século XX.	58
Figura 3.10	(a) Vista da Biblioteca de Sainte-Geneviève; (b) interior da Biblioteca de Sainte-Geneviève.	59
Figura 3.11	(a) Vista Mercado de São José; (b) interior do Mercado de São José.	65
Figura 3.12	Armazém 15 de Novembro, no Porto de Manaus, em fotografia de Rafaela Maia.	67
Figura 3.13	Postal paulista de 1910. Destaque para o Viaduto do Chá, ainda em estrutura metálica.	69
Figura 4.1	Vista parcial da Cidade da Bahia de Todos os Santos em 1810.	73
Figura 4.2	Vista parcial da Cidade da Bahia de Todos os Santos, em 1857, da coleção Marc Ferrez.	75
Figura 4.3	Anúncio da venda de foles para ferreiro, veiculado no Jornal a Idade do Ouro.	78

Figura 4.4	Anúncio da chegada de navio trazendo, dentre outros produtos, ferro e aço.	79
Figura 4.5	(a) Antigo Mercado Modelo em construção; (b) Antigo Mercado Modelo em construção logo após a sua inauguração.	81
Figura 4.6	Antigo Mercado Modelo, em postal do ano de 1939, após intervenção executada de acordo com o projeto de Filinto Santoro.	81
Figura 4.7	(a) Vista da estação de acesso superior, predominantemente metálica, do antigo Elevador Lacerda. Fotografia de autor desconhecido do ano de 1878; (b) Elevador do Taboão, ano de 2016.	83
Figura 5.1	(a), (b), (c) e (d) Restituições fotogramétricas parciais e (e) montagem final do gradil do Mosteiro de São Bento, instalado no ano de 1880, um dos quais foi documentado através de métodos fotogramétricos.	87
Figura 5.2	(a) Microscópio eletrônico utilizado neste trabalho; (b) amostras no microscópio prontas para análise.	89
Figura 5.3	Microscópio Olympus BX 41, utilizado para realização da metalografia nas Instalações do NTPR.	89
Figuras 6.1	(a) Planta da <i>W. G. Armstrong</i> de 1902; (b) legenda da planta da Planta da <i>W. G. Armstrong</i> .	92
Figura 6.2	Páginas 11 a 14 do catálogo <i>Rain Water Heads da Saracen Foundry</i> , do ano de 1925. Fonte: Catálogo disponível em < https://issuu.com >. Acesso em 20 de fevereiro de 2017.	93
Figura 6.3	Fotografia da Exposição de 1855, onde se vê em primeiro plano o chafariz premiado da <i>Fonderies du Val-d'Osne</i> . O modelo premiado é similar ao que se encontra instalado no Terreiro de Jesus, em Salvador.	95
Figura 6.4	Galeria de modelos da <i>Fonderies du Val-D'Osne</i> .	96
Figura 6.5	Emblema da <i>Sociedade Anonyma, antes Orenstein & Koppel</i> encontrado em vigas da biblioteca da Faculdade de Medicina da Bahia.	97
Figura 6.6	Poste encontrado no Largo dos Afritos, produzido pela Companhia Federal de Fundição. Fotografia do autor.	101
Figura 6.7	Propaganda de fabricante de ferramentas para ferreiro, expondo algumas das ferramentas empregadas.	103
Figura 6.8	Propaganda da Fábrica Todos os Santos, veiculada no Almanach do Diário de Notícias da Bahia do ano de 1881.	111
Figura 6.9	(a) Desenho da Fábrica Todos os Santos, onde não são observadas representações similares aos altos fornos; (b) ruínas da fábrica no século XXI.	112
Figura 6.10	Fundição onde teriam sido fundidas algumas das peças siderúrgicas do Elevador Lacerda. Fotografia de autor desconhecido, provavelmente do começo do século XX.	114

Figura 6.11	Litografia de Daniel Parish Kidder, de 1867. No sobrado, em destaque, localizado à esquerda da Igreja de Nossa Senhora de Montserrat, funcionou a Fundação Baiana.	115
Figura 6.12	Representação da sede da Companhia Metropolitana, divulgada como capa de edição, de 15 de agosto de 1889, do Jornal A Locomotiva.	116
Figura 6.13	Plinto de uma das colunas que sustentam a escada da Faculdade de Medicina, com gravação da Companhia Metropolitana, e datada de 1892. Fotografia do autor.	117
Figura 6.14	Anúncio da venda de ferro em barra e de vergalhão, veiculado no Jornal a Idade do Ouro. Fonte: Jornal a Idade do Ouro, edição nº 20, do dia 19 de julho de 1811. Pág. 4.	119
Figura 6.15	Anúncio da venda de carvão de pedra, veiculado no Jornal a Idade do Ouro. Fonte: Jornal a Idade do Ouro, edição nº 21, do dia 23 de julho de 1811, p. 4.	119
Figura 6.16	Anúncio da venda de ferro em gusa para fundição, veiculado no Jornal de Notícias do dia 23 de abril de 1892. Fonte: Jornal de Notícias, ano XIII, edição nº 3725, do dia 23 de abril de 1892, p. 5.	120
Figura 6.17	Carta do Recôncavo da Bahia, do ano de 1889, organizada por Theodoro Sampaio. Em destaque, uma das indicações de jazida de ferro.	121
Figura 6.18	Anúncio veiculado no jornal Idade do Ouro, edição nº 19 de 21 de fevereiro de 1821. A loja de Germano José Rodrigues contava com grades a pronta entrega.	123
Figura 6.19	Anúncio de oficina de ferreiro veiculada no jornal “O Capital” na edição de 11 de novembro de 1926.	123
Figura 6.20	Anúncio de Fundação da Jequitiaia, publicado no Almanach do Diário de Notícias de 1881.	124
Figura 6.21	Anúncio de representantes comerciais, responsáveis pela importação de artefatos siderúrgicos. O primeiro (a), de A. Balbino Carvalho, veiculado na edição de 16 de outubro de 1926 do Jornal A Capital, representava diretamente as firmas <i>Brasil Trading Company S. A.</i> de Bruxelas e a <i>Osterrieth Company Limited</i> de Londres. O segundo (b), anúncio da Samuel Varjão e Cia., veiculado no periódico Bahia Ilustrada, do ano de 1917, e que não representava diretamente nenhum produtor, mas atuava como importador direto de produtos ingleses.	125
Figura 7.1	Alfândega, atual Mercado Mmodelo, com seu píer. Fotografia de 1860, de autoria de Rafael Castro y Ordoñez.	128
Figura 7.2	(a) Projeto de ponte ferroviária, para a cidade de Cachoeira, da <i>Paraguassu Steam Tramroad Company</i> ; (b) detalhe das estacas cravadas previstas pelo projeto.	129

Figuras 7.3	(a) Pilares com secção quadrada e abas da Estação da Calçada; (b) pilastras com secção quadrada da mesma estação.	130
Figura 7.4	Esquema dos pilares e das pilastras de secção quadrada da Estação da Calçada.	131
Figura 7.5	Representação da tipologia de colunas encontrada no Solar Amado Bahia. (a) Localização dessas colunas na edificação; (b) representação esquemática da coluna.	132
Figura 7.6	Representação da tipologia de colunas encontrada na antiga Faculdade de Medicina da Bahia.	132
Figura 7.7	As colunas do avarandado do Solar Amado Bahia. Em (a) tem-se vista da varanda com conjunto de colunas; em (b) tem-se vista da saída de águas pluviais na base de um das colunas do conjunto.	133
Figura 7.8	Capela da Pupileira: (a) fotografia; (b) vista da estrutura metálica do copiar.	135
Figura 7.9	(a) Pilaretes do Palácio da Aclamação; (b) coluna da Residência do Sr. Prince, no bairro da Ribeira; (c) Cópia da página 69 do catálogo da <i>Rowcliff-Barker et Fils</i> .	136
Figura 7.10	(a) Colunas do Solar Amado Bahia; (b) esquemas de assentamento de colunas metálicas (DEMPSEY, 1851).	136
Figuras 7.11	(a) Pilastras da Estação da Calçada; (b) corte horizontal com esquema de encaixe das placas nas pilastras da Estação da Calçada.	137
Figura 7.12	Pilastras da Estação da Calçada dotadas de abas laterais onde são parafusados os <i>brises soleils</i> .	137
Figura 7.13	(a) Coluna do Mercado de Santa Bárbara; (b) detalhe em vista e em corte do encaixe forçado que trava o apoio da viga nas colunas siderúrgicas do Mercado de Santa Bárbara.	138
Figura 7.14	(a) Coluna da Estação da Calçada revestida com argamassa; (b) detalhe da base dessa mesma coluna com bilros para ancoragem.	139
Figura 7.15	(a) Viga em duplo trilho da biblioteca da FAMEB; (b) esquema de solidarização das vigas em duplo trilho da biblioteca da FAMEB.	140
Figura 7.16	Fotografia de uma das vigas da Estação da Calçada.	140
Figura 7.17	Viga enrijecida do Elevador do Taboão.	141
Figura 7.18	Corredor lateral da Estação da Calçada, no qual, cintas e baldrames metálicos seguem indicados.	141
Figura 7.19	Figura 7.19 – (a) Vigas laminadas, perfil “I”, da antiga Faculdade de Medicina da Bahia apresentadas em fotografia; (b) esquema das vigas laminadas, perfil “I”, da Faculdade de Medicina da Bahia.	142

Figura 7.20	(a) Elevador do Taboão, perfis metálicos sustentam abobadilhas em concreto armado com tela <i>deployé</i> ; (b) corte esquemático do sistema de vigas metálicas e abobadilhas em cimento armado do Elevador do Taboão.	142
Figura 7.21	(a) Planta do Elevador “Parafuso”, com destaques para as passarela projetada em alvenaria; (b) Fotografia do Elevador “Parafuso”, com destaque para passarela executada com vigas metálicas <i>fink</i> .	143
Figura 7.22	Tela <i>deployé</i> em laje armada do Elevador do Taboão. Fotografia do autor.	144
Figura 7.23	(a) Cobertura com estruturas metálicas na Estação da Calçada; (b) cobertura da ala sul da antiga Faculdade de Medicina.	145
Figura 7.24	(a) Esquema do alpendre estruturados em peças siderúrgicas do Mercado de Santa Bárbara; (b) esquema do alpendre estruturados em peças siderúrgicas do Palacete das Artes.	146
Figura 7.25	Alpendre do Palácio da Aclamação.	146
Figura 7.26	(a) Oficina de trens da <i>Bahia and San Francisco Rail Company</i> ; (b) detalhe da treliça que sustentava a cobertura de um dos galpões da oficina. Fotografia da segunda metade do século XIX.	147
Figura 7.27	(a) Vista lateral da estação de acesso superior do Elevador do Taboão com destaque para a cobertura; (b) fotografia do interior da estação de acesso superior do Elevador do Taboão.	147
Figura 7.28	(a) Vista da escada em ferro fundido da Estação da Calçada; (b) detalhes da conexão peão-degraus da escada em ferro fundido da Estação da Calçada.	148
Figuras 7.29	(a) e (b) Degraus da escada em ferro fundido do antigo edifício do jornal A Tarde.	149
Figura 7.30	(a) Esquema de encaixe dos piso da escada em ferro fundido do edifício do jornal A Tarde; (b) detalhe de encaixe dos piso da escada em ferro fundido do edifício do jornal A Tarde.	149
Figura 7.31	Escada em ferro fundido com lances retos da antiga Faculdade de Medicina da Bahia.	150
Figura 7.32	Escada em ferro fundido do Palácio Rio Branco.	151
Figura 7.33	Esquema de fixação do corrimão da antiga Faculdade de Medicina da Bahia: (a) vista lateral parcial do corrimão; (b) corte esquemático A-A do corrimão.	151
Figura 7.34	Estação da Calçada, em construção, no ano de 1860. Foto de Benjamin Mullock. Destaque para as chapas metálicas utilizadas na execução de paredes.	152
Figura 7.35	Lanternim da Igreja do Convento do Desterro.	153
Figura 7.36	Oficina de Trens de Periperi. Foto de Benjamin Mullock, do ano de 1861. Destaque para as chapas metálicas utilizadas na execução de paredes.	153

Figura 7.37	<i>Brises soleils</i> da Estação da Calçada.	154
Figura 7.38	Estação de Trens de Periperi, com destaque para o vazado em ferro que encerra parcialmente a empena do edifício.	155
Figura 7.39	Gradil do adro da sede da Associação Comercial da Bahia, executado em barras de ferro forjado retorcidas.	156
Figuras 7.40	Balcão com gradil, em painel inteiriço de ferro fundido, da Faculdade de Medicina da Bahia; respectivamente, vista do exterior (a) e do interior do edifício (b).	157
Figuras 7.41	Chafariz do Terreiro de Jesus: (a) vista do chafariz; (b) detalhe das hastes forjadas, encimadas por setas em ferro fundido.	157
Figuras 7.42	Figuras 7.42 – (a) e (b) Esquemas de solidarização de barras nos gradis e portões catalogados.	158
Figura 7.43	Exemplos de curvas encontradas nos gradis e portões da arquitetura soteropolitana produzida entre os anos de 1808 e 1939.	159
Figura 7.44	Exemplos de acréscimos encontrados nos gradis e portões da arquitetura soteropolitana produzida entre os anos de 1808 e 1939.	159
Figura 7.45	Gradil do adro da Igreja de Santana, chumbado no piso e nos pilaretes em pedra.	160
Figuras 7.46	Pilaretes fundidos em gradis de ferro forjado na Igreja da Saúde e Glória (a) e no adro do Mosteiro de São Bento (b).	161
Figuras 7.47	Gradil do adro da Igreja de Nossa Senhora do Pilar: (a) vista do conjunto; (b) vista parcial lateral do gradil com indicação dos contrafortes.	161
Figura 7.48	Exemplos de dobradiças encontrados no levantamento realizado.	162
Figuras 7.49	Exemplo de trancas encontradas no levantamento realizado.	162
Figura 7.50	Portão lateral do Palácio do Rio Branco, com o brasão da República Brasileira.	163
Figura 7.51	Exemplo de ferragens encontradas no levantamento realizado.	164
Figuras 7.52	(a) Gradil de segurança de vão de janela da casa nº 149 da Avenida Joana Angélica, de 1830, atual sede do Ministério Público; (b) porta com postigo gradeado do Palácio da Aclamação.	164
Figuras 7.53	(a) Esquadria da Estação da Calçada; (b) porta em chapa prensada em mausoléu do Cemitério Campo Santo.	165
Figuras 7.54	(a) Calha da Estação da Calçada; (b) condutor vertical de águas pluviais do Elevador do Taboão.	166
Figura 7.55	Anúncio da Loja do Estandarte, uma das muitas que comercializavam artigos siderúrgicos utilitários e para decoração.	167
Figuras 7.56	(a) Vaso em ferro fundido pertencente ao Acervo do Palácio da Aclamação; (b) banco pertencente ao acervo da Faculdade de Medicina da Bahia, este último, produzido na Fundação Todos os Santos.	168
Figuras 7.57	(a) Poste do Passeio Público; (b) poste da Praça Municipal.	169

Figuras 7.58	Fotografias da Avenida Oceânica (a) e da Avenida 7 de Setembro (b), no começo do século XX.	170
Figuras 7.59	(a) Chafariz do Terreiro de Jesus; (b) chafariz do Passeio Público.	171
Figura 7.60	Imagem da Deusa Flora.	172
Figura 7.61	Vaso em ferro fundido, encontrado no Passeio Público.	173
Figura 7.62	Anúncio de um laboratório de metalurgia onde os banhos com chumbo e com zinco eram praticados.	174
Figuras 7.63	Propaganda da venda de zarcão e óleo de linhaça para pintura, veiculada no Jornal de Notícias do dia 14 de março de 1898.	175
Figura 8.1	(a) Amostra removida de um dos pilares do mezanino da Estação de Trens da Calçada; (b) fotografia do mezanino com indicação do ponto de remoção da amostra.	177
Figura 8.2	Micrografias da amostra do pilar da Estação de trens da Calçada. (a) Amostra não atacada com ampliação de 100x; (b) amostra atacada com ácido nítrico a 3% e ampliação de 100x; (c) amostra atacada com ácido nítrico a 3% e ampliação de 400x. Todas as imagens foram obtidas em microscópio ótico Olimpux BX 41, com lente ocular de aumento 10x.	177
Figura 8.3	Imagem de elétrons (a) e espectros 2 (b) e 3 (c) obtidos com o EDS da amostra do pilar da Estação de Trens da Calçada. Imagens de elétrons secundários espectros obtidos em microscópio Tescan, modelo Vega 3, com aceleração de voltagem de aceleração de voltagem de 15 kV.	178
Figura 8.4	(a) Parafuso da Estação de Trens da Calçada; (b) amostra removida do parafuso da Estação de Trens da Calçada.	179
Figura 8.5	Micrografias da amostra do parafuso da Estação de Trens da Calçada: (a) amostra não atacada com ampliação de 100x; (b) amostra atacada com ácido nítrico a 3% e ampliação de 100x; (c) amostra atacada com ácido nítrico a 3% e ampliação de 400x. Todas as imagens foram obtidas em microscópio ótico Olimpux BX 41, com lente ocular de aumento 10x.	179
Figura 8.6	Imagem de elétrons secundários (a) e os espectros 11 (b) e 13 (c) obtidos com o EDS da amostra do parafuso da Estação de Trens da Calçada. Imagens de elétrons secundários e espectros obtidos em microscópio Tescan, modelo Vega 3, com aceleração de voltagem de aceleração de voltagem de 15kV.	180
Figura 8.7	(a) Amostra da calha da Estação de Trens da Calçada; (b) indicação do ponto de remoção da amostra.	181
Figuras 8.8	Micrografias da amostra da calha da Estação de Trens da Calçada: (a) amostra não atacada com ampliação de 100x; (b) amostra atacada com ácido nítrico a 3% e ampliação de 100x; (c) amostra atacada com ácido nítrico a 3% e ampliação de 400x. Todas as imagens foram obtidas em microscópio ótico Olimpux BX 41, com lente ocular de aumento 10x.	181

Figura 8.9	Imagem de elétrons secundários e o espectro 17 obtido com o EDS da amostra da calha da Estação de Trens da Calçada: (a) imagens de elétrons secundários; (b) espectros obtidos em microscópio Tescan, modelo Vega 3, com aceleração de voltagem de aceleração de voltagem de 15 kV.	182
Figura 8.10	Estátua da Deusa Flora antes (a) e após restauração (b). Indicação dos pontos de remoção das amostras e amostras removidas (c) e (d).	183
Figura 8.11	Micrografias da amostra removida da Estátua da Deusa Flora após a restauração. (a) amostra não atacada com ampliação de 100x; (b) amostra atacada com ácido nítrico a 3% e ampliação de 100x; (c) amostra atacada com ácido nítrico a 3% e ampliação de 400x. Todas as imagens foram obtidas em microscópio ótico Olympus BX 41, com lente ocular de aumento 10x.	184
Figura 8.12	Imagem de elétrons da amostra removida da estátua da Deusa Flora, antes da restauração, com marcação das camadas de revestimento e dos espectros (a); espectros 43 (b), 44 (c) e 45(d) obtidos com o EDS. Imagens de elétrons secundários e espectros obtidos em microscópio Tescan, modelo Vega 3, com aceleração de voltagem de aceleração de voltagem de 15 kV.	185
Figuras 8.13	Imagem de elétrons da amostra removida da estátua da Deusa Flora, após restauro, com marcação das camadas de revestimento e os espectros (a); espectros 21 (b), 22 (c) e 23 (d) obtidos com o EDS. Imagens de elétrons secundários e espectros obtidos em microscópio Tescan, modelo Vega 3, com aceleração de voltagem de aceleração de voltagem de 15 kV.	186
Figuras 8.14	(a) Amostra removida de um dos pilares do Elevador do Taboão; (b) fotografia da estação superior do ascensor com a indicação do ponto de remoção da amostra.	187
Figura 8.15	Micrografias da amostra removida do pilar do Elevador do Taboão: (a) amostra não atacada com ampliação de 100x; (b) amostra atacada com ácido nítrico, a 3%, e ampliação de 100x. Todas as imagens foram obtidas em microscópio ótico Olympus BX 41, com lente ocular de aumento 10x.	188
Figura 8.16	Imagem de elétrons (a) e espectros 8 (b) e 9 (c) obtidos com o EDS da amostra da estátua removida antes restauração. Imagens de elétrons secundários e espectros obtidos em microscópio Tescan, modelo Vega 3, com aceleração de voltagem de aceleração de voltagem de 15 kV.	189
Figura 8.17	a) Amostra removida de um dos condutores verticais de águas pluviais do Elevador do Taboão; (b) fotografia da fachada do ascensor com a indicação do ponto de remoção da amostra.	190

Figuras 8.18	Micrografias da amostra removida do condutor de águas do Elevador do Taboão: (a) amostra não atacada com ampliação de 100x; (b) amostra atacada com ácido nítrico, a 3%, e ampliação de 100x; (c) amostra atacada com ácido nítrico a 3% e ampliação de 400x. Todas as imagens foram obtidas em microscópio ótico Olympus BX 41, com lente ocular de aumento 10x.	190
Figura 8.19	Imagem de elétrons (a) e espectros 11(b), 12 (c) e 13 (d) obtidos com o EDS da amostra do condutor de águas pluviais do Elevador do Taboão. Imagens de elétrons secundários e espectros obtidos em microscópio Tescan, modelo Vega 3, com aceleração de voltagem de aceleração de voltagem de 15 kV.	191
Figura 8.20	(a) Amostra removida da cobertura do Elevador do Taboão; (b) fotografia da cabine do ascensor com a indicação do ponto de remoção da amostra.	192
Figura 8.21	Micrografias da amostra removida da telha do Elevador do Taboão: (a) amostra não atacada com ampliação de 100x; (b) amostra atacada com ácido nítrico, a 3%, e ampliação de 100x. Todas as imagens foram obtidas em microscópio ótico Olympus BX 41, com lente ocular de aumento 10x.	192
Figura 8.22	Imagem de elétrons (a) e espectros 14 (b) 16 (c), 17 (d), 18 (e) e 19 (f) obtidos com o EDS da amostra da telha do Elevador do Taboão. Imagens de elétrons secundários e espectros obtidos em microscópio Tescan, modelo Vega 3, com aceleração de voltagem de aceleração de voltagem de 15 kV.	193
Figura 8.23	Micrografias da amostra removida da tela <i>deployé</i> da FAMEB: (a) amostra não atacada com ampliação de 100x; (b) amostra atacada com ácido nítrico, a 3%, e ampliação de 100x; (c) amostra atacada com ácido nítrico, a 3%, e ampliação de 400x. Todas as imagens foram obtidas em microscópio ótico Olympus BX 41, com lente ocular de aumento 10x.	194
Figura 8.24	Imagem de elétrons (a) e espectros 49 (b) e 50 (c) obtidos com o EDS da amostra da telha do Elevador do Taboão. Imagens de elétrons secundários e espectros obtidos em microscópio Tescan, modelo Vega 3, com aceleração de voltagem de aceleração de voltagem de 15 kV.	195
Figura 8.25	(a) Amostra removida do portão do Hospital Santa Izabel; (b) fotografia do portão com indicação do ponto de remoção da amostra.	196
Figura 8.26	Micrografias da amostra removida do portão do Hospital Santa Izabel: (a) amostra não atacada com ampliação de 100x; (b) amostra atacada com ácido nítrico a 3% e ampliação de 100x; (c) amostra atacada com ácido nítrico a 3% e ampliação de 400x. Todas as imagens foram obtidas em microscópio ótico Olympus BX 41, com lente ocular de aumento 10x.	196

Figura 8.27	Imagem de elétrons (a) e espectros 25 (b), 26 (c), 28 (d) e 30 (e) e 50 (f) obtidos com o EDS da amostra da do portão do Hospital Santa Izabel. Imagens de elétrons secundários e espectros obtidos em microscópio Tescan, modelo Vega 3, com aceleração de voltagem de aceleração de voltagem de 15 kV.	197
Figuras 9.1	(a) Casa número 70, da Avenida Beira Mar, no bairro da Ribeira; (b) detalhe da coluna metálica, apoiando viga em madeira – a simples substituição da viga metálica, normalmente parafusada à coluna, por outra de madeira, não parafusada, representa modificação nas condições de vinculação da coluna.	205
Figura 9.2	Esquema de carregamento da treliça da gare da Estação da Calçada, gerado no <i>software</i> Ftool 2.11. Esforços horizontais consideráveis atuam nos apoios. Esquema do autor.	206
Figura 9.3	Setas perdidas no gradil do chafariz do Terreiro de Jesus. As setas perdidas, ou as suas próteses, se metálicas, podem ser fixadas com o uso da brasagem. Fotografia do autor.	211
Figura 9.4	Lacunas de corrosão e trinca em pilarete do Solar Amado Bahia. Fotografia do autor.	214
Figura 9.5	Procedimento esquemático para a execução do <i>stich repair</i> . Fonte: < http://www.metalockinternational.org >. Acesso em 06 de setembro de 2017.	215
Figura 9.6	Técnica do <i>stich repair</i> aplicada na recuperação de peça do Albert Memorial, em Londres. Fonte: < http://www.metalockinternational.org >. Acesso em 06 de setembro de 2017.	216
Figura 9.7	Jateamento abrasivo da imagem da Deusa Flora, ao grau Sa 2 1/2. Fonte: Acervo Dolmen Restauro e Decorações.	219
Figura 9.8	Esquema de instalação de tirantes para a neutralização de empuxos das treliças da gare da Estação da Calçada. Esquema do autor.	224
Figura 9.9	Esquema para reforço de vigas e pilares com soldagem de chapas às almas e às mesas. Esquema do autor.	225
Figura 9.10	Recuperação das vigas do Palácio Rio Branco. Fonte: Acervo Mário Mendonça de Oliveira.	226
Figura 9.11	Recuperação de laje em concreto armada com tela deployé na faculdade de Medicina; a camada inferior de concreto foi removida, assim como toda a tela degradada. Por sob a laje existente foi concretada nova laje em concreto armado. Fonte: Dourado, d’Affonsêca e Barbosa (2010, p. 9).	226

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- APEB – Arquivo Público do Estado da Bahia
- ASTM – *American Society for Testing and Materials*
- °C – Grau Celsius
- CEAB – Centro de Estudos da Arquitetura na Bahia
- CGS – Centímetro grama segundo
- Cia. – Companhia
- Co. – *Company*
- CSN – Companhia Siderúrgica Nacional
- CTB – Companhia de Transportes da Bahia
- DRX – Difração de raios X
- DTMM – Departamento de Tecnologia Mecânica e dos Materiais
- EDS – *Energy Dispersion Spetroscopy*
- EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A.
- EPUCS – Escritório do Plano de Urbanismo da Cidade de Salvador
- ETC – Estação de Trens da Calçada
- FAMEB – Faculdade de Medicina da Bahia
- FRX – Fluorescência de raios-X
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ICOMOS – Conselho Internacional de Monumentos e Sítios
- IFBA – Instituto Federal de Educação Tecnológica da Bahia
- IPAC – Instituto do Patrimônio Artístico e Cultural da Bahia

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

ISO – *International Organization for Standardization*

£ – Libras

MEV – Microscopia eletrônica de varredura

MAG – *Metal Active Gas*

MIG – *Metal Inert Gas*

NACE – *National Association of Corrosion Engineers*

NBR – Norma Brasileira

NTPR – Núcleo de Tecnologia da Preservação e da Restauração

PIXE – *Particle induced X-ray emission*

PPP – Parcerias público privadas.

Rs – Réis

TICCIH – *The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage*

TIG – *Tungsten Inert Gas*

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. FUNDAMENTOS	4
2.1 O ferro como material de construção	4
2.1.1 Conceitos e características	4
2.1.2 Extração e produção do ferro	7
2.1.3 Ligas siderúrgicas	16
2.1.3.1 Aço doce	20
2.1.3.2 Aço	21
2.1.3.3 Ferro fundido	25
2.1.3.4 Outras ligas siderúrgicas	29
2.2 Patologias dos componentes construtivos siderúrgicos	31
2.2.1 Agentes biológicos de degradação	31
2.2.2 Agentes físicos de degradação	32
2.2.3 Agentes químicos e a corrosão	33
2.2.3.1 Formas de corrosão eletroquímica	36
2.2.4 Danos causados pela corrosão	37
2.2.5 Meios corrosivos	39
3. REVISAO BIBLIOGRÁFICA	43
3.1 O desenvolvimento da siderurgia e da Arquitetura do Ferro	43
3.1.1 Da Pré-História ao século XIX	43
3.1.2 Século XIX – o século da Arquitetura do Ferro	48
3.2 A Arquitetura do Ferro no Brasil	62

4. O USO DO FERRO NA ARQUITETURA SOTEROPOLITANA (1808 A 1939)	72
4.1 Um retrato soteropolitano	72
5. MATERIAIS E MÉTODOS	85
5.1 A documentação dos componentes arquitetônicos	85
5.1.1 Levantamentos físico-cadastrais	86
5.1.2 Armazenamento e gestão das informações coletadas	86
5.1.3 Restituição das informações	86
5.1.4 Catálogo das obras visitadas e a proposição de ficha para inventário	87
5.2 Estudo tecnológico	88
6. ARTEFATOS SIDERÚRGICOS: PRODUTORES E COMERCIALIZAÇÃO	90
6.1 Produtores estrangeiros	90
6.1.1 A contribuição das fundições da Grã-Bretanha	91
6.1.2 A contribuição das fundições da França	94
6.1.3 A contribuição das fundições da Alemanha	96
6.2 Produtores nacionais identificados	97
6.2.1 Produção brasileira	97
6.2.2 Produção baiana	101
6.2.2.1 Ferreiros soteropolitanos	101
6.2.2.2 Fundições baianas	104
6.2.2.3 Materiais e os insumos utilizados na Bahia	117
6.2.2.4 Importação e comércio da Arquitetura do Ferro em Salvador entre os anos de 1808 e 1939	121

7.	AS TIPOLOGIAS CATALOGADAS E AS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS COM USO DE ARTEFATOS SIDERURGICOS EMPREGADAS	127
7.1	O ferro nas estruturas	127
7.1.1	Fundações	128
7.1.2	Superestrutura	129
7.1.2.1	Pilares, pilastras e colunas	129
7.1.2.2	Vigas	139
7.1.2.3	Estruturas em concreto ou argamassa armado	143
7.1.2.4	Coberturas	144
7.2	Escadas	148
7.3	Elementos de vedação	152
7.3.1	Paredes	152
7.3.2	Elementos vazados e <i>brises soleils</i>	154
7.4	Gradis e portões	155
7.5	Esquadrias e ferragens	163
7.6	Equipamentos para instalações hidráulicas	165
7.7	Mobiliário e decoração	166
7.8	Equipamentos urbanos	168
7.8.1	Postes e lampiões	168
7.8.2	Chafarizes	170
7.8.3	Estátuas	172
7.8.4	Vasos	172
7.9	Técnicas de proteção e de pintura identificadas	173
8.	ESTUDO TECNOLÓGICO	176

8.1	Estação de Trens da Calçada	176
8.2	Estátua da Deusa Flora	182
8.3	Elevador do Taboão	187
8.4	Antiga Faculdade de Medicina da Bahia	194
8.5	Hospital Santa Izabel	195
9.	DIRETRIZES PARA DIAGNÓSTICO E RESTAURO	199
9.1	Algumas questões teóricas	199
9.2	A prática do restauro dos bens siderúrgicos	202
9.2.1	Diagnóstico e levantamento do histórico	202
9.2.1.1.	Identificação da liga metálica e das camadas de revestimento da peça	202
9.2.1.2.	Identificação das patologias	203
9.2.1.3.	Levantamento histórico	206
9.2.2	Métodos de restauração	206
9.2.2.1.	Recomendações gerais para o restauro e a consolidação de artefatos siderúrgicos de valor histórico	207
10.	CONSIDERAÇÕES FINAIS X CONCLUSÕES	227
11.	FONTES CONSULTADAS	232
	Apêndice A – CATÁLOGO DAS OBRAS ESTUDADAS	248
	Apêndice B – PROPOSTA DE FICHA PARA INVENTÁRIO	263

1. INTRODUÇÃO

O período compreendido entre a vinda da Família Real Portuguesa, no ano de 1808, e a Segunda Guerra Mundial, deflagrada em 1939, foi, para a Cidade do Salvador, marcado pelo intenso crescimento populacional e urbano. Entre esses anos, a população soteropolitana cresceu 645% (ANDRADE; BRANDÃO, 2009) e a cidade, antes formada por apenas dez freguesias, expandiu-se para áreas então não ocupadas, como os bairros da Liberdade, Soledade, Santo Antônio Além do Carmo, Bonfim, Ribeira, Itapagipe, Barra, Graça e Rio Vermelho.

Para suprir as demandas da população e do tecido urbano crescentes, uma série de edificações e de equipamentos citadinos foram construídos na capital baiana neste período. Nessas construções, não raro, foram empregados elementos construtivos fabricados em ligas siderúrgicas, oriundos de fundições estrangeiras ou das fundições que penosamente surgiam e se desenvolviam em território nacional. A abertura dos Portos às Nações Amigas, em 1808 e a Segunda Guerra Mundial, marcam respectivamente o começo e o fim do período em que esses artefatos arquitetônicos siderúrgicos foram intensamente empregados nas construções soteropolitanas.

O fabrico e o emprego destes elementos representados, sobretudo, por perfis estruturais, escadas pré-fabricadas, pilares, chafarizes e gradis, e o seu emprego, resultam na chamada “Arquitetura do Ferro”. Essa arquitetura ajuda a explicar a história do desenvolvimento técnico, da siderurgia e da industrialização, tanto em escala nacional como internacional. A Arquitetura do Ferro, juntamente com os maquinários, as instalações e os equipamentos fabris históricos, compõem o que se denomina “Patrimônio Industrial”, cuja preservação, desde meados do século XX, tem suscitado preocupações na Europa (DOREL-FERRE, 2005) e, nas últimas décadas, tem sido cada vez mais discutido pelos brasileiros (KÜHL, 1998).

Infelizmente, apesar da importância desses artefatos da Arquitetura do Ferro, poucos estudos foram realizados acerca deles e muito pouco tem sido feito para a sua preservação e para a sua documentação, na capital da Bahia. Se essa inércia continuar, em poucos anos, tais exemplares, testemunhas de um

período de suma importância para a Soterópolis e para a história da arquitetura, não existirão e deles não restará sequer a memória.

A presente dissertação resulta do desejo de reverter a situação de descaso em que se encontram esses elementos construtivos. Ela objetiva levantar esses artefatos construtivos e produzir um estudo que colabore com a preservação e com a manutenção da memória dos mesmos. Para tanto, e como será demonstrado, foram executados levantamentos cadastrais, fotográficos, pesquisas em arquivo e iconotecas assim como ensaios laboratoriais.

Com essas atividades, foram obtidas informações e iconografias que embasaram a criação do presente estudo. Nele são abordados alguns dos elementos construtivos e das técnicas empregadas na sua fabricação. Este estudo foi ilustrado não só pelos exemplares ainda remanescentes, na capital baiana, mas também por alguns que já desapareceram mas que sobrevivem na memória iconográfica, e foram tomados como exemplo no corpo deste texto.

Simultaneamente, foram executados estudos tecnológicos voltados para a caracterização das ligas siderúrgicas utilizadas, para subsidiar o diagnóstico de estados de conservação, e para a sugestão de intervenções restaurativas e preservativas. Dessa forma, o presente trabalho serve não só como registro das técnicas e dos elementos arquitetônicos empregados, mas também, pode subsidiar as possíveis e necessárias intervenções de restauro e de conservação a serem executadas nestes artefatos ou em seus similares.

Obviamente, nesse estudo não foram abordados todos os bens siderúrgicos do período estudado. Primeiro, pelas limitações de tempo, depois, porque coube ao autor o compromisso ético e científico de abordar apenas os artefatos cujas fontes e datas de execução sejam conhecidas ou, no mínimo, estimadas com razoável segurança. Essa abordagem seletiva é recorrente mesmo em inventários, e fica evidente, por exemplo, nos reconhecidos trabalhos de Bahia (1984), Silva (1987) e Costa (2001), os quais, percebe-se hoje, não contemplaram alguns importantes exemplares.

É certo que, pelos esforços realizados, os exemplares mais representativos e aqueles que apresentam singularidades foram estudados e

mencionados; no mais, nada impede que este trabalho tenha continuidade, em tese de doutorado ou em ações promovidas pelos órgãos de proteção patrimonial, por exemplo, e resulte em um inventário. É preciso salvaguardar a arquitetura soteropolitana em ferro dos séculos passados. Eis aqui o primeiro passo.

2. FUNDAMENTOS

Este capítulo destina-se à apresentação de esclarecimentos e de definições referentes à produção do ferro e ao uso desse metal como material de construção. Através de sua leitura, profissionais do âmbito da construção civil e da restauração, podem familiarizar-se com os conceitos empregados neste trabalho.

2.1. O ferro como material de construção

No início deste texto, procurou-se deixar patente que, nesta investigação, pretende-se registrar a memória da arquitetura do ferro e dos elementos metálicos das construções do passado, na Cidade do Salvador. Ora, sabe-se que, para bem preservar edifícios e seus materiais construtivos, torna-se necessário ter alguma intimidade com as características dos mesmos, com a sua produção e os processos de sua degradação, para poder-se conservá-los mais adequadamente para a posteridade, o máximo possível, embora saiba-se que nada é eterno. Em vista disto, dedica-se a parte inicial deste trabalho ao estudo do material ferro, de suas características físicas e químicas e dos processos de degradação mais comuns que podem lhe afetar.

2.1.1. Conceitos e características

Denomina-se ferro o elemento químico de número atômico $Z = 26$. Quimicamente, e de acordo com as características físicas e a classificação de Segurado (1920), o ferro classifica-se como metal simples, duro, maleável a quente, dúctil e tenaz¹, que apresenta alongamento de 15% sob tração; resiste até a tensão de 35 kfg/mm², sem romper, e, em contato com o oxigênio, reage rapidamente, gerando óxidos. Bauer (2010) acrescenta, às características

¹ Chama-se maleabilidade, a propriedade dos metais que permite que eles sejam reduzidos a lâmina; a ductibilidade está relacionada à capacidade de sofrer, sobre esforços, deformações permanentes e a tenacidade, a capacidade do material absorver energia mecânica até sofrer ruptura.

apresentadas, a capacidade do ferro, assim como dos demais metais, de ser cationte em ligações químicas e lembra que, usualmente, o conceito de um metal, qualquer que seja ele, baseia-se nas características que lhes são típicas: brilho, opacidade, condutibilidade térmica e elétrica elevadas, dureza e forjabilidade.

Caracterizam ainda o ferro a sua cor cinza-azulada, a sua densidade de aproximadamente $7,874 \text{ g/cm}^3$, a temperatura de fusão de 1554°C , a 1 atm, a sua solda autógena, que lhe permite ser forjado às temperaturas compreendidas entre 1300 e 1400°C . Convém citar ainda o elevado magnetismo apresentado pelo metal, de cerca de 1700 CGS, e a sua resistividade de, aproximadamente, $12 \mu\Omega$ à 0°C .

Assim como as demais substâncias, os corpos férreos são formados por átomos. Nos corpos sólidos chamados de cristalinos, como no caso do ferro, os átomos agrupam-se de forma bastante ordenada, formando cristais e retículos bastante definidos. Aos sólidos, onde não há esse tipo de organização espacial dos átomos, damos o nome de corpos amorfos.

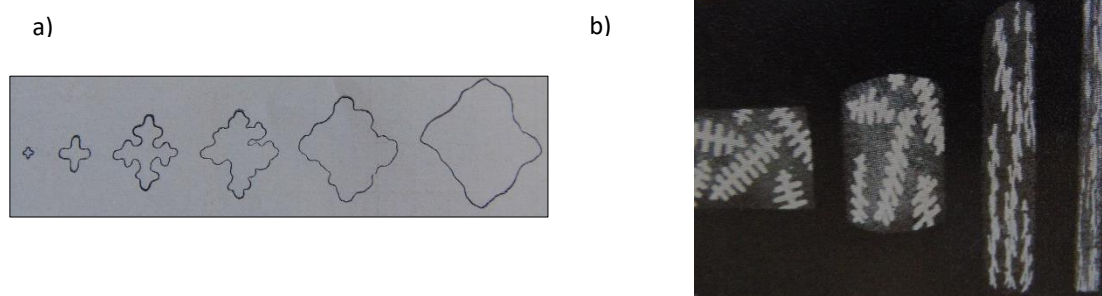
Até a temperatura de 788°C , a estrutura cristalina do ferro tem a forma de cubo centrado. No estado sólido, esses cristais, agrupam-se, formando aglomerados chamados de grãos. A disposição aleatória dos cristais, sobretudo quando estes são pequenos, confere aos metais falsa isotropia; isto é, um corpo metálico, e obviamente um corpo siderúrgico, aparenta ter as mesmas propriedades físicas em todas as suas direções.

Quando o ferro ou uma liga siderúrgica, após sua fusão, é depositado em uma forma, surgem correntes de resfriamento perpendiculares à superfície do molde. Estas correntes contribuem para a orientação, retilínea e normal às paredes da fôrma, dos grãos metálicos, que assim se organizam em estruturas similares a pequenas agulhas. Perpendicularmente a essas estruturas aciculares, e seguindo o esfriamento do metal, surgem novas correntes de resfriamento e, conseqüentemente, novas ramificações. O surgimento de estruturas lineares, perpendiculares às outras que lhes são predecessoras, conferem ao arranjo cristalino dos metais, aspectos radiculares ramificados. Ao

conjunto dessas agulhas microscópicas, com suas ramificações, dá-se o nome de dendrita (do grego *dendron* = árvore).

Nesta operação, a velocidade de resfriamento do metal influencia diretamente nas características dos grãos e das dendritas formadas. Em geral, quanto mais lento o resfriamento, menores os grãos e maiores e mais ramificadas são as dendritas. Um resfriamento rápido ocasiona a formação de granulação mais grossa e de dendritas menores, e explica, por exemplo, a formação da chamada casca de fundição: camada superficial, frágil e quebradiça, formada nos corpos férreos durante a moldagem, quando há resfriamento superficial da massa fundente, sem formação considerável de dendritas. A ocorrência de grãos menores está associada ao aumento da homogeneidade do material e à atenuação das características anisotrópicas. A orientação espacial e o tamanho destes grãos podem ser alterados a partir de processos térmicos, químicos, mecânicos ou mistos (Figura 1.1a), essas características determinam as propriedades mecânicas dos metais e, além dos fenômenos ligados à solidificação, também podem ser alteradas a partir de processos térmicos, químicos, mecânicos ou mistos (Figura 1.1b).

Figura 1.1 – (a) Esquema de formação de dendritas multiaxiais; (b) modificação da orientação das dendritas de um aço, à medida que ele é submetido à laminação e à forja.



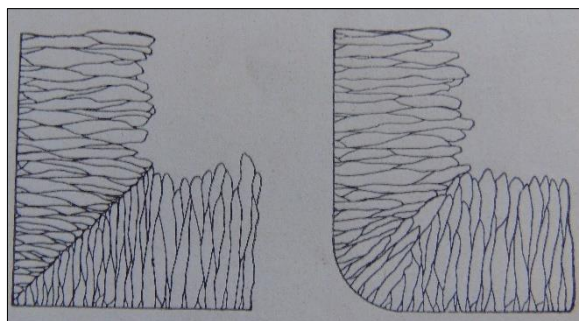
Fonte: COLPAERT, 1969. p. 29 e 30, respectivamente.

Entre as dendritas sucessivas, surge a chamada película ou filme intercrystalino, que, em geral, concentra as impurezas e tem estrutura amorfa e constituição química diversa da verificada no restante do corpo sólido férreo. Em geral, nas temperaturas ordinárias, as partículas do filme cristalino têm coesão mais elevada do que aquelas das dendritas e, portanto, maior resistência. Com o aumento da temperatura, o filme intercrystalino perde rapidamente suas

propriedades mecânicas, tornando-se consideravelmente mais frágil do que o restante do corpo siderúrgico. Dessa forma, a atuação da estrutura cristalina e dos filmes intercristalinos formados determinam diretamente a resistência de um corpo metálico.

A atuação do filme intercristalino explica, por exemplo, as rupturas usuais, que ocorrem na bissetriz de peças metálicas prismáticas, repletas de arestas e cantos vivos. Nas bissetrizes dessas peças, as dendritas formadas em faces perpendiculares originam filmes intercristalinos consideráveis, verdadeiros planos de fragilidade, propícios, por exemplo, ao cisalhamento (Figura 1.2). Para evitar a formação de grandes planos intercristalinos e, portanto, a ocorrência desse tipo de fratura, recomenda-se que as peças fundidas não apresentem arestas e vértices vivos e que a transição entre as faces seja feita suavemente, através de superfícies curvas e concordantes.

Figura 1.2 – Orientação das dendritas nas arestas vivas e nas arredondadas.



Fonte: COLPAERT, 1969. p.31.

2.1.2. Extração e produção do ferro

Na natureza, o ferro, e seus cristais, não se mostram sob forma pura. Naturalmente, na litosfera, o ferro apresenta-se sob a forma de minério, que de acordo com Bauer (2010) é o nome dado aos compostos minerais de onde os metais podem ser extraídos de forma econômica. Os minerais, por sua vez, são corpos sólidos e cristalinos formados, a partir de processos químicos e físicos, em ambiente geológico. Como acontece com outros minerais, o minério de ferro conta com metal (em um de seus compostos) e com impurezas, ou substâncias

indesejadas, que são chamadas genericamente de ganga. A ganga, no minério de ferro, segundo Bauer (2010), é normalmente formada por compostos silicosos. A massa de minérios existentes na crosta terrestre, passíveis de exploração, chama-se jazida e à jazida explorada, chama-se mina. Partindo-se do minério, obtêm-se o metal a partir de duas etapas distintas: a mineração e a metalurgia.

A mineração, de acordo com Bauer (2010), compreende a extração, que, a depender das características da mina, pode ser superficial ou subterrânea, e a concentração, a fase de purificação na qual ocorre a eliminação da ganga e de compostos relativamente pobres em ferro, presentes no minério do metal que se deseja obter. Normalmente, a concentração é feita através de métodos mecânicos ou químicos.

Os métodos mecânicos, comumente utilizados, compreendem a fragmentação (por britagem ou por moagem), a classificação das partículas (executadas em peneiras ou ciclones), e a concentração propriamente dita (que envolve, dentre outros, métodos magnéticos, gravimétricos, de filtração ou de flotação), conforme Campos Filho (1981). Os processos químicos, por sua vez, transformam os minérios em compostos nos quais os metais são facilmente recuperáveis eliminando, de forma mais eficiente, a ganga. Bauer (2010) cita, entre os métodos químicos, a ustulação (oxidação de sulfetos a altas temperaturas) e a calcinação diretamente ao fogo.

A metalurgia extrativa compreende a obtenção do metal puro, a partir de seus minerais concentrados, por meio de processos de precipitação química, redução ou eletrólise, que correspondem, respectivamente, a: fusão em fornos com carbono ou seus óxidos; precipitação simples através da ocorrência de alguma reação simples; ou a algum processo eletrolítico, que pode ser aplicado aos metais cujos minérios sejam solúveis. A metalurgia do ferro, dada a sua importância, recebe o nome especial de siderurgia, termo que tem origem no grego: *sideros* (ferro) *ergo* (trabalho).

Os principais minérios de ferro são encontrados sob a forma de óxidos, como a magnetita (Fe_3O_4), a hematita (Fe_2O_3) e a limonita ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) ou carbonatos, como a siderita ou siderose (FeCO_3). Como ganga, jazidas de ferro

apresentam, normalmente, compostos silicosos. Além dos minérios citados, há ainda a pirita (FeS_2), de cuja metalurgia resulta sobretudo enxofre, restando o ferro apenas como subproduto e que, por isso, pode ter sua classificação como minério de ferro questionada. Como ocorrem normalmente em grandes massas, a maioria dos minérios citados é explorada a céu aberto.

Após a extração, a mineração do ferro segue para a passagem do minério por britadores, processo seguido pela classificação das partículas obtidas de acordo com seus tamanhos, e pela lavagem com jatos d'água para eliminação das argilas e da ganga aderente. A separação entre a ganga e o ferro, normalmente, é realizada através de métodos mecânicos.

Depois da lavagem, as partículas obtidas, que devem ter granulometria entre 12 e 15 mm, são encaminhadas ao alto forno. As partículas, quando não tiverem os diâmetros recomendados, antes do forno, devem passar pelos processos de sinterização ou aglomeração, para assim chegarem ao diâmetro adequado.

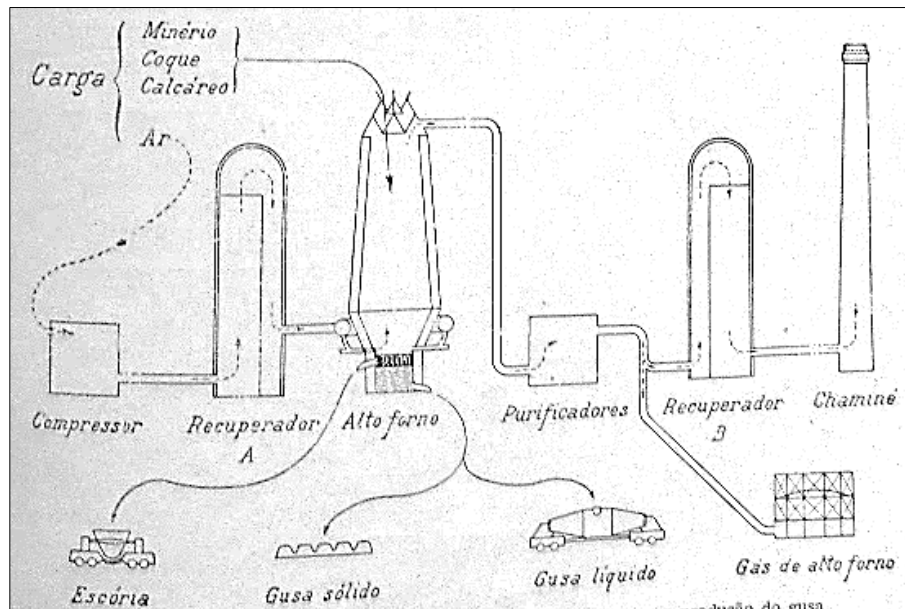
Atualmente, o alto forno, conta com o formato de duplo tronco de cone. O superior, de maiores dimensões, é chamado cuba e é ligado ao menor, chamado rampa, por um volume cilíndrico denominado de ventre. Acima do cone superior fica a goela, por onde são colocados os minérios e, abaixo de todos, ficam a câmara e o cadinho, este último é onde são recolhidos a escória e o ferro. Campos Filho (1981) atribui o formato cônico do forno à variação volumétrica dos produtos siderúrgicos formados ao longo do processamento no forno.

O alto forno, normalmente, é executado em paredes duplas de tijolos: internamente, tijolos refratários e externamente tijolos aluminosos. Recebem revestimentos externos, em chapas metálicas, e internos em argamassa composta por argila e grafita. Existem fornos que utilizam, como combustível, a energia elétrica, porém o usual, entretanto, é que se utilize o coque e o carvão vegetal, que são obtidos, respectivamente, pelas destilações² do carvão em pedra e do carvão vegetal.

² De acordo com Segurado (1920), a destilação do carvão compreende a sua queima, da qual resultam produtos gasosos, como o alcatrão e o amoníaco, e sólidos, como o coque.

A utilização do alto-forno e a obtenção do ferro a partir dele pode ser resumida da seguinte forma (Figura 1.3):

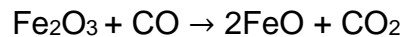
Figura 1.3 – Esquema de funcionamento do alto forno.



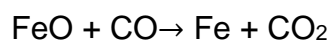
Fonte: COLPAERT, 1969. p.9.

- Aquecimento e preparação do forno: para que as paredes do forno estejam devidamente aquecidas e enxutas e, portanto, aptas para a recepção dos minérios de ferro; queima-se lenha, no seu interior, por cerca de quinze semanas, uma operação em que as paredes atingem temperaturas de até 1000°C;
- Deposição do minério: através da “goela”, o minério é depositado em camadas que variam de 1,0 a 1,5 m. Juntamente com os minérios, são depositados, em proporções bastante precisas, o combustível e os fundentes, estes últimos, substâncias utilizadas para abaixar o ponto de fusão da mistura e facilitar a separação da escória. Comumente, são utilizados como fundentes compostos silicosos ou calcários e, como combustível, utiliza-se o coque. Ainda na “goela”, logo após a sua entrada, o minério perde a umidade.
- Na cuba, os carbonetos são calcinados, o óxido de ferro III (Fe_2O_3) é reduzido a óxido de ferro II (FeO) e, assim, é iniciada a redução

do minério a metal. As reações da cuba processam-se de acordo com a seguinte equação:



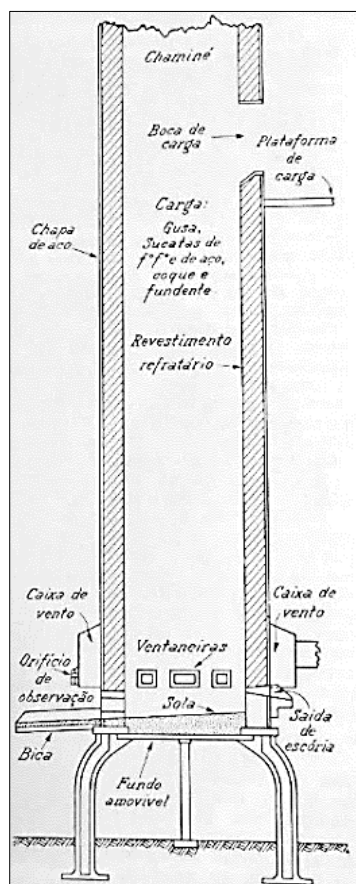
- Na rampa, finaliza-se a redução do metal: o óxido de ferro II (FeO) reage com o monóxido de carbono (CO), e assim, obtém-se ferro metálico (Fe), chamado gusa, e não puro, porque ainda é rico em carbono, dióxido de carbono e outras impurezas. As reações, que se processam na rampa, podem ser expressas da seguinte forma:



- No cadinho, por duas aberturas localizadas a diferentes alturas, são obtidos: a escória, mais leve, removida pela abertura superior; o ferro gusa, mais pesado, retirado pelas aberturas mais baixas, chamadas de “ventaneiras”.
- O ferro gusa, obtido no cadinho, é lançado em moldes ou leitos de areia e origina os chamados pães de gusa.

A utilização do ferro gusa impuro requer a realização de outros processos de refino, com novas fundições que são, normalmente, iniciados nos chamados fornos de Cubilot (Fig. 1.4). Esses são classificados como fornos de cuba, utilizam carvão mineral como combustível, têm formatos cilíndricos e altura aproximada de 6,0 m. O ferro, que se obtém nesses fornos, é chamado de ferro de segunda fusão, e ainda conta com consideráveis teores de impurezas, principalmente enxofre (S), fósforo (P) e carbono (C).

Figura 1.4 – Esquema de funcionamento do forno de Cubilot.



Fonte: COLPAERT, 1969. p.13.

O ferro de segunda fusão, pelos teores de carbono apresentados – 1,7 a 6,7 % – de acordo com Bauer (2010), pode ser empregado para a confecção de peças fundidas ou pode passar por novos processos de fundição e refino e originar materiais como o aço, que apresenta até 0,2% de carbono, o aço doce ou ferro ARMCO, que contém, no máximo, até 0,1% de carbono.

Existem variados processos de obtenção de materiais siderúrgicos, com baixos teores de carbono. Desses processos, muitos já se encontram praticamente em desuso, sendo, entretanto, citados nesse trabalho pela similaridade que apresentam com os métodos empregados no período estudado. Seguem exemplos de determinados métodos existentes para fundição e refino do ferro:

- **Fornos de indução:** nesses fornos, que funcionam à energia elétrica e são executados em material cerâmico refratário, funde-

se o metal a partir de correntes elétricas induzidas por serpentinas em cobre, contidas nas paredes do equipamento, através das quais circulam correntes elétricas de alta frequência. Ao material metálico são adicionadas substâncias corretoras e desoxidantes.

- **Fornos de arco:** nos fornos de arco, que também utilizam energia elétrica, e são executados em material refratário silicoso ou de magnesita, a mistura formada pelo metal (normalmente sucata) e pelos fundentes (areia ou cal) é submetida à descarga elétrica. Após a descarga e consequente fusão, e, de acordo com as características apresentadas pela massa metálica, durante o processo citado, são acrescentados ferro-silício, ferro-manganês ou alumínio, que atuam como desoxidantes.
- **Forja catalã:** nesse método primitivo, e praticamente já não utilizado, faz-se uso do carvão vegetal e da forja catalã – forno de cuba executado em uma escavação no solo, que é revestida com tijolos refratários e apresenta duas aberturas: uma para a entrada do algaraviz³ e outra para a saída da escória e do ferro. Na forja catalã, o minério, rico em ferro, ou ferro já submetido a refino prévio, é queimado, origina óxidos e, posteriormente, combina-se com a sílica da ganga, originando silicatos duplos de ferro. Estes silicatos, por sua vez, fundem-se a temperaturas mais baixas que as do ferro, sobrenadam na mistura e são eliminados como escória, obtendo-se, então, o ferro sob a forma de sólido esponjoso e com baixíssimos percentuais de carbono. O ferro esponjoso pode passar pelo processo de martelagem, através do qual são expulsos eventuais corpúsculos de escória, e recebe o formato de blocos chamados de *blooms*;
- **Processo Siemens:** no processo Siemens, pode-se empregar fornos similares à forja catalã, ou fornos de reverbero, chamados, de Siemens. O minério de ferro é adicionado, sob a forma pulverizada; a escória sobrenada e é removida, e o ferro permanece sob forma pastosa;

³ Chama-se algaraviz o tubo de ferro pelo qual o ar quente, oriundo de um fole, é expelido.

- **Método Contês:** nesse método, o ferro de primeira fusão, juntamente com o minério de ferro, é submetido à fusão e à forte corrente de ar aquecido. O calor decompõe o óxido de silício da ganga e o silício combina-se então com o ferro, que, por sua vez, perde o carbono; o carbono combina-se então com o oxigênio, dando origem ao monóxido de carbono; ao fim, formam-se silicatos de ferro sobrenadantes, removidos como escória, e ferro com baixo teor de carbono que, após ser recolhido, é submetido ao processo de martelagem. Elementos como enxofre, fósforo e manganês, presentes no minério, ficam retidos juntamente com a escória. O forno empregado nesse método é do tipo cuba, executado em tijolos refratários e revestido externamente com chapas de ferro fundido;
- **Pudlagem:** no processo de pudlagem, obtém-se ferro forjado ou aço a partir do ferro fundido; para tanto, emprega-se um forno do tipo reverbero, chamado de *Donks*, executado com tijolos refratários, revestido externamente em ferro fundido branco, e abastecido com carvão de pedra ou hulha. As reações que ocorrem são semelhantes às aquelas que ocorrem no Método Contês. O ferro (macio ou o aço) permanece em estado pastoso, é empelotado pelo pudlador e removido do forno; por fim, as pelotas são submetidas à martelagem para remoção de eventuais sobras de escória;
- **Processo Martins-Siemens:** nesse processo, semelhante ao método Siemens, obtém-se aço fundido e bastante homogêneo, a partir do ferro fundido branco; a soleira do forno empregado deve ter, em sua composição, manganês e sílica, que atuarão na desfosforização do minério;
- **Método Bessemer:** no método Bessemer, obtém-se aço a partir da insuflação, com ar quente, do ferro fundido. A corrente de ar empregada, inicialmente, oxida o silício da ganga, gerando óxido de silício (SiO); este óxido combina-se com o ferro, formando silicatos de ferro e escória sobrenadante. Após a formação dos silicatos, o carvão presente é oxidado e há formação de óxidos de

ferro; a esta mistura, adiciona-se ferro fundido manganês; o manganês é liberado; uma parte dele combina-se com a escória, formando silicato duplo de ferro e manganês, e a outra combina-se com o oxigênio do ferro oxidado; ao fim, tem-se ferro misturado a pequeno percentual de carbono. O forno empregado no Método Bessemer tem formato globular excêntrico, é executado em chapas de ferro fundido e revestido, internamente, com tijolos refratários. Apresenta apenas uma boca, e engrenagens que permitem rotação vertical para a remoção dos produtos obtidos;

- **Método Thomas:** no método Thomas, usa-se um forno Bessemer, revestido com tijolos ricos em calcário e magnésio; usa-se cal e coque na fusão do metal, que, ao contrário do que ocorre com os outros métodos citados, pode ser o quebradiço ferro fundido, sulfuroso ou fosforoso.

Para a obtenção de ferro com um maior grau de pureza, o metal, após passar pelos processos citados, é, atualmente, submetido à eletrólise⁴. Através dela, pode-se obter ferro com grau de pureza de até 99,8%. O ferro dito puro, conforme Chiaverini (2008), à temperaturas inferiores a 912°C, apresenta cristais cúbicos centrados, chamados de ferro sob a forma alotrópica α , ou ferrita. É bastante dúctil, pouco duro e menos resistente à tração que as ligas siderúrgicas. Não utilizado na construção civil, o ferro puro é empregado, por exemplo, na realização de experimentos laboratoriais.

Após a saída dos fornos citados, desde a primeira, até as últimas fusões, o ferro, puro ou em ligas, é conduzido às lingoteiras, formas executadas em ferro fundido, onde irão adquirir os formatos prismáticos de lingotes. Estes lingotes, posteriormente, através dos processos de moldagem, dão origem às peças fundidas, extrudadas, laminadas ou forjadas. Os lingotes mostram uma série de defeitos, como bolhas, fissuras, “rechupes”⁵, segregações e, nos processos que seguem, estes defeitos são eliminados ou minorados. Dessa forma, a moldagem

⁴ Chama-se eletrólise a reação química catalisada pela passagem de uma corrente elétrica.

⁵ Chama-se “rechupe”, a deformação ou cavidade resultante da retração do material siderúrgico fundido, após o resfriamento e solidificação.

dos lingotes representa uma etapa fundamental para a melhoria da qualidade das peças moldadas e prontas para uso.

2.1.3. Ligas siderúrgicas

Na construção civil, o que inclui os objetos de estudo deste trabalho, o ferro não é utilizado puro, mas sob a forma das chamadas ligas. Segundo Bauer (2010), ligas são misturas homogêneas, de aspecto metálico, compostas por um ou mais metais entre si, ou por metais e elementos não metálicos. As ligas, além de apresentarem propriedades mecânicas típicas dos metais – brilho e opacidade, por exemplo, – apresentam, normalmente, estrutura cristalina determinada. Em geral, as ligas são elaboradas para a melhoria das características metálicas e, assim, demonstram propriedades mecânicas e tecnológicas superiores às dos metais em seu estado puro.

Ainda, segundo Bauer (2010), as ligas podem classificar-se em:

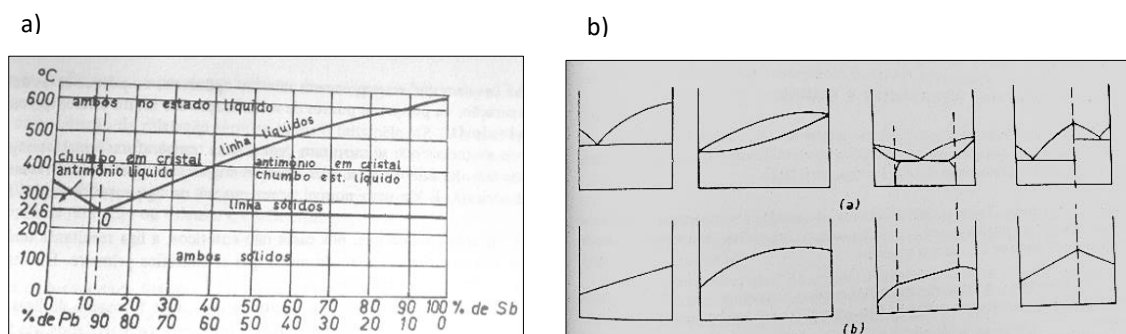
- Misturas mecânicas: ligas onde os componentes estão simplesmente misturados. É o que acontece, por exemplo, com o chumbo e o estanho, na chamada solda de funileiro;
- Solução sólida: quando há interligação dos cristais durante a solidificação dos componentes, o que ocorre, por exemplo, com as ligas de ferro e carbono;
- Compostos químicos: quando há ocorrência de reações químicas e formação de novos compostos. É o caso das ligas de cobre e zinco, que compõem o latão.

Sabe-se que o ferro puro, como os demais metais, apresenta diagramas de mudança de estado – gráficos de temperatura x tempo – marcados pela ocorrência de patamares, que correspondem às temperaturas constantes dos processos de mudança de estado físico. Sabe-se também que, com o ferro, ocorrem fenômenos como a sobrefusão, caracterizada pela existência de diferentes temperaturas para a fusão e para a solidificação, ou a existência de

temperaturas diversas para a solidificação, cada uma delas associada à formação de um tipo diferente de cristais.

Para uma liga metálica, seja ela siderúrgica ou não, o gráfico temperatura x tempo, não apresenta, necessariamente, patamares, tampouco comportamento linear. Para essas misturas, os gráficos mostram normalmente, curvas e pontos ou patamares de deflexão, que correspondem à formação de cristais e à existência do metal em estados distintos. Para representar as mudanças de estados dos componentes de uma liga, existem representações especiais, chamadas diagramas de equilíbrio (Figura 1.5), que apresentam, no eixo das ordenadas, a variável temperatura e, nas abcissas, os percentuais de cada um dos componentes dessa liga.

Figura 1.5 – (a) Diagrama de equilíbrio da liga de chumbo-antimônio; (b) esquemas dos principais tipos de diagrama de equilíbrio existentes.

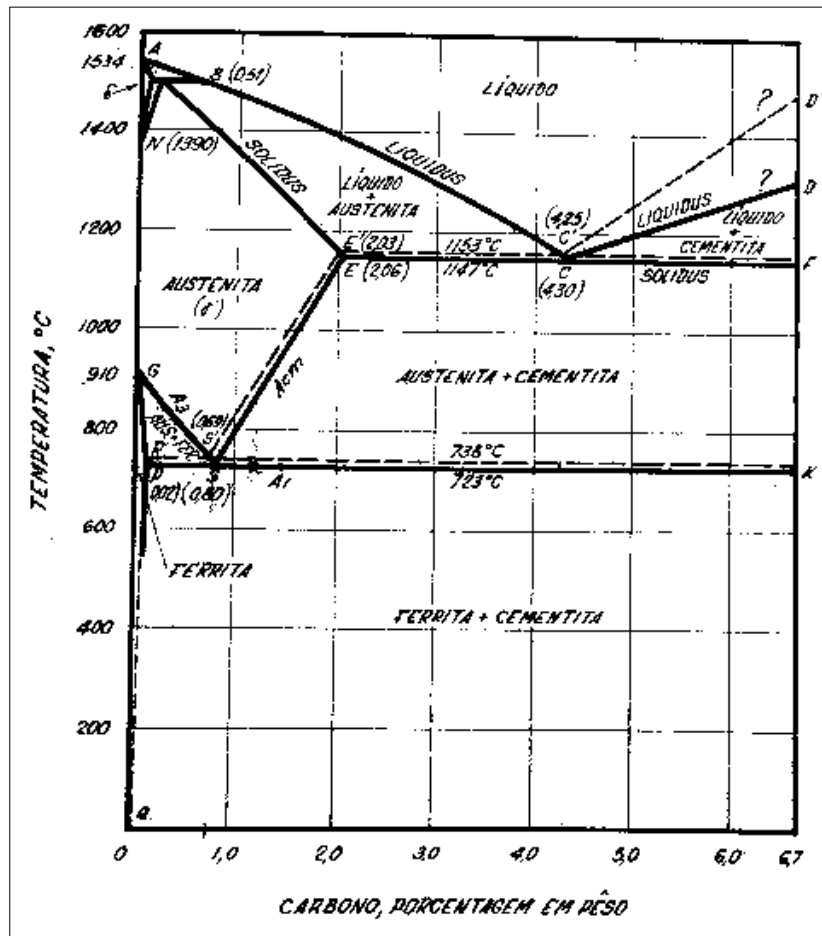


Fonte: BAUER, 2010. p. 591.

Além de ferro, as ligas siderúrgicas possuem substâncias adicionadas para melhoria e obtenção de características adequadas a determinados usos assim como pequenos percentuais de substâncias residuais – aquelas contidas nos minérios de ferro e não eliminadas durante os processos metalúrgicos. Além da variação dos percentuais, a forma de cristalização e a distribuição das substâncias presentes na liga siderúrgica, tem influência determinante nas suas propriedades. A importância da forma de distribuição dos cristais é tanta que Bauer (2010) destaca a existência de ligas, que, apesar de compostas pelas mesmas substâncias, e nos mesmos percentuais, têm cristais distribuídos de formas diferentes e, portanto, apresentam propriedades distintas.

Dentre as substâncias adicionadas ao ferro, para a formação de ligas comerciais, empregadas na construção civil, o carbono é, sem dúvidas, o mais importante. Com a adição de carbono, são formados os aços e os ferros fundidos, objetos primordiais de estudo do presente trabalho. A figura a seguir (Figura 1.6) mostra um diagrama de equilíbrio das ligas de ferro e carbono:

Figura 1.6 – Diagrama de equilíbrio ferro-carbono.



Fonte: CHIAVERI, 2008. p. 24.

A partir do diagrama apresentado, e do conhecimento do comportamento das ligas de ferro-carbono, pode-se depreender:

- No ponto C, chamado ponto eutético, marcado pela intersecção das linhas de sólidos e de líquidos, coexistem os componentes em

ambos os estados. O ponto eutético determina a ocorrência de ligas hipo e hipereutéticas;

- A forma alotrópica α , ou ferrita, acontece com ferro puro, em temperaturas de até 770°C; na ferrita, os átomos de ferro têm distribuição cúbica magnética. Entre 770° a 910°C, formam-se cristais cúbico centrados, não magnéticos, com parâmetros de 2,90 *amstring*. É o chamado ferro β . Em temperaturas compreendidas entre 910° e 1.390°C, a estrutura do ferro puro assume a forma γ , na qual os cristais têm forma cúbica, com átomos centrados nas faces. De 1.390° a 1.535°C, a estrutura cúbica centrada é mantida e os cristais recebem a denominação de δ . Aos 1.535°C, o metal sofre fusão. Ao microscópio, o ferro apresenta-se como uma massa homogênea, cujos cristais são limitados por linhas escuras.
- A medida que o carbono é adicionado ao ferro, e enquanto não se chega a 723°C, a estrutura cristalina de ambos modifica-se. Os cristais de carbono puro, chamados grafita, e os cristais da ferrita fundem-se, e assim, surge o carboneto de ferro ou cementita (Fe_3C), que se organiza em lamelas microscópicas, e agrupa-se junto aos cristais de ferro livre. A cementita é um composto bastante resistente, responsável, inclusive, pela resistência à tração elevada, característica dos aços.
- Aumentando-se a carbonatação, sem que haja o aumento das temperaturas, verifica-se que os cristais de ferrita aceitam até 0,9% de carbono. Nessas condições, os grãos, chamados de perlita, apresentam propriedades particulares. Chama-se aço perlítico, aquele que tem apenas cristais de perlita e exatos 0,9% de carbono. O aço perlítico é considerado como um parâmetro e os demais aço, a depender do percentual de carbono, podem ser classificados em hipoeutectóides ou hipereutectóides.
- Quando o teor de carbono ultrapassa 0,9%, os cristais de ferro puro já não mais comportam associação aos cristais de cementita. O carboneto de ferro então forma lamelas, que se acumulam entre os cristais já existentes. Aos cristais com essa forma, dá-se o nome de ledeburita.

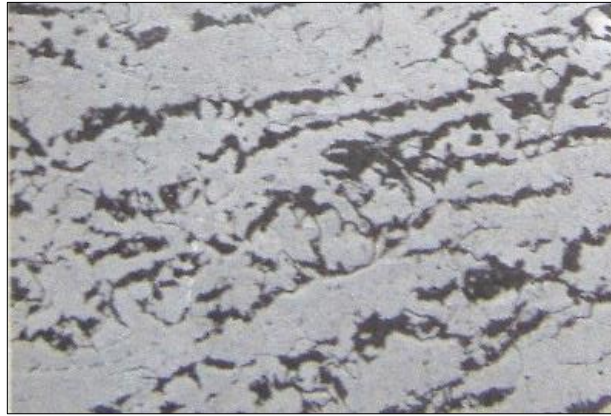
- A partir de 1,7% de carbono, a cementita já não é mais formada e o carbono começa a aparecer sobre a forma de cristais puros, a grafita, que se mistura aos cristais de perlita e de ledeburita. A partir dessa concentração de carbono, já não se tem aço, mas sim, ferro fundido, que já não se pode esmagar por forjamento. Acima deste percentual de carbono, as propriedades desse tipo de liga só podem ser alteradas por processos químicos.
- Elevando-se a liga à temperatura de 723°C, chamada de temperatura crítica, a cementita dissolve-se no ferro circunvizinho e origina os cristais de austenita.

De acordo com a quantidade de carbono apresentada, as ligas de ferro e carbono podem ser classificadas em: aço doce, aço e ferro fundido. Com essas ligas foram fabricados os elementos construtivos abordados nesse trabalho e, ao estudo delas, dedicam-se os próximos tópicos deste texto.

2.1.3.1. Aço doce

Segundo Bauer (2010), o aço doce possui menos de 0,1% de carbono, em sua composição, e é obtido, atualmente, a partir dos fornos de indução e de arco. Normalmente, o aço doce é trabalhado à forja: moldado à quente, sofrendo golpes de martelo e pressão em prensas. A forja transforma a textura do ferro de granular em fibrosa (Figura 1.7), fazendo com que ele resista melhor aos esforços de tração e alongamento, fragilizando-o, porém, quanto à resistência aos choques e à fadiga por vibração.

Figura 1.7 – Aspecto microscópico do aço doce forjado, no qual podem ser observadas as estruturas fibrosas. Metalografia após ataque com nital e aumento de 100x.



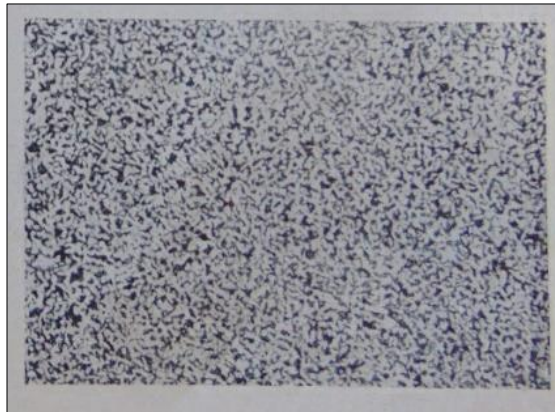
Fonte: COLPAERT, 1969. p.149.

A possibilidade de forja do aço doce é associada à capacidade de solda autógena do ferro, raramente presente em outros metais. Por conta dessa capacidade, para soldar peças sólidas de ferro, com baixo teor de carbono, não é necessário usar outro tipo de metal, basta decapá-las, levá-las ao rubro e empreender pressão entre as duas superfícies que se deseja unir. O processo pode ser facilitado com a pulverização de areia sobre as secções: a sílica da areia combina-se com o ferro, formando o silicato de ferro, que é bastante fusível e facilita a união das peças.

2.1.3.2. Aço

O aço conta com percentuais de carbono compreendidos entre 0,2 e 1,7%. É mais duro que as outras ligas de ferro-carbono, apresenta estruturas globulares (Figura 1.8), é fusível e quebradiço. Normalmente obtido nos fornos de indução e de arco, o aço pode ser empregado na fabricação de chapas, barras e fios. O ponto de fusão do aço varia de 1300°C a 1400°C.

Figura 1.8 – Aspecto microscópico do aço, no qual podem ser observadas as estruturas globulares. Metalografia após ataque com ácido nítrico e aumento de 100x.



Fonte: COLPAERT, 1969. p.128.

Os aços podem ser classificados, segundo Chiaverini (2008), e dentre os mais variados sistemas de classificação, de acordo com os teores de carbono e com a presença de elementos químicos, que não ferro e carbono. De acordo com esse autor, os aços que não apresentam outros elementos em suas ligas são chamados de aço-carbono, e podem ter teores baixos, médios ou altos de carbono. Por outro lado, os aços ligas apresentam acréscimos de metais diversos, como níquel (Ni), cromo (Cr) e molibdênio (Mb).

Os processos de moldagem mais utilizados para a fabricação de peças em aço são:

- **Extrusão:** processo no qual, os lingotes de aço sofrem nova fusão e passam, sob pressão, por orifícios, com formatos determinados, a partir da forma final desejada, que pode ser de fios, barras ou chapas;
- **Laminação:** na laminação, o metal, aquecido ao rubro, passa entre laminadores cilíndricos giratórios, que aos pares, apresentam espaçamentos decrescentes. Com esses cilindros, pode-se obter chapas, barras redondas, perfis “T”, “U”, “L”, “I”, “H” e trilhos. Além dos laminadores cilíndricos, existem aqueles chamados de desbastadores, usados para a produção de lingotes; de perfis e de

chapas, para a produção de peças homônimas e de laminadores oblíquos, utilizados na moldagem de tubos sem costura;

- **Trefilamento:** nesse processo, o metal, ainda frio, passa, sob pressão, por orifícios de moldagem, sucessivas vezes. Entre cada passagem, o metal é recozido. A passagem à frio produz efeitos similares ao do encruamento e os recozimentos sucessivos sujeitam o metal a considerável oxidação. Os efeitos do recozimento são combatidos com banhos em ácido diluído, em processo conhecido como decapagem. O trefilamento é usualmente utilizado para a produção de arames.

O aço admite uma série de tratamentos, realizados com variadas substâncias e temperaturas, que lhe confere a melhoria de certas propriedades e que envolve a reorientação dos cristais da liga metálica. Segundo Bauer (2010), os processos empregados, para a melhoria das propriedades do aço, podem ser classificados em térmicos (envolvem a submissão do aço às altas temperaturas), tratamentos à frio (não submetem a liga às altas temperaturas), ou tratamentos termoquímicos (envolvem elementos estranhos à liga de ferro).

Os principais tratamentos térmicos empregados para o aço são:

- **Normalização:** nesse tratamento, as tensões internas que aparecem na laminação e em outras formas de moldagem são eliminadas e o aço torna-se mais macio e menos quebradiço. A normalização consiste em aquecer o aço a temperaturas acima da crítica, até que seja alcançada a conversão máxima dos cristais em austenita. O aquecimento é seguido pelo resfriamento lento e ao ar livre;
- **Recozimento:** nesse processo, aquece-se a liga de ferro e carbono até cerca de 723°C; o metal permanece aquecido por tempo suficiente para a eliminação das tensões originadas na moldagem e, em seguida, é resfriado lentamente. As peças recozidas apresentam, geralmente, melhores características mecânicas, que aquelas similares, que não passaram pelo recozimento;

- **Têmpera:** na têmpera, o metal é aquecido até a temperatura de formação da austenita e permanece nessa temperatura por alguns instantes. O aquecimento é seguido pelo resfriamento brusco, com banho de água, salmoura ou óleo. A velocidade do resfriamento vai determinar a formação de diferentes cristais, sobretudo de perlita, bainita ou martensita, que conferirão à peça, diferentes características mecânicas;
- **Revenido:** no revenido, o metal é aquecido a temperaturas inferiores à crítica e em seguida resfriado. O revenido serve sobretudo, para eliminação de defeitos – tensões internas e excesso de dureza – aparecidos durante a têmpera.

O encruamento representa o principal tratamento à frio empregado nas peças de aço e consiste em reorientar, à frio, os cristais da liga metálica, a partir da submissão às tensões. Quando submetido às tensões, os grãos do aço tendem a orientar-se no sentido da deformação. O aço encruado apresenta aumentada a resistência à tração e diminuídas a dureza, a ductilidade e o alongamento. O encruamento pode ser apenas superficial, como aquele que ocorre em peças laminadas à frio, ou profundo, como nas barras utilizadas no concreto armado.

Na laminação de fios e chapas, o encruamento gera uma camada superficial, bastante susceptível à corrosão, que, em muitos casos, deve ser eliminada. Ressalta-se que o encruamento é um processo reversível: basta que se aqueça o metal à temperatura correspondente a 40% de sua temperatura de fusão, para que os cristais voltem à orientação que apresentavam antes do encruamento.

Os tratamentos termoquímicos consistem em forma de criar uma proteção superficial, através de uma capa com substâncias ou percentuais estranhos à liga, que garanta à peça em aço, por exemplo, aumento da resistência à corrosão e ao desgaste superficial. De acordo com as substâncias envolvidas, o tratamento termoquímico pode ser:

- **Cementação:** executada com carbono, a cementação confere, à superfície do metal, grande dureza e resistência ao desgaste. Como forma-se uma capa, o núcleo da peça permanece brando e flexível;
- **Nitretação:** a nitretação, que envolve nitrogênio, além de aumentar a dureza, aumenta a resistência da peça nitrificada à corrosão;
- **Aluminação:** o alumínio empregado na aluminação eleva a resistência do aço ao calor;
- **Silicitação:** emprega silício e eleva a resistência à corrosão e ao desgaste;
- **Cromagem:** executada com cromo, a cromagem, além das vantagens da silicitação, aumenta a dureza.

2.1.3.3. Ferro fundido

Segundo Petrucci (1995), chama-se ferro fundido à liga de ferro e carbono em percentuais compreendidos entre 2% e 6,5%, percentuais estes que, de acordo com Bauer (2010), devem ficar entre 1,7 e 6,7%. Há ainda autores, como Vicente Chiaverini (2008), que consideram a presença do silício e definem o ferro fundido como “liga ferro-carbono-silício, de teores de carbono geralmente acima de 2%, em quantidade superior à que é retida em solução sólida na austenita, de modo a resultar em carbono parcialmente livre, na forma de veios ou lamelas de grafita” (Chiaverini, 2008, p. 495). Para este trabalho, adotou-se o conceito de Chiaverini (2008), mais preciso e bem delimitado.

São características do ferro fundido a temperatura de fusão de apenas 1148°C, inferior à dos aços⁶, a textura granular, passível de observação no microscópio ótico, e a baixa resistência à corrosão. Esta última faz com que as peças, em ferro fundido, sejam comumente protegidas com revestimento metálico, normalmente em zinco, ou com pintura de tintas orgânicas. É característica dos ferros fundidos, ainda, a não admissibilidade de forja ou fusão, o que representa, para os processos de restauro, grandes empecilhos.

⁶ De acordo com Chiaverini (2008), o menor ponto de fusão das ligas de ferro-carbono, correspondente ao ponto da liga eutética, com 4,3% de carbono.

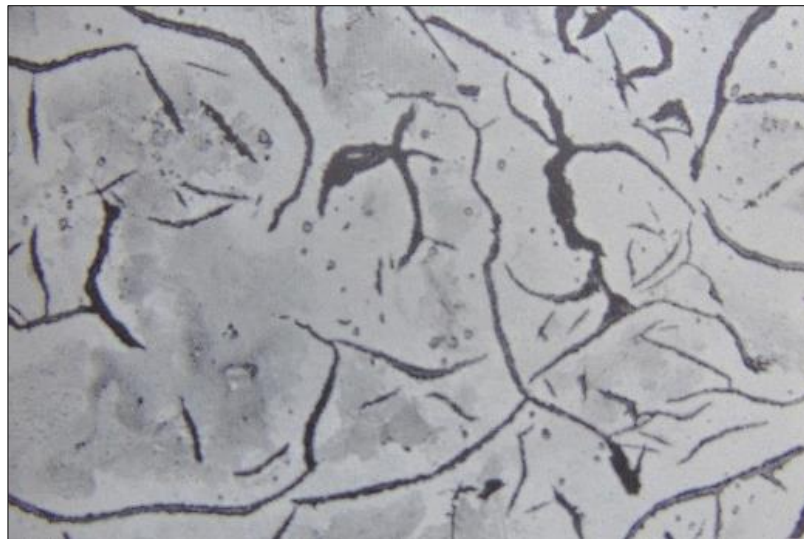
O processo de moldagem de peças de ferro fundido requer o uso de formas e é chamado de fundição. Nesse processo, o ferro de segunda fusão é depositado em moldes. Esses moldes devem ter paredes finas e com espessura constante, que evitem o resfriamento desigual da peça em moldagem, e possibilitem o acesso da massa fundida. As formas devem apresentar dimensões ligeiramente maiores que as desejadas para a peça, de modo a corrigir efeitos da retração com a solidificação. Recomenda-se, ainda, que os moldes sejam pouco resistentes, quebrando-se ou amolgando-se, conforme as deformações da peça moldada, impedido que a dita peça se quebre ou sofra com as tensões. As tensões e deformações da moldagem são menores quando as peças moldadas têm pequenas dimensões ou quando o esfriamento se dá de forma lenta.

A preparação do molde requer a fabricação de um modelo, geralmente em madeira, e a impressão desse modelo sobre uma matriz que dará origem ao molde. Até o século XIX, utilizava-se areia molhada para a construção da matriz. Os moldes de areia apresentavam o inconveniente da secagem e do esboroamento, e evoluíram para moldes executados com uma mistura de areia, carvão em pó e argila. Os moldes de argila, além de não esboroarem, adquirem, com a calcinação do carvão durante a moldagem, porosidade suficiente, que permite a saída de gases e evita a ocorrência de deformações excessivas na peça. Atualmente, além dos moldes de terra, são utilizados moldes plásticos, de cerâmicas refratárias e de metais, estes últimos chamados de coquilhas.

Pode-se classificar as ligas, denominadas de ferro fundido, de acordo com a forma como nelas precipita o carbono. Por sua vez, as diferentes formas de precipitação do carbono são determinadas pela velocidade de resfriamento, após a fundição, e pelo acréscimo de determinadas substâncias à liga durante a fusão. A importância da classificação do ferro fundido encontra-se no fato de que as diferentes formas de apresentação do carbono influenciam, diretamente, nas propriedades mecânicas, elétricas, térmicas e magnéticas de uma liga, determinando, indiretamente, o comportamento da mesma perante os agentes de degradação. De acordo com a apresentação do carbono, o ferro fundido pode ser:

- **Ferro fundido cinzento:** resultante do resfriamento lento da liga, após a fusão. O termo cinzento resulta do aspecto escuro que apresenta a fratura de uma peça desse tipo de liga (Figura 1.9). Nesse tipo de ferro fundido, o carbono, que se apresenta sobre a forma de grafita, pode ter aspecto laminar, nodular ou vermicular;

Figura 1.9 – Microscopia do ferro fundido cinzento hipoeutético, no qual podem ser observados os grãos escuros de perlita, ferrita e os veios de grafita. Metalografia após ataque com picral e aumento de 100x.



Fonte: COLPAERT, 1969. p.149.

- **Ferro fundido branco:** resulta do resfriamento, mais brusco, da liga durante a moldagem; o carbono, nessa apresentação do ferro fundido, encontra-se sob a forma de cementita ou carboneto de ferro (Fe_3C). Apresentando fraturas mais claras (Figura 1.10), e mais duro que o ferro fundido cinzento, o ferro fundido branco é normalmente empregado para peças das quais se exijam maiores resistências ao desgaste, como cilindros para laminação e bolas para moinhos;

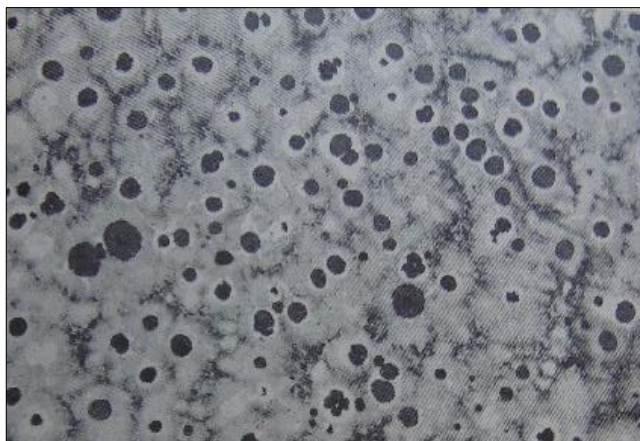
Figura 1.10 – Microscopia do ferro fundido branco, na qual podem ser observados os glóbulos de perlita sobre o fundo de cementita. Metalografia após ataque com picral e aumento de 530x.



Fonte: COLPAERT, 1969. p.416.

- **Ferro fundido nodular:** apresenta a grafita sob a forma esferóide, isso é, nodular (Figura 1.11). Conta com maior tenacidade e ductibilidade. Pouco empregado na construção civil, utilizado na fabricação de componentes automotivos (CHIAVERINI, 2008).

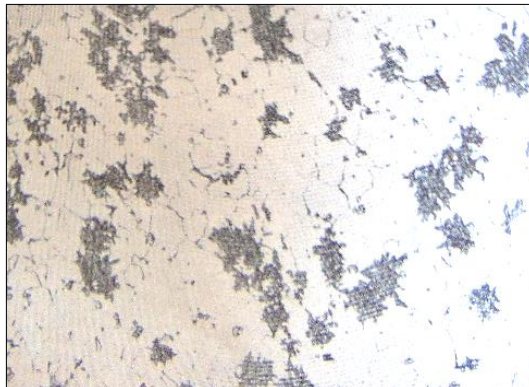
Figura 1.11 – Microscopia do ferro fundido nodular, na qual podem ser observados os glóbulos de perlita, ferrita e nódulos de grafita, esteatita e inclusões. Metalografia após ataque com picral e aumento de 100x.



Fonte: COLPAERT, 1969. p. 467.

- **Ferro fundido maleável:** mostra grafita, em forma de roseta (Figura 1.12); é empregado, por exemplo, na produção de conectores para tubulações hidráulicas.

Figura 1.12 – Microscopia do ferro fundido maleável. Podem ser observados a ferrita e nódulos de grafita. Metalografia após ataque com picral e aumento de 100x.



Fonte: COLPAERT, 1969. p. 78.

Deve-se lembrar que, conforme apresentado por Chiaverini (2008), o ferro fundido pode ser submetido a tratamentos, como o recozimento e a normalização, que podem alterar a sua estrutura e propriedades mecânicas.

2.1.3.4. Outras ligas siderúrgicas

É interessante perceber que, além da classificação ora citadas para as ligas de ferro e carbono, alguns autores citam outras, que contemplam percentuais de carbono não abarcados pelas categorias expostas, e que são denominadas de acordo com o processo de moldagem empregado. Petrucci (1995), por exemplo, denomina genericamente de ferro forjado as ligas com percentuais de carbono superiores a 0,1% e inferiores a 0,15% – não sendo, portanto, classificadas como aço – que podem conter, eventualmente, escória, e são trabalhadas a golpes de martelo. O mesmo autor denomina de ferro laminado as peças que, segundo ele, apresentam até 0,12% de carbono – podendo ser classificadas, portanto como aço doce – cerca de 3% de escória e são modeladas à quente e com o uso de desbastadores.

Dentre as substâncias que se apresentam, em pequenas quantidades, nas ligas de ferro, sejam elas residuais ou adicionadas, pode-se citar:

- **Silício:** adicionado em percentuais que desoxidam o aço, compreendidos entre 0,17 a 0,37%, aumenta a maciez e a elasticidade do aço. Aços-silício são normalmente empregados no fabrico de molas. Adicionado ao ferro fundido, o silício reduz a estabilidade da cementita, favorecendo a formação de ferrita e grafita. Utilizado portanto, em percentuais altos para a produção de ferro fundido cinzento.
- **Enxofre:** diminui a maleabilidade das ligas, impedindo que as mesmas sejam trabalhadas à forja;
- **Oxigênio:** de acordo com Segurado (1920), esse elemento, fragiliza o aço, diminuindo a sua tenacidade;
- **Nitrogênio:** aumenta a dureza da liga de carbono e ferro, tornando-o quebradiço;
- **Fósforo:** reduz o ponto de fusão dos aços, aumenta a dureza e diminui a plasticidade e a resistência ao choque;
- **Manganês:** adicionado em proporções de 0,25 a 1%, aumenta a resistência ao desgaste e a capacidade de soldagem. Em percentuais superiores a 13%, confere à liga dureza excessiva, que impede que o aço seja trabalhado à frio;
- **Cromo:** em proporções de 2 a 3%, garante dureza, resistência à ruptura e à oxidação;
- **Níquel:** até 7%, o níquel é empregado para aumentar a elasticidade da liga, a resistência ao choque e à flexão. Entre 7 e 15%, o níquel torna o aço muito friável. Em percentuais maiores que 15%, o níquel torna o aço inoxidável. Em percentuais elevados, como no INVAR (64% de aço e 36% de níquel), o níquel confere estabilidade térmica dimensional ao material;
- **Tungstênio, molibdênio e vanádio:** são adicionados à liga para formação do chamado aço rápido, empregado no fabrico de ferramentas para cortes rápidos. Estes elementos conferem ao aço a manutenção da dureza, mesmo em altas temperaturas.

2.2. Patologias dos componentes construtivos siderúrgicos

Este item descreve as principais formas de degradação dos componentes siderúrgicos estudados neste trabalho. Como na maioria dos manuais de conservação e de restauro, as formas de degradação foram aqui apresentadas de acordo com as suas respectivas causas; as causas, por sua vez, foram classificadas em agentes biológicos, físicos e químicos. Ressalta-se que, raramente uma edificação, ou elemento construtivo acometido por patologias, sofra ação de apenas um agente, ou ainda, mais raramente, uma causa qualquer resulte isoladamente em danos de uma só natureza.

2.2.1. Os agentes biológicos de degradação

Agentes biológicos, pertencentes aos cinco reinos dos seres vivos, são envolvidos na degradação das construções metálicas. Os organismos vivos, quando não envolvidos diretamente no processo de degradação, contribuem com a criação de meios corrosivos ou com a ocorrência de danos físicos. Os seres vivos, envolvidos no processo de degradação dos elementos siderúrgicos arquitetônicos, podem ser tanto de natureza microscópica como macroscópica.

Animais, como pombos, morcegos e roedores, não raro infestam as edificações e, com seus excrementos, contribuem para a degradação da construção. Os vegetais (Figura 2.1), por sua vez, contribuem destacando camadas de revestimento, movimentando estruturas e contribuindo para o sombreamento e para o acúmulo de umidade, que tanto favorecem a ocorrência de patologias.

Os seres microscópicos colonizam a superfície das edificações, dando origem ao chamado biofilme (Figura 2.1). Nos biofilmes, os microrganismos podem estar aderidos diretamente ao substrato ou suspensos em solução, nos quais podem ainda estar envolvidos em matrizes dos chamados exopolímeros. Os biofilmes, em geral, são formados por infestações de algas, de cianobactérias, de bactérias e de fungos que, de acordo com suas especificidades, podem ocorrer em conjunto ou isolados.

Figura 2.1 – Peça siderúrgica exposta à atuação dos agentes biológicos de degradação.



Fonte: Palácios, 2011. p. 23.

A ação degradante desses microrganismos está relacionada à excreção de ácidos orgânicos, resultantes dos seus processos metabólicos (IRELAND, 2008). Estes ácidos, atacam os componentes construtivos, contribuindo para a ocorrência da corrosão.

2.2.2. Os agentes físicos de degradação

Os agentes físicos, isto é, que não envolvem a ocorrência de fenômenos capazes de transformar a natureza das ligas siderúrgicas, resultam na maioria nas seguintes patologias:

- **Lacunas, fraturas e trincas:** danos associados à falta de partes ou às discontinuidades no material são causados por choques mecânicos e pela ação de vândalos. Fatores intrínsecos, ligados à orientação dos grãos na peça metálica ou à soldagem deficiente contribuem, igualmente, para a ocorrência dessas patologias.
- **Descascamento da pintura:** quando não decorre diretamente da corrosão (Figura 2.2), nem da ação mecânica direta (choque ou atrito), o descascamento da pintura de um artefato metálico está geralmente

associado ao uso de procedimentos ou de produtos inadequados (NUNES; LOBO, 2007). A camada de tinta pode não aderir ao substrato metálico, por exemplo, se este substrato apresentar contaminantes (óleos ou materiais pulverulentos), se este substrato não apresentar rugosidade suficiente e adequada à espessura e à tinta aplicada, ou ainda, se não forem respeitados os critérios de compatibilidade e cura dos produtos e das demãos de pintura ou proteção;

Figura 2.2 – Descascamento da pintura em treliça metálica.



Fonte: Palácios, 2011. p. 30.

- **Deformações:** as deformações estão ligadas à submissão das peças siderúrgicas a esforços que resultam em tensões superiores às tensões de escoamento das ligas. Esses esforços podem ter origem em ações momentâneas, como choques mecânicos, ou podem resultar, por exemplo, da ação prolongada dos carregamentos sobre os artefatos siderúrgicos.

2.2.3. Os agentes químicos e a corrosão

A principal causa de deterioração química dos artefatos arquitetônicos siderúrgicos é a corrosão. De acordo com Nunes e Lobo (2007), a corrosão pode ser definida como “deterioração dos materiais, especialmente metálicos, pela ação eletroquímica ou química do meio” (NUNES; LOBO, 2007). Através da corrosão, os metais deixam a sua forma metálica metaestável e retornam à forma combinada, iônica mais estável. Assim, o processo corrosivo representa o

inverso da metalurgia. As reações de corrosão são, geralmente espontâneas e resultam, via de regra, em expulsão de energia.

Os produtos da corrosão são normalmente pobres em relação às propriedades metálicas aproveitadas na construção civil, por exemplo: os produtos da corrosão apresentam baixa resistência mecânica, não são dúcteis nem maleáveis. Assim, a corrosão, em elementos construtivos, resulta em desgaste, perda de propriedades mecânicas, e em alterações estruturais e estéticas indesejáveis. A corrosão do ferro, tem como produto, em geral, o óxido de ferro hidratado ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), comumente chamado de ferrugem.

De acordo com Nunes e Lobo (2007), os fenômenos corrosivos podem ser classificados em corrosão eletroquímica ou corrosão química, sendo os dois fenômenos caracterizados das formas que seguem:

- **Corrosão química:** fenômeno também denominado de oxidação e pouco comum na natureza, por se processar em meios isentos de água. Ocorre, normalmente, em ambiente onde os metais estejam sujeitos a temperaturas elevadas, que não permitam a condensação da umidade atmosférica. A oxidação acontece pela interação direta do metal com o meio corrosivo. De acordo com Cottrel (1993), na ocasião da oxidação do ferro, as primeiras moléculas de oxigênio aderem às superfícies metálicas por adsorção. Depois, dissociam-se de seus pares e ligam-se aos átomos do metal, formando um filme fino. De acordo com o mesmo autor, os demais átomos do meio difundem-se pela rede cristalina, atraídos por forças eletrostáticas, atingem a base metálica e dão continuidade ao processo. À medida que a capa oxidada torna-se espessa, a velocidade de oxidação diminui, porque se torna dificultosa a passagem dos íons pela camada corroída. O fluxo de íons, em direção ao metal base, origina tensões de compressão no filme já formado, que, juntamente com o volume específico superior do óxido, em relação ao metal, explicam a oxidação descontínua e o destacamento do material.

- **Corrosão eletroquímica:** mais frequente nas condições naturais que a oxidação, a corrosão eletroquímica conta necessariamente com a presença de água. Esse tipo de corrosão é caracterizado pelo um fluxo de elétrons e pela formação de uma pilha. Portanto, para que ela se processe, é necessário que haja um ânodo, que corresponde ao metal corroído, que sofre oxidação ou a região onde os elétrons deixam o metal; um cátodo, que sofre redução e corresponde à região mais eletropositiva, para a qual os elétrons são atraídos, e um eletrólito, ou seja, um meio capaz de suportar um fluxo elétrico. Assim como na oxidação, o fenômeno da corrosão eletroquímica das peças metálicas avança para o interior da peça, o que explica o destacamento das camadas corroídas (Figura 2.3).

Figura 2.3 – Perfis metálicos, em contato direto com a umidade e com os minerais do solo, sujeita à corrosão eletroquímica.



Fonte: Palácios, 2011. p. 24.

2.2.3.1. Formas de corrosão eletroquímica

A corrosão eletroquímica pode se processar sob uma infinidade de condições e envolver eletrodos de ligas diferentes ao não. Para a construção civil, as formas mais recorrentes de corrosão são as seguintes:

A) **Pilha de ação local:** envolve apenas um metal ou uma liga, e processa-se devido à existência de heterogeneidades diversas, decorrentes da composição química, da textura do material, das tensões internas ou do meio ao qual a peça é exposta. Acontece em peças que apresentam, por exemplo, diferenças de tamanho e de textura dos grãos ou materiais de diferentes épocas, assim como inclusões, segregações, bolhas ou trincas. É recorrente também nas peças sujeitas as diferenças de temperatura e de iluminação, estados diferentes de tensão, inclusões, segregações, bolhas ou trincas.

São comuns a ocorrência de pilhas de ação local dos seguintes tipos:

- Pilha de concentração iônica: surge quando um material metálico é exposto a concentrações diferentes de íons, corroendo a zona de menor concentração iônica. Acontece também em frestas de peças metálicas onde a região mais profunda tende a apresentar maior concentração iônica que as bordas, que por sua vez, e como consequência, são corroídas (NUNES; LOBO, 2007);
- Pilha de aeração diferencial: formada quando as partes de uma mesma peça metálica são sujeitas a diferentes concentrações de oxigênio. Nesse tipo de corrosão, a região menos aerada, que apresenta contato menor com o gás, comporta-se como ânodo, enquanto a mais ventilada, como cátodo. Ocorre, com frequência, também, em frestas, mas neste caso, a corrosão processa-se no interior da greta e em peças rebitadas ou parafusadas; esse tipo de corrosão resulta em danos localizados, como alvéolos ou pites como descreve Cottrell (1993) e demonstra Palácios (2011) (Figura 2.4);

Figura 2.4 – Peça siderúrgica rebitada, sujeita a corrosão por aeração diferencial.



Fonte: Palácios, 2011. p. 25.

- Corrosão seletiva: a corrosão seletiva ocorre quando os diversos componentes de uma liga reagem, em proporções diferentes, diante do meio ou do agente corrosivo. Acontece, por exemplo, na grafitação do ferro fundido cinzento, quando o ferro é atacado e o grafite permanece inerte. Quando se processa no limite dos grãos, recebe o nome de corrosão intragranular.

B) **Corrosão galvânica**: este tipo de corrosão ocorre quando metais, ou ligas metálicas diferentes, e de diferentes eletronegatividades, são introduzidos em uma solução condutora (COTTREL, 1993). Pode ocorrer, entretanto, microscopicamente entre os metais de uma liga ou entre os componentes metálicos e as inclusões de uma peça executada com material impuro.

2.2.4. Os danos causados pela corrosão

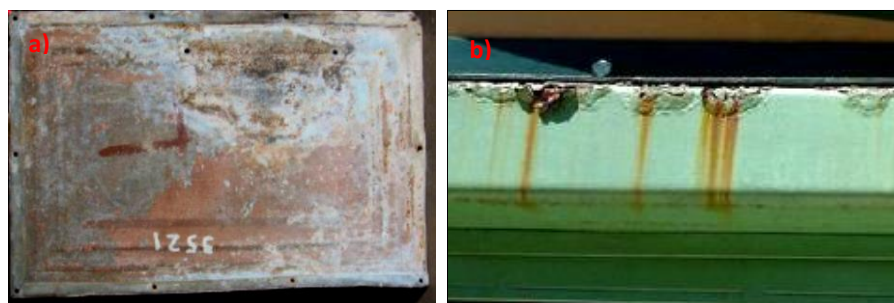
O fenômeno da corrosão em elementos construtivos siderúrgicos pode manifestar-se sobre a forma de diferentes danos. Alguns desses danos, principalmente se a corrosão encontra-se em estágio inicial, acometem apenas a superfície da peça, causando-lhe prejuízos estéticos; outros, e principalmente quando a corrosão avança, podem atingir o interior da peça, alterando o seu

comportamento estrutural e a sua estabilidade. Dentre os danos mais recorrentes nos artefatos arquitetônicos siderúrgicos, decorrentes da corrosão, podemos citar:

- Alterações na coloração

As alterações na coloração resultam da formação da camada inicial de óxidos, normalmente avermelhada e conduzem, quase sempre, à perda do brilho. Para as peças revestidas, o início do processo corrosivo poderá ocasionar ainda empolamento ou destacamento das camadas do revestimento (Figura 2.5).

Figura 2.5 – (a) Placa estampada apresentando alteração de coloração por conta do corrosão; (b) peça siderúrgica apresentando empolamento por conta da corrosão.



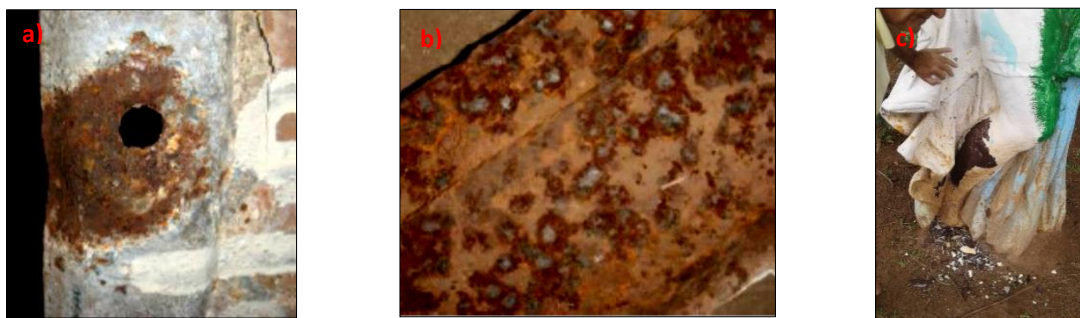
Fonte: Palácios, 2011. p. 29 e 30.

- Anomalias profundas

Se a corrosão persiste, ela pode atingir as camadas profundas da peça, comprometendo a sua integridade e a sua funcionalidade. Pode, a partir da expulsão dos seus subprodutos, ainda comprometer a qualidade e a salubridade do meio em que estiverem instalados (PALÁCIOS, 2011). De forma sucinta, as anomalias profundas comprometem a peça quando resultam em perfurações, fissuras, diminuição da espessura ou mesmo lacunas, com perda integral de partes do componente construtivo. Obviamente, as patologias profundas alteram as propriedades mecânicas dos referidos componentes, e além dos danos estéticos, comprometem a estabilidade estrutural dos mesmos.

As anomalias resultantes do fenômeno corrosivo podem atingir os artefatos siderúrgicos de forma localizada, ou de forma generalizada e uniforme. Os danos podem, por exemplo, manifestar-se sobre a forma de pontuações, chamadas *pites*, ou podem conformar sobre a peça metálica folhas e descamações ou ainda adquirir aspecto filiforme (Figuras 2.6).

Figura 2.6 – (a) Peça siderúrgica apresentando corrosão local; (b) peça siderúrgica apresentando corrosão por *pites*; (c) estátua apresentando desfolhamento. Nos três casos, tem-se como causa dos danos, a corrosão.



Fonte: (a) e (b), Palácios (2011. p. 26 e 27); (c) Acervo da Dolmen Restauro e Decorações Ltda.

2.2.5. Os meios corrosivos

A corrosão de uma peça siderúrgica pode estar relacionada a fatores que lhe são intrínsecos, isto é, ligados à sua composição química e ao seu fabrico, ou a fatores extrínsecos, resultantes do emprego e das características do meio corrosivo em que a peça foi aplicada. Os fatores intrínsecos, que já foram abordados, estão ligados, por exemplo, à presença de inclusões ou às tensões da moldagem. Os fatores extrínsecos, ligados aos meios corrosivos, mais importantes para a construção civil, são apresentados nos itens que seguem:

- **A atmosfera:** a atmosfera é dotada de substâncias que atuam como agentes corrosivos. Dentre essas substâncias, destacam-se os óxidos sulfurosos (SO_2 e SO_3), oriundos da queima de combustíveis fósseis, da atividade vulcânica ou emanados por áreas pantanosas; os cloretos (Cl^-), oriundos do aerossol marinho; e tantos outros sais e partículas contaminantes que permanecem suspensos no ar. A atmosfera contém ainda água, que, juntamente

com as demais substâncias citadas, deposita-se sobre a superfície das peças metálicas e compõe os eletrólitos, através dos quais a corrosão se processa, e que, de acordo com Bauer (2010), representa um dos principais agentes corrosivos naturais.

Chiaverini (2008) lembra que as condições atmosféricas e as intempéries climáticas têm também forte influência sobre a velocidade com a qual uma peça metálica, exposta, é corroída. Via de regra, quanto maior a umidade relativa⁷ e maior a condensação sobre as superfícies construídas, maior a corrosividade de um meio; as precipitações pluviométricas, poderão contribuir com a limpeza das superfícies, retardando a corrosão, desde que a água não permaneça retida na estrutura; o insolejamento, por sua vez, poderá contribuir para a secagem e o saneamento da superfície. A ventilação poderá desempenhar o mesmo papel, conquanto, não carregue contaminantes corrosivos.

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas, através da Norma Brasileira 14643, de 2001, classifica a corrosividade da atmosfera de uma localidade de acordo com o microclima local e com a presença de outros agentes agressivos (proximidade do mar ou atividade industrial, por exemplo). Segundo essa norma, a atmosfera da cidade de Salvador, por concentrar influência marinha e atmosfera urbana e semi-industrial, pode ser classificada como altamente agressiva, nas proximidades do mar, ou medianamente agressiva, na região compreendida entre a Avenida Luiz Vianna Filho e a rodovia BR 324, zona que compõe o chamado

⁷ De acordo com Cottrell (1993), se a umidade relativa do ar for menor que 60%, a tendência é que, sobre as peças siderúrgicas, haja apenas a formação de um filme oxidado, sem grande progressão da corrosão. Em umidades maiores, entretanto, a corrosão acontece de forma ininterrupta.

“Miolo”. A atmosfera soteropolitana é responsável por grande parte dos danos apresentados pelo patrimônio arquitetônico siderúrgico.

- **Os solos:** algumas propriedades do solo estão relacionadas à corrosão de pilares, de fundações e de artefatos decorativos instalados diretamente no solo. Dentre essas propriedades estão a permeabilidade à água e ao oxigênio, além da composição química e da ação de correntes elétricas. As ações da água e do oxigênio, presentes no ar, já foram mencionadas nesse trabalho. Obviamente, solos mais permeáveis à água e ao ar, acentuam os fenômenos de corrosão; a composição química também influencia na corrosão, já que sais, compostos ácidos ou mesmo metais, poderão integrar ou favorecer a formação de eletrodos e de eletrólitos, enquanto compostos básicos podem mesmo inibir a corrosão eletrolítica (Chiaverini, 2008). A presença de correntes elétricas, descontroladas e residuais, e a ação de microrganismos, contribuem para a ocorrência de fenômenos corrosivos.
- **A água doce:** para alguns dos artefatos siderúrgicos apresentados neste trabalho, como os chafarizes e os esguichadores, a água doce é o principal meio corrosivo. Segundo Chiaverini (2008), os principais agentes corrosivos presentes na água doce são os gases dissolvidos, como o oxigênio, o dióxido de carbono e o sulfeto de hidrogênio. De acordo com o autor, o dióxido reage com a água, originando ácido carbônico; o sulfeto, por sua vez, atua na corrosão gráfita dos ferros fundidos.

Convém ressaltar, mais uma vez, que, independente do meio, algumas características intrínsecas aos elementos arquitetônicos siderúrgicos contribuem para a ocorrência da corrosão. Dentre essas características, destacam-se:

- **Desenho e acabamento da superfície:** superfícies lisas tendem a resistir melhor à corrosão, enquanto superfícies irregulares e rugosas tendem a acumular os contaminantes e a umidade, o que favorece a ocorrência da corrosão; detalhes ligados ao desenho de

uma peça metálica, arestas e dobraduras, por exemplo, também podem contribuir para o acúmulo da água e dos contaminantes;

- Perfurações, cortes, gretas, dobras e trincas: além de acumular contaminantes, essas conformações, por conta dos próprios métodos de fabricação empregados, tendem a concentrar tensões internas nas peças siderúrgicas; essas tensões, em muito contribuem para a ocorrência da corrosão;
- Sujeição a carregamentos e às tensões: a aplicação de tensões e a sujeição ao carregamento contribuem, significativamente, para o fenômeno corrosivo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Destinou-se a revisão bibliográfica ao estudo do contexto europeu e brasileiro do século XIX e do começo do XX. Nesse período foram desenvolvidas e aprimoradas técnicas siderúrgicas, foi desenvolvida a Arquitetura do Ferro e foram confeccionados os elementos arquitetônicos ora estudados.

3.1. O desenvolvimento da siderurgia e da Arquitetura do Ferro

3.1.1. Da Pré-História ao século XIX

Desde a Pré-história, o homem faz uso de metais para a elaboração de objetos e instrumentos. O emprego desses materiais é tão relevante para a história da humanidade e do progresso técnico, que alguns períodos pré-históricos são, didaticamente, denominados de acordo com a identificação do metal predominantemente utilizado, por exemplo: Idade do Bronze e Idade do Ferro. Na arquitetura, o uso dos metais é um pouco mais tardio, mas nem por isso pode ser considerado recente. Segundo Mário Mendonça de Oliveira (OLIVEIRA, M., 2006), os romanos já empregavam os metais, por exemplo, na confecção de utensílios e de elementos construtivos dos sistemas hidráulicos e no reforço do chamado concreto romano.

Dentre os metais empregados na construção civil, o ferro é, sem dúvidas o mais utilizado. É possível encontrá-lo nas estruturas, nos elementos de vedação, nos acessórios, nas instalações hidráulicas ou elétricas e, até mesmo, nos elementos decorativos, tanto das edificações antigas como naquelas de construção recente. O emprego do ferro na construção de edificações, segundo Raposo (2005), tem início na Europa, por volta de 500 a.C.. Vitruvius, no segundo livro de seu tratado, já recomenda o emprego de grampos de ferro, fixados com chumbo, no travamento das alvenarias (VITRUVIUS, 1914).

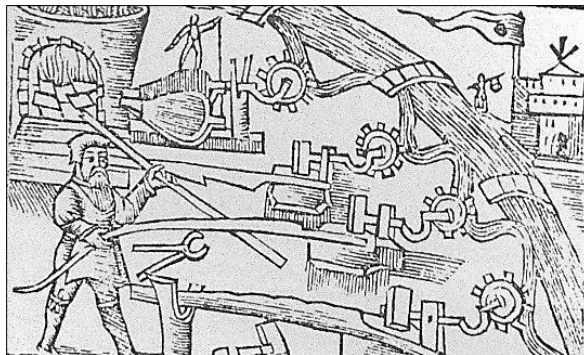
De acordo com Fieschi (19??), Plínio, o Velho, escreveu que era o ferro o metal mais precioso e nocivo para a humanidade. A metalurgia do ferro era conhecida pelos hititas, povo de origem indo-europeia, que habitou a região

correspondente à Turquia, no segundo milênio antes de Cristo, e, cujo legado seria depois absorvido pelos cruéis e temidos assírios. Os caldeus, súditos dos assírios, dominavam processos de cementação, forjando o ferro com o carvão vegetal. Na África, 3.500 anos a.C., os ferreiros já dominavam algumas técnicas siderúrgicas. De acordo com Segurado (1920), os processos primitivos de metalurgia do ferro, utilizados por esses povos, eram bastante rudimentares e só podiam ser aplicados aos minérios bastante ricos em ferro.

No século X, na Europa, o fio de ferro era obtido a partir da forjadura. No século XI, no mesmo continente, foi inventado o já citado processo da trefilagem. Nessa época, os métodos utilizados para a cementação e para a têmpera seguiam receitas curiosas ou pouco factíveis, como aponta Fieschi, em seu livro “A evolução das técnicas” (FIESCHI, 19??). Fieschi exemplifica tais métodos com os ensinamentos de Teófilo, monge beneditino alemão, que recomendava a têmpera do ferro em urina de bode e com os mitos que envolviam a fantasiosa têmpera das espadas metálicas em sangue de dragão.

No século XII, a energia utilizada pelos ferreiros europeus em seus trabalhos resultava da força hidráulica dos moinhos e do carvão vegetal, fato que explica a concentração destes profissionais ao longo dos cursos dos rios e dos bosques (Figura 3.1). Nesse século, já se executava, com maestria, a liquefação do ferro, obtendo-se o ferro fundido. Ainda no século XII, de acordo com Imbrighi (1992), empregava-se o ferro nas esquadrias que encerravam aberturas de edificações religiosas na Espanha, na França e na Inglaterra. No século XIV, o ferro, tanto em sua forma fundida quanto forjada, era empregado no fabrico de armas em territórios que hoje correspondem à Alemanha.

Figura 3.1 – Ilustração medieval representando um ferreiro em seu trabalho. Convém observar o uso da força hidráulica para movimentar martelos e insuflar com foles o baixo forno então utilizado.



Fonte: ANDRIEUX, 1991. p. 18.

Apesar de todos os progressos técnicos apontados até o século XV, o alto custo de produção inviabilizava o uso do ferro em larga escala. A partir daí, com a invenção de alto forno na Europa, mais precisamente, na Renânia, e com o renascimento comercial e urbano, essa situação começou a mudar e, gradualmente, o ferro passou a ser amplamente empregado.

No século XVI, o metal era largamente obtido e utilizado no fabrico de ferramentas, tubulações, armas e portas antichamas, empregadas, por exemplo, na vedação de fornos. O germânico Georgius Agricola, no seu tratado “*De Re Metallica*”, publicado em 1556, descreve as possibilidades de obtenção e emprego do metal deste período. Agricola (1950) cita, por exemplo, o emprego do metal na confecção de portas antichamas, empregadas em fornalhas, e já fala da devastação dos solos e das florestas, causando escassez de recursos, pelas atividades de mineração e de siderurgia (AGRICOLA, 1950). Segurado (1920) faz referência à difusão do alto-forno, em regiões correspondentes à Suécia e aos Países Baixos, neste século, e Giedion (2004), ao uso de anéis de ferro, por Michelangelo, para reforçar a cúpula da Basílica de São Pedro, no Vaticano, neutralizando os seus empuxos.

No século XVII, vigas de ferro eram empregadas na construção de espaços de uso coletivo, como teatros e galpões fabris, em países, como a França e a Grã-Bretanha. São exemplos do emprego do uso desse metal, neste momento, as obras de Victor Louis, como a cobertura do *Théâtre-Français*, em

Paris, cujas peças delgadas já apontavam para um conhecimento instintivo da então desconhecida inércia. A principal justificativa para o emprego do material, neste momento, era a sua incombustibilidade, que favorecia a prevenção aos incêndios. Os profissionais, de então, desconheciam os efeitos da alta temperatura sobre as ligas siderúrgicas.

A Grã-Bretanha e a França, detentoras de grandes reservas de minérios de ferro e de florestas, que, em ritmo acelerado, eram transformadas em carvão vegetal, a produção siderúrgica era bastante organizada e baseava-se, sobretudo, na produção do ferro forjado. Neles, a devastação das florestas faria os produtores, sobretudo os ingleses, dedicarem-se a buscar novas fontes de combustíveis para a atividade siderúrgica, a exemplo do carvão mineral, então empregado, domesticamente, em padarias e em pequenas manufaturas. A busca por novos combustíveis e o uso siderúrgico do carvão mineral fizeram com que o consumo europeu do recurso aumentasse cerca de 14 vezes, como aponta Giedion (2004) em seu livro “Espaço, tempo e arquitetura”.

No século XVIII, deu-se a chamada Primeira Revolução Industrial. Nessa revolução tecnológica, que aconteceu inicialmente na Inglaterra, e depois em países como França, Holanda, Alemanha e Estados Unidos, o desenvolvimento da máquina a vapor transformou profundamente os setores produtivos e de transporte; o tear e a locomotiva marcam esse momento. O “ímpeto do inventor”, do qual tanto nos fala Giedion (2004), resultaria em consumo e produção massivos, crescimento e êxodo populacionais.

Neste século, mais precisamente no ano de 1709, Abraham Darby, fundidor inglês de Coalbrookdale, modificou sua fornalha, adaptando-a para o uso do coque (Figura 3.2). Abraham obteve então ferro forjado de muito boa qualidade, a partir do carvão mineral, abrindo as possibilidades de uso e de aumento da produção siderúrgica, empregando outra matéria-prima, que não o carvão vegetal. Com a novidade implementada por Darby, a produção siderúrgica pôde, aos poucos, adquirir escala industrial. Ainda neste século, seu filho, também chamado Abraham, inventou o processo de obtenção do ferro forjado a partir do ferro fundido com coque, que, aperfeiçoado pelo inglês Henry Cort, daria origem ao já citado processo chamado de *pudlagem*.

Figura 3.2 – Fornalha de Darby, hoje apresentada como peça de museu.

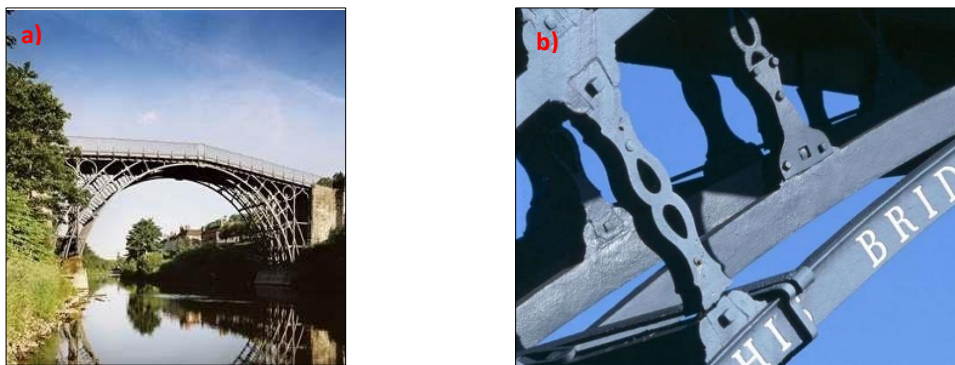


Fonte: <<http://www.robinsonlibrary.com>>. Acesso em 19 de fevereiro de 2017.

Essas invenções tornaram o ferro fundido mais barato e abundante, fazendo com que o material substituísse o ferro forjado que, por sua vez, ficou restrito apenas à produção de ornamentos e de peças das quais se exigia maior resistência. Deve-se lembrar que, até esse momento, o ferro fundido era empregado na confecção de utensílios.

É deste século a construção da *Iron Bridge* (Figura 3.3), ponte desenhada por Thomas Farnolls Pritchard e John Wilkinson, e construída em 1779 por Abraham Darby, inteiramente em ferro fundido, sobre o rio Severn, em Shropshire, na Inglaterra. Os dez arcos da *Iron Bridge*, trabalhando à compressão, venciam um vão de 30,6 m, com uma altura de 13,7 m, o que, para o momento, representavam extrema ousadia e superação dos limites técnicos da construção civil. Os perfis utilizados na ponte tinham secções quadradas, tarugos, parafusos e rebites como conectores. O desenho da ponte não demonstra ambições artísticas. Aponta, entretanto, para o começo de nova era técnica, o que faz com que hoje esta criação de Pritchard seja considerada um marco do uso do ferro na construção civil.

Figura 3.3 – (a) Vista da Iron Bridge; (b) detalhe de seus arcos.



Fonte: <<http://www.english-heritage.org.uk>>. Acesso em 19 de fevereiro de 2017.

Além da ponte *Iron Bridge*, no século XVIII, foram empreendidas ainda obras como a ponte Sunderland, na Inglaterra, em cidade homônima, e a ponte de ferro sobre o Rhône, na França. A primeira, construída pelo inglês Rowland Burdon, a partir das ideias do americano Thomas Paine. A estrutura da ponte de Sunderland é composta por quadros de ferro fundido, utilizados como aduelas dos seis arcos, que vencem um vão de 72 m e altura de 30 m. A iniciativa de construção da ponte do Rhône resultou em fracasso, uma vez que os franceses, nessa época, ainda não detinham técnicas para moldagem de peças de grandes dimensões e, ainda durante a construção, a ponte desabou. O fracasso francês aponta para o pioneirismo de técnicos e de empreendedores, que se aventuraram no desenvolvimento e na utilização de novos materiais, com propriedades desconhecidas, cuja atuação em muito colaborou para o desenvolvimento da tecnologia e das ciências.

3.1.2. Século XIX – o século da Arquitetura do Ferro

O desenvolvimento técnico e a série de construções citadas culminaram com o surgimento, na Europa do século XIX, do que hoje se entende por Arquitetura de Ferro. De acordo com Higgs (1970), a chamada Arquitetura do Ferro é caracterizada pelo uso predominante do referido material, de forma

aparente, na construção de uma edificação. O conceito de Higgs (1970) foi empregado por autores como Geraldo Gomes da Silva (1987) e Cacilda Teixeira da Costa (COSTA, C., 2001), cujos trabalhos trataram da Arquitetura do Ferro no Brasil.

O surgimento da Arquitetura do Ferro não resulta, simplesmente, do ímpeto dos empreendedores industriais e dos construtores, mas também do contexto de mudanças e de transformações pelas quais passavam algumas nações europeias no século XIX. Este período foi marcado, na Europa, pela Segunda Revolução Industrial, pelo crescimento vertiginoso e caótico de alguns centros urbanos, pela emergência dos estilos arquitetônicos revivalistas, pelo *Art Nouveau*, e pela expansão comercial. A compreensão desse contexto é fundamental para o entendimento do uso do ferro na Arquitetura, uma vez que esse material emergiu como solução para problemáticas projetuais típicas deste período.

A Segunda Revolução Industrial teve início na segunda metade do século XIX e prolongou-se até a Segunda Guerra Mundial. As inovações técnicas, que marcaram essa revolução, relacionam-se ao desenvolvimento das indústrias químicas, da eletricidade, do petróleo e de aço e, converteram-se no desenvolvimento do avião, na produção massificada de bens de consumo, nas máquinas de refrigeração e na telefonia magnética.

Para a siderurgia, a Segunda Revolução Industrial representou a patenteação e difusão dos processos de laminação e de perfilamento, normalmente usados na fabricação de perfis com ligas de baixo teor de carbono, do sistema *Danly*, de impressão de chapas, e da galvanização com zinco.

A laminação, já apresentada por Diderot, em sua *Encyclopédie*, foi patenteada por Robert Stevens, americano que viajava a negócios para a Inglaterra, em 1830, e que passou a ser largamente utilizada desde então. O método *Danly* foi desenvolvido pelo engenheiro belga Joseph Danly, em 1861, e amplamente utilizado em produtos comerciais, como as chapas prensadas, que tiveram uso difundido na construção civil (Figura 3.4).

Figura 3.4 – Anúncio da *Société Anonyme Forges d'Aiseau*, apresentando as vantagens do uso das chapas prensadas na construção civil.



Fontes: <www.belgianclub.com.br>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.

A galvanização, por sua vez, foi patenteada pelo engenheiro francês Stanislaus Modeste Sorel, que, ao banhar peças de ferro em zinco fundido, preconizou os processos modernos de galvanização a quente. Nesse período, foram ainda desenvolvidos o processo Bessemer, de obtenção do aço a partir do ferro gusa e a produção do aço Siemens, a partir do forno Siemens-Martin (Figura 3.5).

Figura 3.5 – Fotografia de um conversor Bessemer de fins do século XIX, hoje apresentado como peça no Kelham Island Museum, na cidade de Sheffield, Yorkshire, Inglaterra.



Fonte: <www.geograph.org.uk>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.

Segundo Candeias (2005), a população urbana europeia, em função de alguns fatores, como as quedas nas taxas de mortalidade, ao longo do século XIX, apresentou crescimento absoluto⁸ de cerca de 220%. Ilustra essa situação o crescimento absurdo da população de Paris, que entre 1801 e 1808, que saltou de meio milhão para um milhão de habitantes (GIEDION, 2004). Infelizmente, o tecido urbano das cidades europeias, com suas limitações medievais ou barrocas, não acompanhou o crescimento da população e o caos se instaurou em muitas cidades do continente.

Giedion (2004) aborda o contexto de caos urbano ao tratar do barroco do século XVIII, das preocupações dos governantes, e do descaso para com a cidade das grandes populações: “Tudo que se relacionava ao povo era abandonado à desordem em caráter meramente temporário” (GIEDION, 2004). Em cidades como Londres e Paris, a ausência de infraestrutura para saneamento, aliada ao crescimento populacional, ocasionaram infestações e epidemias de graves doenças, como a cólera e a peste.

Como resposta ao contexto de caos urbano, teve-se o crescimento de ideologias românticas e o surgimento do urbanismo. Nesse século, produziram-se trabalhos notáveis sobre urbanismo, como os de Camilo Sitte e Ebenezer Howard. As preocupações com a cidade concretizaram-se com as muitas reformas urbanas, dentre as quais pode-se citar a reforma de Paris, empreendida pelo prefeito George-Eugène Haussman, entre os anos de 1853 e 1869, caracterizada pelo ímpeto de ordem, saneamento e controle do tecido urbano e de sua população; em Barcelona, a reforma de Cerdá; e a construção da tão moderna *Ring Strass*, em Viena, em meados do século.

A tecnologia e o conhecimento científico passaram a assumir, cada vez mais, a feição de elemento salvador, nesse contexto de intervenções urbanas, que almejavam solucionar os problemas sócio-espaciais causados pela industrialização. O liberalismo econômico, o imperialismo e o Positivismo do francês Augusto Comte, validavam o ideário de então, difundindo seus pensamentos através da sua cadeira na *École Polytechnique*, de Paris. Em seu

⁸ O crescimento absoluto é obtido a partir da diferença dos números de nascimentos e de óbitos, somada ao saldo migratório.

livro “*Cours de Philosophie Positive*”, do começo do século XIX, escreveu o Pai da Sociologia:

Só a filosofia positiva pode ser considerada a única base sólida da reorganização social, que deve terminar o estado de crise no qual se encontram, há tanto tempo, as nações mais civilizadas.

(COMTE, 1978. p. 66)

Para a Arquitetura, como aponta Frampton (1997), o crescimento populacional convertia-se em novos programas, como estações ferroviárias, museus, magazines, fábricas, pavilhões e galerias, por onde pudessem circular multidões e toneladas de matéria-prima e de produtos industrializados. As técnicas construtivas utilizadas, até então, baseadas no emprego da madeira e das alvenarias em tijolos ou pedra, não permitiam a construção de grandes vãos, ou a construção imediata das tão necessárias edificações.

Nesse contexto, o ferro, por suas características físicas e mecânicas, mostrava-se como material adequado para a construção rápida dessas edificações. O metal foi, então, utilizado na construção de edifícios, verdadeiros exemplares da Arquitetura do Ferro, e que se tornaram emblemas da Arquitetura praticada no século XIX.

Curiosamente, fatos como a escassez de matéria-prima e as lutas trabalhistas motivaram o avanço tecnológico nesse período. Verifica-se esse fato com o exemplo do fundidor parisiense conhecido como Zorès que, em meados do século XIX, incrementou a sua produção, que se baseava em ferro fundido, e passou a laminar vigas metálicas para suprir a demanda emergencial do mercado francês, diante da escassez e do alto custo da madeira, agravados durante uma grande greve de carpinteiros.

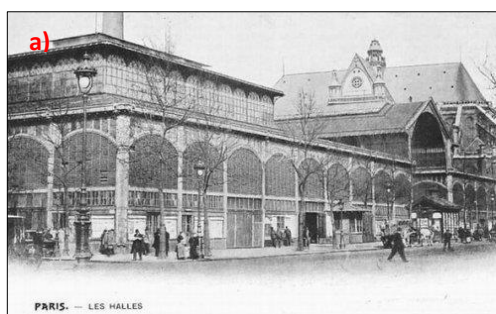
Já no início deste século, em 1801, na cidade inglesa de Manchester, segundo Giedion (2004), foi construída a primeira edificação totalmente estruturada com vigas e pilares em ferro. Trata-se do cotonifício da Philip & Lee. Nesta edificação, que conta com sete pavimentos, foram utilizadas vigas

siderúrgicas com perfis em “I”, com alvenaria de tijolos nas vedações e em abobadilhas de tijolos revestidas com concreto, para os pisos e assoalhos. Segundo o mesmo autor, as peças foram produzidas pela fundição Boulton & Watt, localizada no Soho, em Londres.

Acompanhando as modificações, nas formas de consumo e de produção, que então se massificavam, surgiram as primeiras lojas de departamentos (magazines) e os grandes mercados públicos. O primeiro mercado público de destaque, a ser construído nesse período, foi o de “*La Madeleine*”, executado em Paris, em 1824, em estrutura metálica, e despido de adornos. Em Londres, foi construído o Mercado de Peixe de Hungerford, de 1835, cuja cobertura é estruturada em perfis retilíneos. Nesta cobertura, as águas eram recolhidas pelas colunas ocas, em ferro fundido, que funcionam como condutores verticais. Como exemplo de loja de departamento tem-se o *Magasin au Bon Marché*, em Paris, construído em 1876, de acordo com o projeto de Eiffel e L.A. Boileau, estruturado em ferro e repleto de clarabóias.

Merecem destaque, quer pelo arrojo estrutural, quer pelo pioneirismo técnico e tipológico as seguintes obras: o *Les Halles* (Figura 3.6.a) construído, entre 1852 e 1870, em Paris, após concurso e polêmicas envolvendo Napoleão III, Haussman e Victor Baltard; o Pavilhão Real, construído por John Nash, em Brighton, em 1818, que apresentava cúpulas e colunas expostas, em ferro fundido; a construção da ponte sobre o Rhône, em 1824, onde cabos de aço foram utilizados pioneiramente e a cobertura da *Galerie d’Orleans* (Figura 3.6.b), em 1829, de Fontaine, obra pioneira na combinação do ferro com o vidro.

Figura 3.6 – (a) Postal francês, possivelmente de fins do século XIX, apresentando o *Les Halles*; (b) gravura de Theodor Josef Hubert Hoffbauer, de 1875, retratando a construção da Galeria d’Orleans.



Fontes: (a) <www.paris1900.lartnouveau.com>; (b) <www.commonswikimedia.org>. Acessos em 21 de janeiro de 2017.

Destacam-se ainda o Museu Britânico, de 1850, onde o ferro foi utilizado de forma generalizada; a substituição, em 1863, do domo de madeira do Capitólio Americano, por outro, com estrutura de ferro, e a construção da fábrica francesa de chocolates Menier, em Noisiel-sur-Marne, que, segundo o projeto de Jules Saulnier, exibiu estrutura em ferro e paredes executadas em tijolos e despidas de adornos, em sistema que expunha a verdade dos materiais e que, graficamente, lembra o sistema enxaimel.

O século XIX foi o século das grandes exposições internacionais, eventos nos quais “equipamentos, métodos e produtos derivados de minas, fábricas, oficinas e fazendas eram exibidos junto a obras das artes puras e aplicadas” (GIEDION, 2004. p. 269). A história das grandes exposições confunde-se com a história da Arquitetura do Ferro, quer porque nas edificações expositivas o metal era utilizado por suas vantagens estruturais, pela rapidez de montagem e pelo caráter temporário na construção de singulares exemplares da Arquitetura do Ferro, quer porque as exposições funcionavam como grandes centros de negócio, e de propaganda para os fabricantes, de inovadores produtos siderúrgicos.

A primeira exposição internacional aconteceu Londres, no ano de 1851, e para ela foi construído o pavilhão chamado Palácio de Cristal. Esta edificação, que tinha 563 m de comprimento, foi projetada por Joseph Paxton e foi erguida em apenas seis meses. Nela, foram empregadas peças de ferro fundido, produzidas Fox & Henderson, e materiais como o vidro – planos com 1,2 m de comprimento, e madeira, conectados por parafusos metálicos. Na segunda exposição internacional, a Exposição Universal de Paris, em 1855, foi construído o Palácio das Indústrias, colaboração do arquiteto Victor Viel e do engenheiro Alexis Barrault, com um vão livre de 22 m e materiais como o ferro forjado, o vidro e o chumbo.

A exposição de 1889, em Paris, destaca-se dentre as demais, pela construção da *Galerie des Machines* e da Torre Eiffel (Figura 3.7). Na galeria, construída por Cottancin e projetada por Dutert, foram empregados arcos treliçados, triarticulados, em aço. A torre Eiffel, projetada pelo engenheiro

autônomo Gustave Eiffel, exímio construtor de pontes e viadutos em ferro, e construída em dezessete meses, foi rechaçada por artistas e intelectuais da época, mas hoje é símbolo da capital francesa. O Brasil fez-se presente nessa exposição, e, em seu *stand*, alardeava-se que o país era civilizado e aberto ao capital e mão de obra à estrangeiros.

Figura 3.7 – (a) Cartaz de divulgação da Exposição Universal de 1889, com desenho da Torre; (b) postal mostrando a Galeria das Máquinas.



Fonte: (a) e (b) <www.lartnouveau.com>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.

Nesse contexto, a arquitetura do ferro chegou ao seu apogeu. Giedion (2004) explicita esse fato ao escrever que, na Inglaterra, e sobretudo nos EUA, os pilares e colunas de ferro fundido marcavam as fachadas, e que as colunas, em ferro fundido, foram bem aceitas e empregadas em residências, em fábricas e até nas igrejas. O mesmo autor nos diz que, na década de 70 deste século, o uso do ferro fundido já havia de fato sido disseminado e predominava nos edifícios fabris.

Estilisticamente, a Arquitetura europeia, produzida entre 1808 e 1939, foi caracterizada pelo Neoclassicismo, pelo Ecletismo, pelo *Art Nouveau*, pelo *Art Déco* e pelo germinar do Modernismo. As características de trabalhabilidade do ferro, que permitem a reprodução de elementos construtivos, de qualquer estilo, fizeram dele um excelente suporte, sobretudo, para as expressões dos três primeiros estilos citados, ao passo que o *Art Déco* e o Modernismo, tiveram suas maiores expressões no concreto armado e no aço.

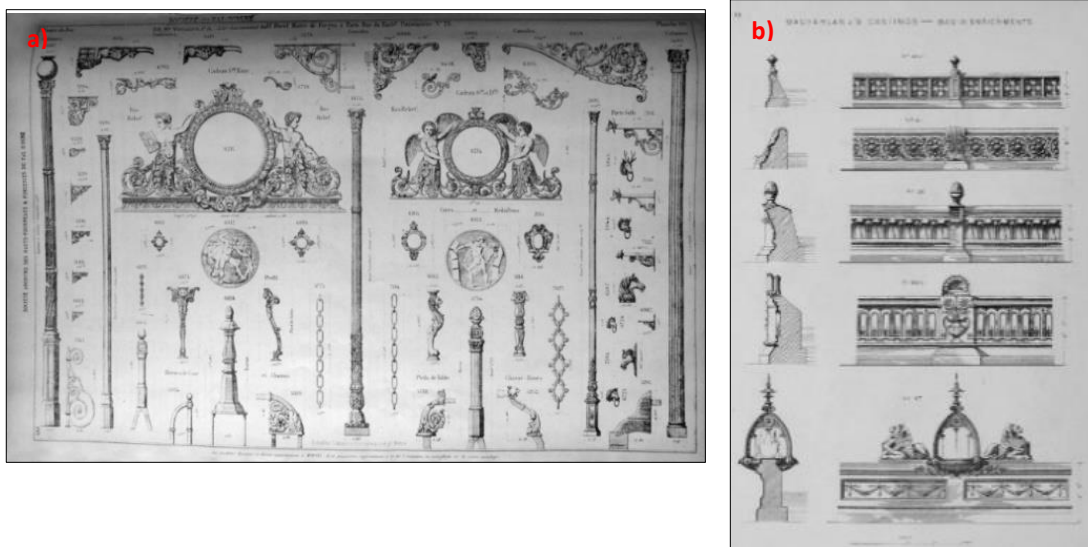
As origens do Neoclássico remontam à descoberta de Pompeia e à atuação de arquitetos como Jacques-François Blondel e Léonard Fontaine. De

forma sucinta, o Neoclássico representa a valorização dos princípios estéticos da antiguidade clássica. O Ecletismo, por sua vez, está associado à crise de valores, do fim do século XIX, e à doutrina pregada por nomes como o do filósofo francês Victor Cousin, que defendiam a liberdade de escolha na linguagem artística e a consequente mescla de diferentes léxicos.

A história desses dois estilos, e da arquitetura do ferro por ele apropriadas, tem forte relação com a cisão entre a Arquitetura e a Engenharia, ocorrida no século XIX. Para alguns autores, como Giedion (2004) e Pevsner (2001), a Arquitetura produzida nesse momento absorveu as inovações tecnológicas sem tê-las desenvolvido ou apreendido em todas as suas possibilidades enquanto os engenheiros combinavam a ciência teórica à prática e voltavam-se para a solução dos problemas da sociedade do século XIX.

Em meio a esse contexto, as fundições europeias ofereciam seus produtos por meio de catálogos, nos quais expunham elementos estruturais modulados, rebites, parafusos e ornamentos. Esses produtos eram passíveis de montagens diversas, de acordo com as demandas neoclássicas e ecléticas predominantes. Esses catálogos testemunham o germinar da industrialização do processo construtivo, e, alguns deles, serviram como fontes primárias para a realização deste trabalho. Na figura 3.8, que segue, por exemplo, são apresentadas pranchas de catálogos das *Fonderies du Val-D'Osne*, da França, e da inglesa Mac Farlane, nas quais podem ser vistas colunas e perfis para bacias de fontes d'água, de diferentes estilos, que exemplificam as possibilidades diversas permitidas pela trabalhabilidade do ferro.

Figura 3.8 – (a) Prancha nº 100 do catálogo de 1900 da *Fonderies du Val-d'Osne*; (b) página 28 do catálogo de 1885 da Mac Farlane.



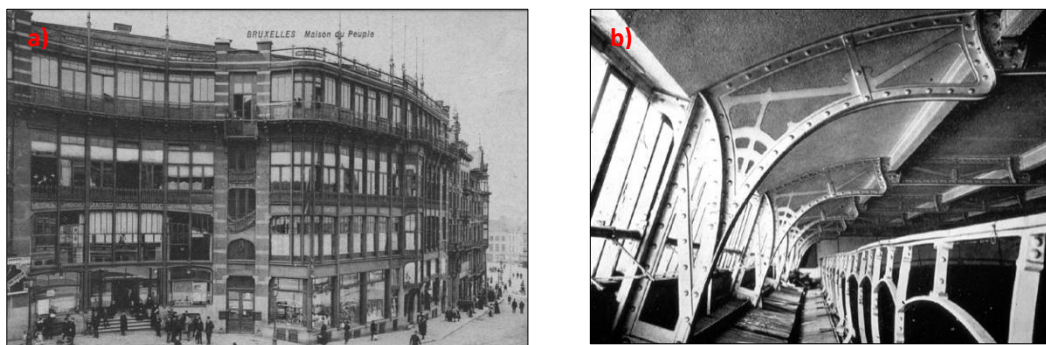
Fontes: (a) <www.e-monumen.net>, acesso em 14 de janeiro de 2017; (b) Mac Farlane (1885. p. 28).

No fim do século XIX, foi desenvolvido o estilo *Art Nouveau*, que teve como marco inicial o trabalho do *designer* Arthur Mackmurdo, para a capa do livro “*Wren’s City Churches*”, lançado em 1883. O *Art Nouveau* caracterizava-se pela crítica ao historicismo, pela originalidade, pela assimetria e pelo uso de formas orgânicas e sinuosas. Os adeptos do *Art Nouveau*, como o catalão Antonio Gaudí, o austríaco Otto Wagner ou os belgas Victor Horta e Henri Van Der Velde – considerados por Pevsner (2001) os representantes máximos desse estilo – empregavam amplamente o ferro em vedações e nas estruturas de suas obras. Pode-se citar, por exemplo, a Estação de Karlsplat, em Viena, de autoria de Otto Wagner ou as emblemáticas *Maison 12*, da *Rue de Turin* e *Maison du Peuple* (Figura 3.9), de Victor Horta, em Bruxelas, repletas de pilares, escadas e esquadrias em ferro ou. Quanto à apropriação do ferro pelos vanguardistas do *Art Nouveau*, escreve Imbrighi:

Alle fine dell'1800 l'avanguardia dell'Art Nouveau pensa al ferro come a un efficace mezzo espressivo... Il ferro non si limita alle cancellate ed alle balaustrate ma inizia a far parte della struttura dell'edificio⁹.

(IMBRIGHI, 1992. p. 209)

Figuras 3.9 – (a) Postal com vista da *Maison du Peuple*, de Victor Horta; (b) fotografia de detalhes da *Maison du Peuple*, de Victor Horta, do começo do século XX.



Fonte: (a) e (b) <www.arthistory.upenn.edu/>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.

O uso do ferro na Arquitetura europeia não foi bem aceito por todos. Parte da população e dos críticos mais conservadores, como o inglês John Ruskin, condenava veemente o emprego do material. Seguidor de Ruskin, William Morris declarava abertamente que considerava as edificações industriais, repletas de elementos metálicos, toscas, vulgares e excessivamente ornamentadas (PEVSNER, 2002).

Contrários ao pensamento de Ruskin, pensadores como o restaurador francês Viollet-le-Duc, que, no “*Entretiens sur l’architecture*”, pregava “...*l’architecture ne peut revêtir de formes neuves que si elle va les chercher dans une application rigoureuse d’une structure nouvelle...*”¹⁰ (VIOUET-LE-DUC, 1863. p. 67), clamavam aos arquitetos que superassem os historicismos, utilizassem o material em novas linguagens e com todas as suas potencialidades. Viollet não só recomendava o emprego do ferro na arquitetura,

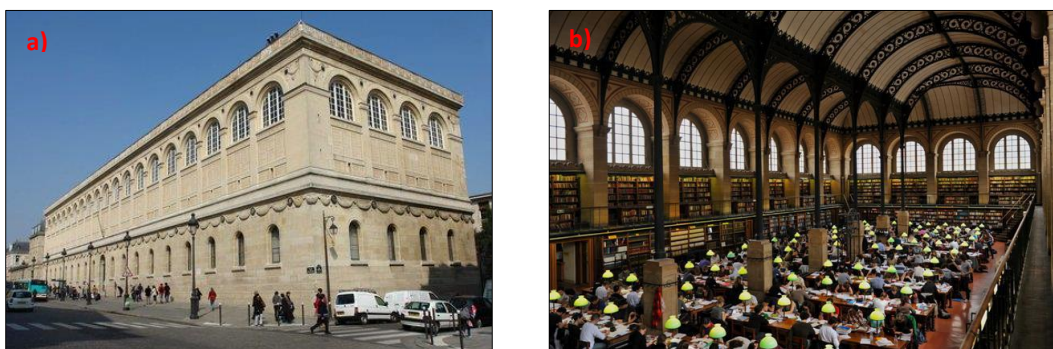
⁹ No final do século 19, a vanguarda da *Art Nouveau* pensava no ferro como um meio eficaz de expressão ... O ferro não se limita aos portões e gradis, mas começa a fazer parte da estrutura do edifício (IMBRIGHI, 1992. p. 209). Tradução do autor.

¹⁰ ... A arquitetura só pode vestir com novas formas se as procura em uma aplicação rigorosa de uma nova estrutura... (VIOUET-LE-DUC, 1863, p. 670). Tradução do autor.

como dele fez uso em muitas de suas intervenções restaurativas. Foi um homem que pensou adiante do seu século, talvez o primeiro arauto da arquitetura moderna.

Conterrâneos e contemporâneos de Le-Duc, o arquiteto Henri Labrouste e o crítico César Daly compartilhavam de suas ideias quanto aos novos materiais. O primeiro, precursor do Classicismo Racionalista, empregou o metal na estrutura, nas esquadrias e nos pisos em grelha da arrojada Biblioteca de Sainte-Geneviève (Figuras 3.10), construída em 1851, e o segundo defendia o emprego do ferro na arquitetura em seus textos na *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, publicada em Paris, entre os anos de 1840 e 1887.

Figuras 3.10 – (a) Vista da Biblioteca de Sainte-Geneviève; (b) interior da Biblioteca de Sainte-Geneviève.



Fonte: (a) e (b) <www-bsg.univ-paris1.fr>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.

No fim do século XIX, o desenvolvimento de novas tecnologias e de novas linguagens arquitetônicas conduziram à queda da Arquitetura do Ferro e ao desuso dos elementos em ferro forjado ou fundido, como aponta Imbrighi (1992). Contribuíram para tanto a criação do cimento *portland* e do concreto armado. O cimento *portland* foi desenvolvido, na década de 30 do referido século, pelo inglês Joseph Aspdin e pelo francês Louis Vicat. Em meados do século, o inglês William Farbain já utilizava argamassas de cimento mescladas com perfis metálicos, preconizando o concreto armado. Este, na década de 90 do século XIX, seria indistintamente empregado por profissionais, como Ernest Leslie, na

América, François Hennebique e Robert Maillart, em diversos países, e August Perret, principalmente na França.

Estilisticamente, o fim do século XIX e o começo do século XX, foram marcados pelo desenvolvimento do Modernismo. Também contribuíram para o desenvolvimento do novo estilo e para o decaimento da Arquitetura do Ferro, a atuação do *Deutsch Werkbund*, da Bauhaus, e de arquitetos como Peter Behrens, Walter Gropius e Mies Van der Rohe, na Alemanha, do francês Le Corbusier e do americano Frank Lloyd Wright. A produção desses agentes de vanguarda aproximou as artes e o *design* da produção industrial e consolidou os princípios de nova arquitetura, a Arquitetura Moderna.

O desenvolvimento do concreto e a ascensão do léxico modernista, crítico ao historicismo, condenaram ao desuso os repertórios ecléticos e neoclássicos, bem como a expressão *nouveau*, e de toda a Arquitetura do Ferro, que a eles havia, tão bem, servido de suporte. Em concreto armado, e não mais em ferro fundido, foram construídos os pavilhões da exposição de Barcelona, de 1929, dez anos antes do começo da segunda Guerra Mundial. Os escritos de Sigfried Giedion (GIEDION, 2004) sintetizam o contexto de decadência da Arquitetura do Ferro, ora descrito:

Esses meios de expressão e seus elementos – padronização, novos sistemas construtivos e, acima de tudo, nova concepção de espaço – haviam se desenvolvido a tal ponto que, já em 1930, uma nova linguagem arquitetônica [a linguagem moderna] se encontrava à disposição de qualquer um que fosse capaz de usá-la.

(GIEDION, 2004. p. 644)

Politicamente, a Europa, do início do século XIX, encontrava-se polarizada entre a França e a Inglaterra, que detinham considerável poder militar. Na França, Napoleão Bonaparte empreendia o seu projeto de expansão, enquanto na Grã-Bretanha, a coroa estendia seus domínios sobre nações colonizadoras, como Portugal, fazendo a sua influência alcançar terras brasileiras.

Ao longo desse século, outros estados emergiram como potências europeias, a exemplo do Império Russo, do Império Austro-Húngaro e do

Alemão. Essas nações, pioneiras no processo de industrialização, e contando com inúmeras fundições, lançaram-se na disputa por colônias e territórios com os quais pudessem comercializar e, assim, fizeram os elementos construtivos em ferro, que produziam industrialmente, alcançar territórios na África, na Ásia e na América.

O mesmo ímpeto imperialista europeu, que proporcionou a exportação de elementos arquitetônicos em ferro, para terras de outros continentes, conduziu à deflagração da Primeira Guerra Mundial. Nesse conflito, que se estendeu de 1914 a 1918, as grandes potências mundiais, organizadas em duas grandes alianças – as trípticas Entente e Aliança – travaram combates entrincheirados, que resultaram na morte de cerca de 9 milhões de pessoas. O fim do conflito resultou na dissolução dos impérios Alemão, Russo, Austro-Húngaro e Otomano e na redefinição de fronteiras europeias.

Cerca de duas décadas depois do fim da Primeira Guerra Mundial, teve início novo conflito armado, envolvendo as grandes potências mundiais e os países por elas polarizados; trata-se da Segunda Guerra Mundial. O marco inicial desse conflito foi a invasão da Polônia pelos nazistas alemães, em 1939, e o marco final, o ano de 1945. Os envolvidos nessa grande guerra organizaram-se em dois grandes blocos: o bloco dos Aliados e o bloco do Eixo, tendo o primeiro deles saído vitorioso.

Para a economia mundial, as duas grandes guerras representaram momentos de ruptura e reorganização. Ao fim do primeiro conflito, a economia dos vencedores saiu fortalecida; no fim do segundo, muitas das colônias foram emancipadas, alguns países subdesenvolvidos consolidaram a sua industrialização, as potências europeias faliram, os Estados Unidos e a União Soviética emergiram como grandes potências. Obviamente, durante ambos os conflitos, as relações comerciais internacionais foram dificultadas, o que abalou as exportações de artefatos arquitetônicos de natureza siderúrgica.

As consequências das duas grandes guerras mundiais, e a ascensão da Arquitetura Moderna, marcaram o fim da produção dos elementos arquitetônicos que caracterizavam a Arquitetura do Ferro. Felizmente, a existência de registros

e de exemplares íntegros permitem a reconstrução de parte da história dessa arquitetura.

3.2. Arquitetura do Ferro no Brasil

No Brasil, até o século XIX, as peças de ferro absorvidas pela Arquitetura eram produzidas em pequena escala e representavam, sobretudo, gradis e ferragens para esquadrias. Entre o começo do século XIX e a quarta década do século XX, os elementos construtivos em ferro, oriundos da pequena produção nacional ou, fabricados pelos países europeus e importados, foram fartamente utilizados pelos brasileiros em sua arquitetura, que passaram então por drásticas transformações em suas características.

As mudanças no quadro construtivo brasileiro, e a ampliação do uso do ferro na arquitetura, tiveram início em 1808, com a vinda da Família Real para o Brasil. Fugindo das tropas de Napoleão e pressionada pela credora Inglaterra, com a qual tinha desvantajosos acordos comerciais, a Corte Portuguesa, à “toque de caixa”, abandonou Portugal e, à bordo de navios, migrou para o Brasil. Instalada em território brasileiro, a monarquia elevou o Brasil à categoria de Reino Unido, adotando uma série de medidas que revogavam o Pacto Colonial e incentivavam o desenvolvimento econômico brasileiro.

Dentre essas medidas, pode-se citar a promulgação da Carta Régia de 28 de janeiro de 1808, que “Abre os portos do Brazil ao commercio directo estrangeiro, com excepção dos generos estancados” (CARTA RÉGIA, 28 de janeiro de 1808), taxando em 24 % as importações, e do Alvará de 1º de abril de 1808, que “Permitte o livre estabelecimento de fabricas e manufacturas no Estado do Brazil” (ALVARÁ de 1º de abril de 1808).

Convém citar, ainda, os alvarás de 28 de janeiro de 1808, de 23 de agosto de 1808, e o de 15 de julho de 1809, que criaram mecanismos de incentivo à atividade industrial e ao desenvolvimento de tecnologia nacional. Esses instrumentos legais conduziram ao já citado fim do Pacto Colonial e à superação

do Alvará de 5 de janeiro de 1785, que restringia as atividades fabris em solo brasileiro.

Sobre a abertura dos Portos e o emprego do ferro na construção dos edifícios no Brasil, discorre Pedro Telles (1984):

Uma das modificações que ocorreu logo após a Abertura dos Portos, embora mero detalhe arquitetônico, foi a vulgarização do uso do ferro e do vidro nas construções, antes bastante raros. O ferro passou a ser empregado em grades, portões, sacadas e em numerosos acessórios e ornatos, e o vidro substituiu as treliças e rótulas nas janelas.

(TELLES, 1984. p.99)

Além das imposições legais, relacionadas à economia, havia outras, as posturas municipais, verdadeiros códigos de obras, que ditavam parâmetros para o uso e ocupação do solo urbano, que contribuíram para o emprego de detalhes arquitetônicos de natureza siderúrgica no Brasil do começo do século XIX. Ao tratar do tema, Telles (1984) aponta a importância das leis imperiais e das posturas municipais, e cita, por exemplo, a determinação policial de 1809, que proibia o uso de treliças e gelosias, que favoreceu o emprego dos vidros e dos gradis de ferro.

Também favoreceu o emprego dos elementos em ferro, na construção de edificações em solo brasileiro, o anseio dos nativos, cada vez mais urbanos, por hábitos e por costumes que remetessem à modernidade europeia e à adoção, do Neoclassicismo e do Ecletismo, estilos difundidos no país pela Missão Francesa¹¹, através da Academia Imperial de Belas Artes, e por arquitetos estrangeiros, que no Brasil vieram atuar. Assim, se na Europa houve certa resistência do público à arquitetura do ferro, o contrário ocorreu no Brasil, como bem ilustra Geraldo Gome da Silva (SILVA, 1987):

¹¹ Grupo de artistas liderados por Joaquim Lebreton, trazidos ao Brasil pelo Governo Imperial para ensinar e promover as novas técnicas artísticas e construtivas. Seguindo os conselhos de Antônio Araújo de Azevedo, o Conde da Barca, D. João VI promoveu a vinda de nomes como Jean Baptiste Debret, Nicolas Antoine Taunay, Auguste Marie Taunay, Charles Simon Pradier, Francois Ovide, Segismund Neukomm, Auguste Henri Victor Grandjean de Montaigny. Este último, encarregado de projetar a Academia Imperial de Belas Artes, de formar uma série de grandes e atuantes arquitetos e de incutir-lhes o gosto pelo Neoclassicismo.

A introdução de produtos industriais na arquitetura, se deu sem nenhuma resistência porque os costumes já estavam comprometidos irremediavelmente na vida cotidiana, com produtos importados. Provavelmente é dessa época o complexo de inferioridade que grassou na sociedade brasileira quanto aos seus valores intrínsecos e a consequente superestimação de produtos de culturas de países industrializados.

(SILVA, 1987. p. 86)

A Independência do Brasil transcorreu no ano de 1822, após a volta de D. João para Portugal, e a sua promulgação foi efetivada por seu filho Pedro de Alcântara, então Príncipe Regente. Após a Independência, o território brasileiro tornou-se Império do Brasil. No Império, o uso dos elementos siderúrgicos na arquitetura foi ampliado e, em algumas cidades, foram construídos significativos exemplares da Arquitetura do Ferro. Dentre outros fatores que favoreceram essa ampliação, o crescimento populacional e urbano e a situação econômica verificados no Brasil de então.

Durante o Período Imperial brasileiro, e como resposta ao crescimento populacional, teve início o processo de modernização das nossas cidades. Esse processo aconteceu entre meados do século XIX e princípios do século XX, como escreveram Pinheiro (2011) e Trinchão (2011). A origem da modernização das cidades brasileiras, nesse momento, além do crescimento populacional, está relacionada com a inserção do país, agora como estado independente, na lógica do capitalismo internacional. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e com as autoras citadas, a população urbana brasileira, no período, teve crescimento absoluto de aproximadamente 1000%¹² e muito interessava, aos governantes, criar, no exterior, a imagem de um país moderno e progressista capaz de atrair investimentos.

A modernização das cidades brasileiras foi marcada, inicialmente, pela construção de palacetes, repartições públicas, solares, muitos dos quais, símbolos do poder metropolitano e sedes do poder monárquico. A partir da segunda metade do século, as ações modernizadoras foram estendidas para o

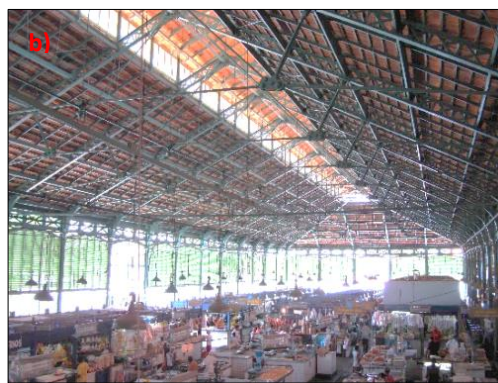
¹² De acordo com dados coletados na página www.memorial.ibge.org.br, no dia 22 de janeiro de 2017, a população brasileira era, no ano de 1808, de 4.000.000 de habitantes; no ano de 1940, de 41.165.289 habitantes.

âmbito urbano: praças foram embelezadas, melhorias foram executadas no sistema viário e serviços públicos foram implementados. Essa tendência modernizadora seguiu a urbanística higienista europeia e calcou-se na importação de materiais, de técnicas e de mão de obra especializadas, e resultou na contração de empréstimos e no endividamento dos investidores brasileiros, como afirma Trinchão (2011).

Alguns significativos exemplares da Arquitetura de Ferro, construídos no Brasil Imperial, resultaram desse processo de modernização das cidades e, ainda hoje, marcam a paisagem de algumas cidades brasileiras. Isso porque, para atender às demandas desse momento, foram construídos, em ferro, tipologias tais como mercados públicos, viadutos, praças e parques, hospitais, asilos e teatros. Segundo Telles (1984), o material, que já era utilizado na construção naval e na execução de pontes, foi utilizado inicialmente sobre a forma fundida, posteriormente laminado e, só no final do século, como aço.

Exemplificando essas tipologias pode-se citar o Mercado São José (Figura 3.11), construído em Recife, entre os anos de 1872 e 1875, de acordo com o projeto do engenheiro Victor Lenthier, e com o detalhamento de Louis Léger Vauthier, com peças em ferro fabricadas na França. Os dois pavilhões e o pátio do mercado contam com área total de 3.500 m² e apresentam, dentre outros elementos arquitetônicos siderúrgicos, pilares e treliças.

Figura 3.11 – (a) Vista Mercado de São José; (b) interior do Mercado de São José.



Fonte: (a) e (b) <www.portalarquitetonico.com.br>. Acesso em 25 de janeiro de 2017.

Modernizadas e crescendo, as cidades imperiais brasileiras foram objetos de planos e intervenções de articulação viária. Nesse momento, a articulação das urbes atendia às necessidades econômicas e à ambição centralizadora e controladora do Governo Imperial. Para fomentar a conexão das cidades, foram criados planos e leis, como a Lei de 29 de Agosto de 1828, que instituiu as bases de um plano nacional de articulação e determinava as normas para as obras viárias. Posteriormente, e até 1890, foram implementados outros planos, como o Plano Rebello, e o Plano Moraes.

Para estabelecer a conexão entre as cidades, e por influência dos comerciantes estrangeiros, o Governo Imperial optou pela modalidade ferroviária. Em 31 de Janeiro de 1835, o regente, Diogo Feijó, assinou o Decreto Feijó, concedendo autorização para a construção de estradas de ferro que ligassem a capital às províncias da Bahia, de Minas Gerais e do Rio Grande do Sul. A mesma lei estabelecia, ainda, isenção fiscal para importação de artigos empregados na construção das ferrovias e o direito de exploração, por 80 anos, para aqueles que empreendessem a construção de estradas de ferro.

A primeira estrada de ferro brasileira foi concluída no ano de 1854. Ligava o porto de Mauá à Estação de Fragoso, em Petrópolis, no estado do Rio de Janeiro, e tinha extensão de apenas 14,5 km; a sua construção resultou da iniciativa de Irineu Evangelista de Souza, o Barão de Mauá. Depois dessa estrada, outras muitas ferrovias foram construídas. Ao fim do império, de acordo com Fernandes (2006), o território brasileiro contava com 9.000 Km de estradas férreas. A construção da Barão de Mauá e de muitas das demais ferrovias e estações representou a importação de elementos arquitetônicos metálicos e a edificação de significativos exemplares da arquitetura do ferro, em solo brasileiro, como a Estação de Trens Calçada, em Salvador.

A economia do Império Brasileiro baseava-se na produção e exportação de gêneros tropicais, como o café, o cacau, e o açúcar. Essa característica produtiva, restrita à produção de gêneros agrícolas ou pouco processados, em conjunto com os compromissos internacionais assumidos – inicialmente, pelos colonos portugueses e, posteriormente, pelos governantes do Brasil independente – favoreceram a penetração do capital estrangeiro, a dependência

econômica, e a compra de produtos industrializados importados, dentre os quais os exemplares arquitetônicos em ferro e as modificações nos hábitos construtivos brasileiros.

Dentre os países com os quais o Império Brasileiro tinha relação de dependência, destaca-se a Inglaterra. A dependência brasileira, em relação à Coroa Britânica, remete ao Período Colonial e tornou-se ainda mais forte no Império. Exemplifica as relações econômicas desiguais, entre os dois países, o Tratado de 26 de Fevereiro de 1826, que taxava em apenas 15 % as importações de origem britânica, enquanto os demais países pagavam taxas que variavam de 16 a 24 %.

Graças a essas relações, o capital inglês patrocinou a construção de estradas de ferro, de alguns portos e a implantação de alguns dos serviços públicos, em certas cidades brasileiras. Muitas dessas construções, ainda hoje existentes, exibem pilares, vigas, gradis e elementos decorativos em ferro, que trazem gravados os nomes de siderúrgicas inglesas. É o caso dos Armazém 15 de Novembro, no Porto de Manaus, construído no fim do século XIX, com o sistema *Danly* (Figura 3.12).

Figura 3.12 – Armazém 15 de Novembro, no Porto de Manaus, em fotografia de Rafaela Maia.



Fonte: <www.rafamaia.wordpress.com>. Acesso em 19 de fevereiro de 2017.

É curioso notar que, além de atuar de forma empreendedora, os ingleses, instalados no Brasil, também contribuíram para a formação da cultura e da identidade brasileira. Como escreveu Freyre (2000) e ratificou Hanna (2004): não eram dos ingleses apenas as primeiras fundições, os cabos de telégrafo submarinos, as primeiras estradas de ferro e a iluminação a gás, mas também,

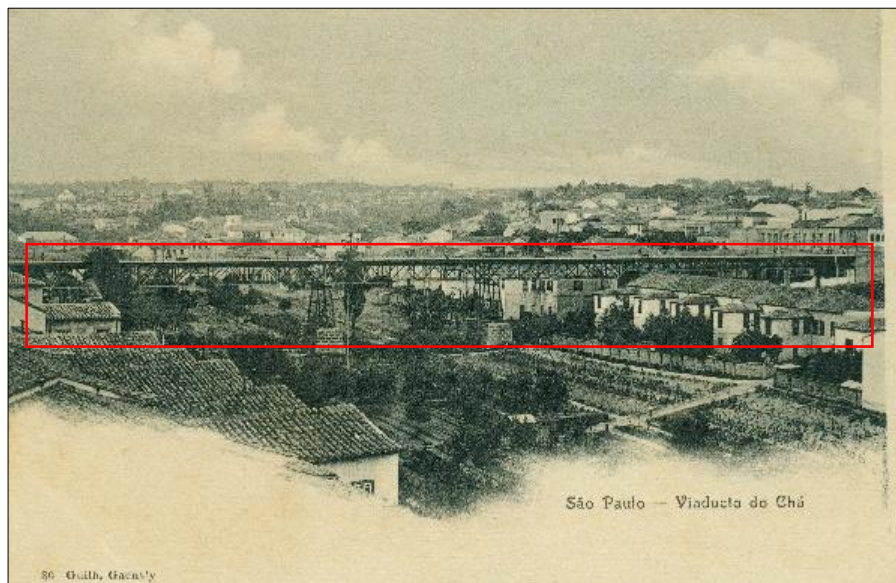
o *beef* com batata [inglesa], o *whisky*, o pão branco, e mesmo a paixão brasileira, o *football*. Esses vocábulos, além de terem sido incorporados ao nosso vocabulário como acréscimos lexicais estrangeiros, representavam, também, a adoção de novos costumes e mostram que a Arquitetura do Ferro, no Brasil, deve ser analisada dentro da lógica da importação de hábitos, da mudança da mentalidade, da mudança dos costumes e da formação da miscigenada sociedade brasileira.

Em 1889 teve fim o Império Brasileiro e foi proclamada a República; o Brasil passou então a ser denominado República do Brasil. Os fatores que conduziram ao fim do Império relacionam-se à insatisfação das oligarquias rurais, com a abolição da escravidão, em 1888, e ao surgimento do Partido Republicano; a atuação dos militares, não contentes com a monarquia, também contribuiu para a queda do imperador. O período compreendido entre os anos de 1889 e 1939, da República Brasileira, costuma ser dividido em duas etapas: a República Velha e a República Nova, sendo o limite estabelecido entre as duas a chegada do gaúcho de São Borja, Getúlio Vargas, ao poder.

Na República Velha, o processo de modernização das cidades brasileiras teve continuidade e converteu-se, por exemplo, nas reformas urbanas de Pereira Passos e Osvaldo Cruz, para o Rio de Janeiro, executadas entre os anos de 1903 e 1907, e nas experiências de cidades como Recife e Salvador, esta última através de José Joaquim Seabra, ocorrida entre os anos de 1912 e 1916. Dando continuidade à lógica das intervenções urbana imperiais, nas intervenções republicanas, eram europeus, não só os modelos interventivos e os ideais positivistas, mas também os esquemas de financiamento e muitos dos materiais construtivos e elementos arquitetônicos férreos empregados.

Exemplifica essas intervenções o Viaduto do Chá (Figura 3.13), inaugurado em São Paulo, em 1892, executado com vigas treliçadas em ferro, sustentadas por pilares do mesmo material. Segundo Kühl (1998), o projeto foi elaborado pelo engenheiro E. Estevaux, sendo as peças utilizadas na construção fabricadas na fundição Harkort, de Duisburg, na Alemanha. Infelizmente, o viaduto de 1892 foi demolido na década de 30 e o que hoje pode ser visitado foi construído em 1938.

Figura 3.13 – Postal paulista de 1910. Destaque para o Viaduto do Chá, ainda em estrutura metálica.



Fonte: <www.brasildelonge.files.wordpress.com>. Acesso em 19 de fevereiro de 2017.

O café paulista e a borracha da Amazônia dominaram as exportações brasileiras, durante a República Velha, e são apontados, por Fausto (1995) e por Furtado (2003), como as produtos da economia brasileiras de então. A riqueza gerada por esses dois produtos contribuiu para o desenvolvimento brasileiro e, após a Crise de 29, foi diretamente aplicada na industrialização do sudeste do país.

Na São Paulo do café, o ferro figurou como material preponderante, por exemplo, no Mercado São João, executado com o sistema *Danly* e na Estação da Luz, construída pela *São Paulo Railway Company*, no ano de 1901. Essa estação custou cerca de £150.000 e contava com duas grandes plataformas, que juntas somavam 7.500 m², protegidas por cobertura curva, treliçada em ferro, com vãos de até 39 m. As obras dessa estação foram dirigidas pelo engenheiro inglês F. Ford e suas peças em ferro foram oriundas de fundições como a *Walter Mac Farlane & Co.*, de Glasgow. A estação inglesa pegou fogo na década de 1940. O prédio, que hoje se vê, resulta de reformas implementadas após o incêndio.

Na Amazônia, a riqueza da borracha foi também convertida em edificações suntuosas, repletas de elementos arquitetônicos em ferro, nas cidades de Belém e de Manaus. Em Belém, destaca-se o Mercado do Peixe e da Carne e o conjunto de torres do relógio e postes da Praça do Relógio, além de alguns *chalets*, muitos dos quais construídos de acordo com o sistema *Danly*. Em Manaus, o ferro foi fartamente utilizado na construção do Mercado Municipal Adolfo Lisboa, na escadaria da Biblioteca Municipal, na Portada do Cemitério São João e no grandioso Teatro Amazonas.

Mesmo nas cidades que não estavam diretamente ligadas à produção do café e da borracha, foram construídas importantes edificações em ferro, como aconteceu em Recife, Fortaleza e Porto Alegre, dentre outras. Destacam-se, nessas cidades: os Mercados de Casa Amarela e São José, no Recife, o Mercado Público e o Teatro José de Alencar, em Fortaleza; os pórticos e os armazéns do porto de Porto Alegre.

Deve-se notar que, como apontam Carlos Lemos (1979 e 1989) e Reis Filho (1983), nos ciclos do café e da borracha, a atuação da nova classe média, dos ricos barões da economia e dos imigrantes estrangeiros, muito contribuíram não simplesmente para a introdução das inovações metálicas na arquitetura, mas também para o processo de desprestígio dos velhos costumes construtivos, assim como para as conseqüentes modificações dos processos construtivos até então executados.

O Brasil teve participação bastante reduzida na Primeira Guerra Mundial, permanecendo inicialmente, em posição neutra e, só de fato, envolvendo-se no conflito após o ano de 1917, quando o vapor mercante brasileiro Paraná foi atacado por forças alemãs. Após o afundamento do Paraná, o Brasil cortou relações diplomáticas com a Alemanha, juntou-se aos Aliados e tratou de combater a Tríplice Entente.

Para a economia brasileira, a Primeira Guerra Mundial representou um período de desaceleração e de rearranjo das relações internacionais, como descreve Fausto (1995). Não bastasse a Guerra, a economia brasileira sofreu, posteriormente, grande baixa, com a Crise de 29, que resultou em quedas drásticas no preço do café, então principal artigo de exportação. O

desaquecimento da economia, do período entre guerras, significou, para as cidades, a desaceleração no processo de expansão e, para a arquitetura do ferro, provavelmente, diminuição no seu emprego e na sua demanda.

No ano de 1930, após a revolução homônima, chegou ao poder o gaúcho Getúlio Vargas e teve início, então, a República Nova. Vargas governou durante 15 anos; inicialmente, como governante provisório (entre 1930 e 1934), em seguida, como ditador (entre 1937 e 1945) e depois, presidente eleito (entre 1951 e 1954). Na Era Vargas, a articulação territorial brasileira consolidou-se e a indústria nacional foi fortalecida, com a realização de investimentos em infraestrutura e indústrias de base.

Simultaneamente à indústria, na década de 30 do século XX, cresciam no Brasil os pensamentos ligados à arquitetura moderna, sobretudo a corrente racionalista e funcionalista corbusiana. O Modernismo, como movimento artístico, desde a Semana de 22, alcançou então a arquitetura e, em 1929, foi construída pelo russo Gregori Warchavchik a “Casa Modernista”, tida como marco do Modernismo em solo brasileiro. Nos anos que seguiram a construção da “Casa Modernista”, a arquitetura brasileira desenvolveu linguagem modernista bastante peculiar e produziu expoentes que se destacaram internacionalmente.

O golpe de piedade foi dado, para a Arquitetura do Ferro e para as suas variantes em solo brasileiro, com a deflagração da Segunda Guerra Mundial, em 1939, e a criação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), por Vargas, em 1941, fato que representaram grandes entraves às importações brasileiras e possibilitaram a difusão das barras de aço empregadas no concreto armado.

A adoção do estilo moderno, o crescimento da indústria nacional e o consequente uso massivo do concreto armado, consolidaram a industrialização e o refinamento das técnicas construtivas brasileiras e condenaram à obsolescência as arquiteturas neoclássicas e ecléticas, repletas de telas *deployers*, de perfis laminados, de pilares, gradis, escadas e vigas em ferro fundido, verdadeiros testemunhos da história internacional da arquitetura, alguns dos quais, ainda hoje, integram a paisagem e constituem patrimônio cultural das cidades brasileiras.

4. USO DO FERRO NA ARQUITETURA SOTEROPOLITANA (1808-1939)

Como no restante do território brasileiro, até o século XIX, em Salvador, o ferro teve uso restrito às ferragens, aos canhões e a pequenos objetos. A partir de então, chegaram, sobretudo através do porto, à capital da Província da Bahia, ou nela foram produzidos, elementos construtivos em ferro, que foram empregados na construção e na reforma de residências, estações ferroviárias, instituições de ensino, viadutos e outros equipamentos urbanos. Além do contexto nacional, fatores como a situação econômica e as dinâmicas urbanas e populacionais soteropolitanas, do período estudado, relacionam-se ao emprego destes elementos arquitetônicos.

À compreensão destes fatores e de suas implicações diretas sobre a arquitetura soteropolitana, do período estudado, dedica-se o presente capítulo. Ressalta-se que aqui não se pretende fazer análise exaustiva de todos esses fatores, ou levantar as minúcias da história de Salvador (atividades que não são compreendidas pelos objetivos desse trabalho e, que já foram realizadas, de forma mais detalhada pelos autores aqui citados); pretende-se apenas trazer um panorama vasto do contexto soteropolitano no período.

4.1. Um retrato soteropolitano

No começo do século XIX, a cidade de Salvador, capital da então Província da Bahia, contava com cerca de 50 mil habitantes¹³. O aglomerado urbano soteropolitano, que se estendia, de forma descontínua, do Porto da Barra a Paripe, podia ser descrito como uma cidade de casas caiadas, com seus telhados vermelhos, espetada na encosta e emoldurada por densa massa de vegetação, tal qual a descrevem alguns dos viajantes estrangeiros que por ela passaram no período (AUGEL, 1980).

Outros dos que por aqui estiveram acrescentaram ainda que a cidade pela qual passou a Família Real Portuguesa, em 1808, quando de sua fuga, tratava-

¹³ Dados fornecidos pela Prefeitura Municipal de Salvador, disponíveis no site <www.cidade-salvador.com>, acessado em 27 de janeiro de 2017.

se de lugar sujo, fétido e não muito belo. Um deles, o viajante e historiador francês Ferdinand Denis, que esteve na cidade em 1816, chegou mesmo a afirmar que se tratava Salvador, do mais feio lugar da terra (AUGEL, 1980). Segue ilustração do ano de 1810, de autoria desconhecida, que apresenta o perfil da “Cidade da Bahia” (Figura 4.1).

Figura 4.1 – Vista parcial da Cidade da Bahia de Todos os Santos, em 1810.



Autor desconhecido. Fonte: <www.cidade-salvador.com>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.

Nesse começo de século, a população de Salvador cresceu lentamente, e a cidade chegou a meados do século XIX com 54.652 habitantes (PINHEIRO, 2011). A Soterópolis da metade do século XIX era uma cidade bastante monótona e homogênea. Bem descreve a Salvador de então o Arquiduque da Áustria, Emiliano de Habsburgo, que na cidade passou quatro dias, do mês de janeiro do ano de 1864 e, segundo o qual, a cidade tinha “os mesmos tipos de ruas e os mesmos tipos de casas...” (HABSBURGO, 1982. p. 85).

Na segunda metade do século XIX, o crescimento populacional soteropolitano foi acelerado e a cidade alcançou o ano de 1903 com 205.813 habitantes, como aponta o IBGE¹⁴. De acordo com Aguiar (1979), a Salvador de então contava com vinte mil prédios, distribuídos em dois distritos, compostos por dezessete freguesias, sendo elas: Sé, São Pedro, Santana, Conceição da Praia, Rua do Passo, Pilar, Vitória, Santo Antônio, Mares, Penha, Brotas, Pirajá, Paripe, Matoim, Passé, Cotegipe e Maré.

No ano de deflagração da segunda Guerra Mundial, segundo o citado instituto, a capital da Bahia já contava com 290.443 habitantes. A Salvador desse período não apenas se espraiava pela costa da Baía de Todos os Santos, mas também pela Orla Atlântica e por terras não banhadas pelo mar, e já sofria com

¹⁴ Dados disponíveis em <www.censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em 28 de janeiro de 2017.

a ocupação irregular. Descrevem a urbe de então os textos de Carvalho e Pereira (2008), ou, de forma muito mais poética e folclorizada, os livros do célebre escritor baiano Jorge Amado.

De acordo com os dados citados, a cidade de Salvador apresentou, entre os anos de 1808 e 1940, período bastante próximo aos limites temporais deste trabalho, um crescimento absoluto de cerca de 580%. Todo esse crescimento, pode ser explicado pelas melhorias das condições médicas e sanitárias e pelo êxodo rural, seguindo tendência geral, verificada em todo o país, conforme apontam Andrade e Brandão (2009); tendência essa, que, no caso particular da capital baiana, foi agravada pela seca (SANTOS, M., 2008).

O crescimento populacional soteropolitano deste período, também como em outras cidades brasileiras, foi convertido em alterações na morfologia urbana, no incremento das atividades comerciais e na implementação e na formalização dos serviços e de instituições públicas.

Nesse contexto de crescimento populacional, ruas foram urbanizadas, praças e avenidas abertas, a alguns dos largos existentes, embelezados. Pinheiro (2011), aponta quatro vetores de expansão urbana para este período: a Cidade Baixa; o vetor leste, para além do então canalizado Rio das Tripas; o polo do Campo Grande, ramificado pela Estrada da Vila Velha do Pereira, o Corredor da Vitória, até a Barra, espraiando-se pelos bairros do Canela e do Garcia; e a Estrada 2 de Julho, que partia da Rua da Vala (depois, rua J.J. Seabra) e seguia em direção ao Rio Vermelho.

Na primeira metade do século XIX, as alterações urbanas concentraram-se no vetor da Cidade Baixa (PINHEIRO, 2011). Neste momento, o trecho compreendido da Preguiça até Água de Meninos foi modernizado, com a execução de discretos e sucessivos aterros e com a construção de novos quarteirões. O trecho compreendido entre a Jequitiaia e os Mares consolidou-se como o vetor de ocupação orientado para a Península de Itapagipe (SAMPAIO, 2005). O crescimento urbano da primeira metade do século e a grande demanda por obras públicas conduziram o governo provincial a criar a Diretoria de Obras Públicas no ano de 1846.

Na segunda metade do século XIX, a Cidade Alta incorporou os núcleos de povoamento, até então dispersos, articulando-os ao núcleo mais antigo. Os limites que estavam compreendidos entre os fortes do Barbalho e do Santo Antônio Além do Carmo, ao norte, e de São Pedro, ao sul, foram extrapolados. O Vale do Rio das Tripas foi transposto e a ocupação avançou e se consolidou, pela segunda cumeada, onde se encontram os bairros de Nazaré, Palma e Desterro. Surgiram povoados em sítios remotos como Brotas, São Gonçalo e Cabula. Foram ocupadas as cumeadas do Matatu, da Quinta das Beatas, do Acupe de Brotas e da Estrada de Brotas. São do século XIX, algumas das sinuosas ruas e das pequenas praças ainda hoje verificadas nesses bairros (PINHEIRO, 2011).

São também, da segunda metade do século XIX, obras importantes, como a penosa contenção da encosta da cidade e a Ladeira da Montanha, inaugurada em 1878, pelo Barão Homem de Melo. Convém citar, também, as obras de calçamento das ladeiras da Conceição da Praia e da Misericórdia, da Ladeira de São Bento e da Rua Direita do Palácio; de urbanização do Campo Grande e de embelezamento da Praça do Palácio, em 1876, quando então, a praça ganhou postes e gradis metálicos, que infelizmente não correspondem aos que lá hoje se encontram. Segue panorama da cidade datado da segunda metade do século XIX (Figura 4.2).

Figura 4.2 – Vista parcial da Cidade da Bahia de Todos os Santos, em 1857, da coleção Marc Ferrez.



Fonte: <www.cidade-salvador.com>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.

No começo do século XX, as principais intervenções urbanas executadas em Salvador foram empreendidas por José Joaquim Seabra, que atuou como governador entre os anos de 1912 e 1916, e entre 1920 a 1924. Seabra, dentre

outras obras, alargou a Rua Chile, a Rua da Ajuda, a Rua Visconde do Rio Branco, a Rua do Saldanha, e abriu a Avenida Sete de Setembro.

Seabra implementou, ainda, o alargamento das ruas hoje denominadas Conselheiro Dantas e Portugal. As intervenções de Seabra calcavam-se na busca pela higiene, pela fluidez de tráfego e pela estética e, ao mesmo passo que resultaram em importantes legados para a cidade, representaram a perda de parte do patrimônio e do desenho urbano colonial que ainda restava.

De 1916 até 1930, no contexto dos entraves criados pela Primeira Guerra Mundial, poucas obras foram executadas na Capital Baiana. Somente após o ano de 1930, novas intervenções foram paulatinamente realizadas. Desse período, vale lembrar a desastrosa demolição da Sé, e a de quarteirões a ela contíguos, para a passagem dos trilhos dos bondes.

No ano de 1935, foi realizada, na capital baiana, a Semana de Urbanismo e, na década de 1940, criado o Escritório do Plano de Urbanismo da Cidade de Salvador (EPUCS), esse último com o objetivo de elaborar um plano diretor para a cidade. Esses dois eventos refletem o pensamento Moderno, que tanto contribuiu para que a Arquitetura do Ferro fosse suplantada, e marcam, para as intervenções urbanas, o fim do limite temporal deste trabalho.

As reformas citadas, executadas do ano de 1808 até a Semana de Urbanismo, tinham caráter pontual, ordenador e higienista. Refletiam a crença positivista no progresso e buscavam o embelezamento e a adequação da cidade aos padrões europeus e às novas tecnologias. As intervenções buscavam, também, suprir as demandas urbanas, controlar a população, garantir a profilaxia e a prevenção das inúmeras epidemias que, neste período, acometiam a cidade. Dessas intervenções, grande parte foi financiada por capital estrangeiro – o que explica a baixa ocorrida durante a Primeira Guerra Mundial – e realizada em regime de consórcio ou em parceria, envolvendo esforços particulares e governamentais, como relatam Trinchão (2011) e Sampaio (2005).

Para este trabalho, importa que muitas das demolições, construções e reconstruções, empreendidas nas reformas e na expansão urbanas da capital baiana do período estudado, respondem pela ocorrência dos elementos em ferro

na arquitetura soteropolitana. Em ferro eram os gradis, os postes e os coretos instalados nas praças públicas, em ferro eram muitas das vigas utilizadas nos viadutos e nas pontes, então construídas, por onde transitava a população crescente. Em ferro eram também os gradis das residências humildes, como descreve Habsburgo (1982), e os alpendres dos palacetes dos nobres e dos novos bairros, como descreve Sampaio (2005) na seguinte passagem:

Nos modernos bairros do Campo Grande, Canela, Vitória e Graça, onde habitavam muitos dos mais importantes estrangeiros da época, as mansões eram em grande parte construídas com materiais importados da Inglaterra, decoradas com belas e obrigatórias grades e escadas em ferro que ao mesmo tempo as adornavam e protegiam do mundo que lhes era exterior.

(SAMPAIO, 2005. p.187)

Simultaneamente às intervenções, leis de controle do uso do solo e normatizações, relativas aos padrões construtivos, também foram adotadas pelos poderes públicos, ao longo do período estudado. Estas medidas, publicadas sobre a forma de decretos e de posturas, tinham também caráter ordenador e higienista, e visavam conferir aspecto moderno e civilizado, próximo ao ideal europeu, à capital baiana, como bem aponta Maria Helena Ochi Flexor (2011), em seu trabalho intitulado “Salvador e o Higienismo nos Séculos XIX e XX”.

Economicamente, ao longo do período estudado, devido à desvalorização do açúcar, principal produto baiano, à valorização do café, produzido no centro-sul do Brasil, e também, aos acordos firmados entre o governo brasileiro e os produtores de manufaturados europeus, a Bahia e a sua capital perderam destaque no panorama nacional e internacional. Conforme apresenta Fausto (1995), entre 1821 e 1830, o açúcar representava 30,1% e o café 18,4%, de todas as exportações brasileiras; entre 1891 e 1900, esses percentuais mudaram para, respectivamente, 6,6 % e 64,5%.

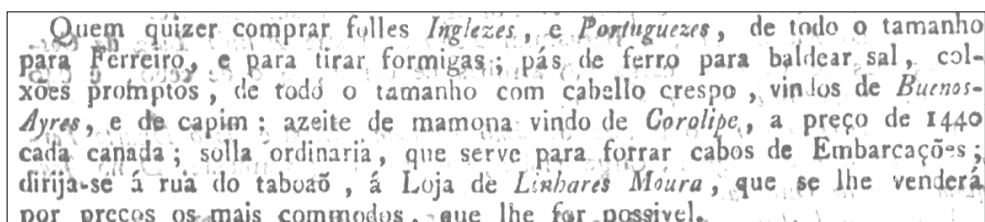
Apesar da recessão do açúcar, até o ano de 1873, como aponta Sampaio (2005), a cidade do Salvador, manteve-se como o porto mais movimentado do Brasil. Por Salvador, exportavam-se açúcar, café, couro, madeira, diamantes e fumo, e eram importados produtos industrializados (FERNANDES, 2006). O

porto de Salvador, até esse ano, ainda representava parada quase obrigatória para os navios de longa viagem; o que, por sua vez, se convertia em números consideráveis de recolhimento das taxas alfandegárias e de população flutuante, como aponta Mattoso (1978).

Dentre os produtos importados pelo porto, chegavam muitos materiais de construção, e com eles, escadas, gradis, vigas e pilares, de natureza siderúrgica, fabricados na Europa. Chegavam também barras, carvão mineral e lingotes de ferro utilizados pelos ferreiros e pelos fundidores baianos. Ao longo do período estudado, a Grã-Bretanha foi a grande parceira comercial dos baianos, no século XIX, e não raro, muitos artefatos arquitetônicos metálicos cadastrados nesse trabalho, tem origem inglesa; no fim do século, os alemães predominaram na administração das exportações baianas e, após a Segunda Guerra Mundial, os Estados Unidos emergiram como maior parceiro comercial dos baianos (MATTOSO, 1978).

A importação dos bens citados pode ser atestada pelos arquivos alfandegários e pelos jornais de então, que noticiavam a chegada dos navios estrangeiros, descriminando os produtos que chegavam ao porto soteropolitano. De igual forma, os anúncios comerciais do período atestavam a comercialização de ferro e aço em barras, de insumos e de equipamentos para as atividades da fundição e da serralheria. Seguem as cópias de alguns desses anúncios (Figuras 4.3 e 4.4), veiculadas pelo jornal *Idade do Ouro*, que circulou na praça baiana nas primeiras décadas do século XIX.

Figura 4.3 – Anúncio da venda de foles para ferreiro, veiculado no *Jornal a Idade do Ouro*.



Quem quizer comprar folles *Inglezes*, e *Portuguezes*, de todo o tamanho para ferreiro, e para tirar formigas; pás de ferro para baldear sal, colxões promptos, de todo o tamanho com cabello crespo, vinhos de *Buenos-Ayres*, e de capim; azeite de mamona vindo de *Coralipe*, a preço de 1440 cada canada; solla ordinaria, que serve para forrar cabos de Embarcações; dirija-se á rua do taboaõ, á Loja de *Linhares Moura*, que se lhe venderá por preços os mais commodos, que lhe for possível.

Fonte: *Jornal Idade do Ouro*, edição nº 47, do dia 11 de junho de 1816. p. 4.

Figura 4.4 – Anúncio da chegada de navio trazendo, dentre outros produtos, ferro e aço.

Em 21. De Londres Galera Carlota, Mestre Bento José Cardozo 39 dias de viagem, 60 pessoas de equipagem. Carga fazendas secas, e molhadas, ferro, aço, e chumbo, Dono, e Caixa Bernardo José Ferreira de Barros.

Fonte: Jornal Idade do Ouro, edição nº 65, do dia 24 de dezembro de 1811. p. 4.

No final do século XIX, a economia baiana ganhou força com a produção e a exportação do cacau e de seus subprodutos. Alguns anos depois, a Bahia já se encontrava na condição de segundo maior produtor mundial do fruto, chegando a exportar, no ano de 1920, 1.000.000 de sacas de amêndoas do fruto (ALMEIDA, R., 2009). A valorização do cacau proporcionou o enriquecimento de inúmeros proprietários de terra e de negociantes. Grande parte dos coronéis, enriquecidos pelo cacau, não habitavam as fazendas no sul da Bahia, mas sim, Salvador, e houve uma relocação espacial do poder econômico, que já não estava com os donos de engenho nas cidades do Recôncavo. Na capital baiana, esses coronéis construíam e investiam, colaborando com o aquecimento do mercado da construção civil (SANTOS, M., 2008).

Acompanhou os ciclos econômicos da Bahia, nesse momento, a criação de importantes instituições financeiras. A primeira delas foi criada, ainda no governo do D. Marcos de Noronha e Brito, o Conde dos Arcos, com o nome de Caixa de Descontos, uma filial do Banco do Brasil. Em 1834, instalou-se a Caixa Econômica, na Cidade da Bahia, que se tornou, em 1893, o Banco Econômico da Bahia. A partir de 1845, mais seis estabelecimentos bancários foram criados em Salvador (AZEVEDO, 1985), dentre eles, alguns estrangeiros, como a filial do *London and Brazilian Bank Limited*.

Esses bancos, em diversos momentos, financiaram obras públicas, a construção de edificações, as importações e a industrialização baianas. Autores, como Sampaio (2005), Fernandes (2006) e Azevedo (1985), relatam a atuação dessas instituições nesse sentido. Esses bancos fomentaram o desenvolvimento soteropolitano e, dessa forma, contribuíram para o emprego do ferro na arquitetura soteropolitana daquele momento.

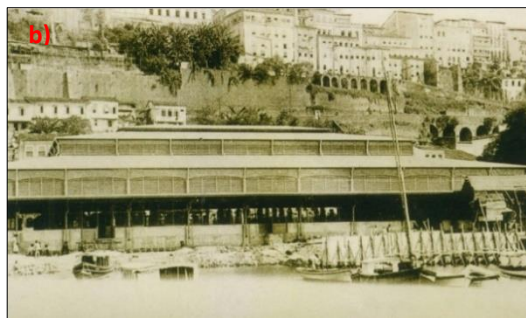
Acompanharam, também, os ciclos econômicos baianos, as intervenções no porto de Salvador. O porto soteropolitano, até o século XIX, mantinha as

mesmas características do Período Colonial: como porto, funcionava um grupo de trapiches particulares que se estendiam de Itapagipe à Gamboa, ocupando a estreita faixa de terra que era o Bairro da Praia. A partir do século XIX, pequenas obras foram sendo realizadas sem, entretanto, alterar significativamente as características do porto e sem que os donos de trapiches perdessem seus privilégios. Alguns desses projetos fracassaram: é o caso da curiosa iniciativa do 8º Conde dos Arcos de construir, em 1816, um canal no Istmo Itapagipano, ligando a Jequitaia ao Porto do Mastros.

As maiores remodelações do porto aconteceram no começo do século XX, como resposta às grandes exportações de cacau. A primeira dessas remodelações teve início em 1905, e foi realizada graças à articulação do então Ministro da Justiça, José Joaquim Seabra, e do Comendador Augusto José de Ferreira. Nessas remodelações, vastas zonas foram aterradas, loteamentos e avenidas, vias e calçadas foram criados. Foi então renovado o bairro do Comércio. As obras ganharam ainda mais força quando Seabra assumiu o governo da Bahia e implementou a sua já citada reforma urbana. Por volta da década de 40, do século XX, a região portuária já mostrava uma conformação bastante próxima da que hoje se vê.

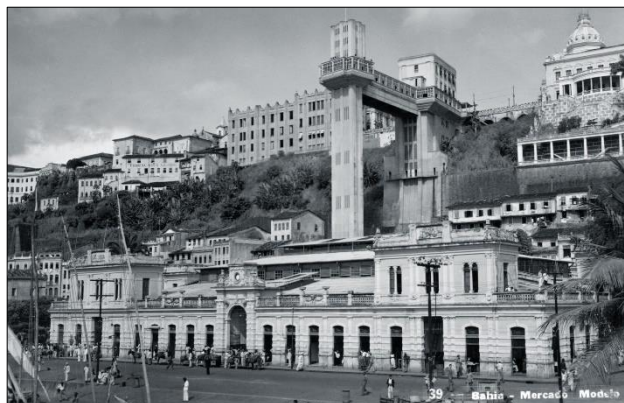
A ampliação do porto e a renovação do Comércio comportaram a construção de edificações públicas, nas quais o ferro foi largamente utilizado. Dentre elas, podemos citar a Capitania dos Portos, ou ainda o atracadouro da Alfândega, construído em 1861, que hoje funciona como centro de artesanato, e recebe hoje o nome de Mercado Modelo, que era dotado de píer metálico. Convém citar ainda o antigo Mercado Modelo (Figuras 4.5 e 4.6); erigido em 1912, era um verdadeiro exemplar baiano da Arquitetura de Ferro, que depois de construído, recebeu, de acordo com projeto de Filinto Santoro, e para ser adaptado ao gosto popular, vedação em alvenaria de tijolos (ANDRADE JÚNIOR, 2007). Esse mercado foi demolido, após sofrer um suspeito e violento incêndio, em 1969.

Figuras 4.5 – (a) Antigo Mercado Modelo em construção; (b) Antigo Mercado Modelo logo após a sua inauguração.



Fotografias de autores desconhecidos, disponíveis em <www.dezenovevinte.net>. Acesso em 20 de fevereiro de 2017.

Figura 4.6 – Antigo Mercado Modelo, em postal do ano de 1939, após intervenção executada de acordo com o projeto de Filinto Santoro.



Fonte: Disponível em <<http://www.salvador-antiga.com/>>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.

Alguns dos terrenos resultantes da ampliação do porto e dos aterros do Comércio, inúteis ao porto, permaneceram sem ocupação, até o ano de 1922, quando foram alienados pela Cia. Docas da Bahia à Imobiliária da Bahia e daí vendidos a particulares. Nos anos seguintes, foram construídos, em muitos desses terrenos, significativos exemplares em *Art Déco*, ou mesmo em linguagem moderna, que hoje integram o patrimônio arquitetônico da capital baiana e abrigam sedes de bancos, faculdades e empresas privadas. Nessas edificações, já marcadas pelo repertório do concreto armado, o ferro foi utilizado de forma parcimoniosa, figurando sobretudo em esquadrias e gradis.

Demolições, também, foram empreendidas durante as obras de remodelação do porto. Dentre as edificações demolidas tem-se os mercados

públicos São João e Santa Bárbara (SANTOS, N., 2010), a Alfândega Velha e o prédio do Consulado. Este último, segundo Azevedo (1985), tinha colunas em ferro e cobertura em zinco, e deu lugar a uma praça, que por sua vez, recebeu anos depois, em 1934 exatamente, monumento e alcunha dedicados a homenagear o Visconde de Cayru.

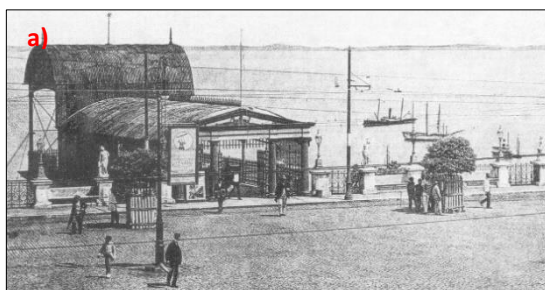
Entre os anos de 1808 e 1939, aconteceram, também, novas construções com o emprego de elementos arquitetônicos siderúrgicos, assim como a implantação e a formalização dos serviços públicos, até então inexistentes, em Salvador. Nesse período, a capital da Província Imperial e, depois, do Estado Republicano da Bahia, ganhou sistemas de iluminação, transportes públicos e de saneamento, por exemplo.

Os serviços implementados ora resultavam, exclusivamente, da intervenção e dos recursos públicos, ora das concessões e das parcerias que envolviam, além do setor público, capitais e esforços privados. O esquema das concessões permitia que o capital privado se encarregasse, em troca de lucro, das dispendiosas melhorias urbanas, que exigiam domínio tecnológico e capital, dos quais o Estado e o país, muitas vezes não dispunham. Esses esquemas de financiamento de obras públicas, verificados na Salvador do século XIX, em muito lembra as contemporâneas parcerias público privadas (PPP's), e também envolviam complexa trama de interesses e de jogos políticos, como mostra Sampaio (2005).

O capital privado, para a promoção desses serviços, organizava-se sob a forma de companhias e, em alguns casos, quiçá na maioria deles, tinha origem estrangeira, geralmente inglesa (SAMPAIO, 2005). As empresas estrangeiras mantinham, em seus países de origem, as suas sedes, e para a Bahia remetiam filiais, técnicos e administradores. Em solo soteropolitano, os estrangeiros, além de contribuírem para o enriquecimento da cultura mestiça local, como já citado, contribuíram com a criação de equipamentos de uso exclusivo e com a consolidação da ocupação de alguns sítios: são os casos dos Cemitérios dos Ingleses e do Corredor da Vitória, inicialmente ocupado pelos ricos comerciantes britânicos.

No setor de transporte, merecem destaque as companhias Veículos Econômicos e Transportes Urbanos, que fizeram circular as primeiras linhas de bonde em Salvador, em 1969 (SAMPAIO, 2005). A Companhia Transportes Urbanos, do empreendedor Antônio de Lacerda, responsável, dentre outros feitos, pela construção do Elevador Hidráulico da Conceição, o “Parafuso”, e do Elevador do Taboão (Figura 4.7). O primeiro dos dois contava com o predomínio do ferro em seu *hall* superior, enquanto o segundo era quase totalmente executado com o dito material.

Figura 4.7 – (a) Vista da estação de acesso superior, predominantemente metálica, do antigo Elevador Lacerda. Fotografia de autor desconhecido, do ano de 1878; (b) Elevador do Taboão, ano de 2016.



Fontes: (a) disponível *in* <<http://www.cidade-salvador.com>>, acesso em 14 de janeiro de 2017 e fotografia do autor.

Através de bondes, elevadores, planos inclinados e viadutos, essas e outras formas de transporte articularam horizontal e verticalmente os bairros de Salvador e a própria capital com o interior da província. Além de articular as zonas da cidade e as regiões da província, as empresas do setor de transporte público fizeram incorporar aos equipamentos de transporte da cidade, muitos dos elementos construtivos siderúrgicos que são objetos de estudo deste trabalho.

Além das empresas de transporte, merecem destaque companhias como a Empresa de Asseio e Limpeza da Cidade, a Companhia do Queimado, a *Bahia Gas Company Limited* e a *Companhia Éclairage da Bahia*, que, dentre tantas outras, e ao longo do período ora estudado, foram responsáveis, respectivamente, pela limpeza, pelo abastecimento de água e pela iluminação. Foram também agentes de destaque, nesse contexto, as figuras de empreendedores, como Rafael Ariani, Francisco Antônio Pereira da Rocha,

Bernardo Ferreira Pires e José Barros de Pimentel, pioneiros na instalação de alguns destes serviços.

A atuação dessas companhias e desses empreendedores era tão acentuada que, durante o período estudado, Salvador, apesar da recessão da economia baiana, e antes mesmo de algumas das grandes cidades do globo, já contava com desenvolvidos e avançados serviços públicos. Conforme apresentado por Sampaio (2005), nesse período, em Salvador, foram instalados serviços de bondes, de fornecimento de energia elétrica e de telefonia.

Todos os fatores citados – o crescimento populacional, as obras, os ciclos econômicos e a implementação dos serviços públicos – no período estudado, proporcionaram uma transformação rápida da realidade soteropolitana, conduzindo a antiga cidade provincial e patriarcal à modernidade dinâmica e capitalista. Como escreveu Consuelo Sampaio, na Soterópolis do fim do século XIX, “Tudo era novidade... Então, mais do que nunca, Salvador era toda movimento” (SAMPAIO, 2005, p. 262) e, nessa cidade movimentada e ávida por novidades, o ferro era mais uma das importantes inovações: uma inovação que, importada ou moldada em terras baianas, era propícia ao uso construtivo e por isso foi fartamente utilizada.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia empregada nessa pesquisa baseou-se na visita e documentação das obras que apresentam artefatos arquitetônicos em ferro, na realização de ensaios laboratoriais para caracterização sumária química e física de alguns desses artefatos, e na elaboração de diagnósticos do estado de conservação assim como na proposição de processos que possam ser empreendidos nas operações de conservação e/ou restauração dos artefatos identificados. Pela vastidão do universo pesquisado, pela dificuldade de obtenção de amostras e pelas limitações de recurso e de tempo, os ensaios laboratoriais não foram realizados para todas as peças visitadas. Entretanto, os exemplos realizados servirão como subsídio para pesquisas e intervenções que envolvam peças dessa natureza.

5.1. Documentação dos componentes arquitetônicos

A documentação é atividade indispensável para a salvaguarda dos bens patrimoniais existentes e para memória daqueles que já se perderam. Ressaltam a importância da documentação dos artefatos patrimoniais para a sua preservação os escritos de Oliveira (2008) e as muitas cartas patrimoniais, elaboradas ao longo do século XX, expostas no trabalho de Cury (2004).

A documentação precisa é requisito indispensável às intervenções de natureza restaurativa. A documentação de uma construção, ou de um elemento construtivo, deve conter seu desenho, suas dimensões, sua localização no conjunto em que se insere, sua função e seu estado de conservação, conforme apresentado para alguns dos artefatos que compõem os exemplos do presente trabalho.

5.1.1. Levantamentos físico-cadastrais

As atividades de levantamento, para os artefatos apresentados como exemplo neste trabalho, foram realizadas por meio de medições diretas, com o uso de trenas, de pentes para perfilaturas, paquímetros, níveis e fios de prumo. Todos os elementos levantados foram ainda objetos de tomadas fotográficas, em múltiplas estações, com câmera digital, semiprofissional, Sony HSC 300, com distância focal de 4 mm e tempo de exposição de 1/320s. As fotografias foram fundamentais para a tomada de medidas, por via indireta, dos elementos inacessíveis – instalados em altura ou em área não transitável. Os trabalhos de de Palácios (PALÁCIOS, 2011), Amorim e Groetelaars (GROETELAARS, 2004 e GROETELAARS; AMORIM, 2008), cujos objetivos contemplavam o registro e salvaguarda de bens culturais edificados, referenciaram atividades de levantamento físico-cadastral executadas.

5.1.2. Armazenamento e gestão das informações coletadas

As fotografias obtidas, todas em formato digital JPG, foram indexadas e organizadas em banco de dados digital. Nesse banco, os arquivos foram classificados a partir de dois critérios: a) conjunto ou obra arquitetônica ao qual pertencia a fotografia; b) tipologia à qual pertencia o objeto. Essa mesma metodologia de gestão e de armazenamento foi empregada para os demais produtos coletados e gerados no desenvolvimento desse trabalho: iconografias antigas, arquivos em formato DWG, “Apêndice A – Catálogo das obras estudadas” e “Apêndice B – Proposta de ficha para inventário”.

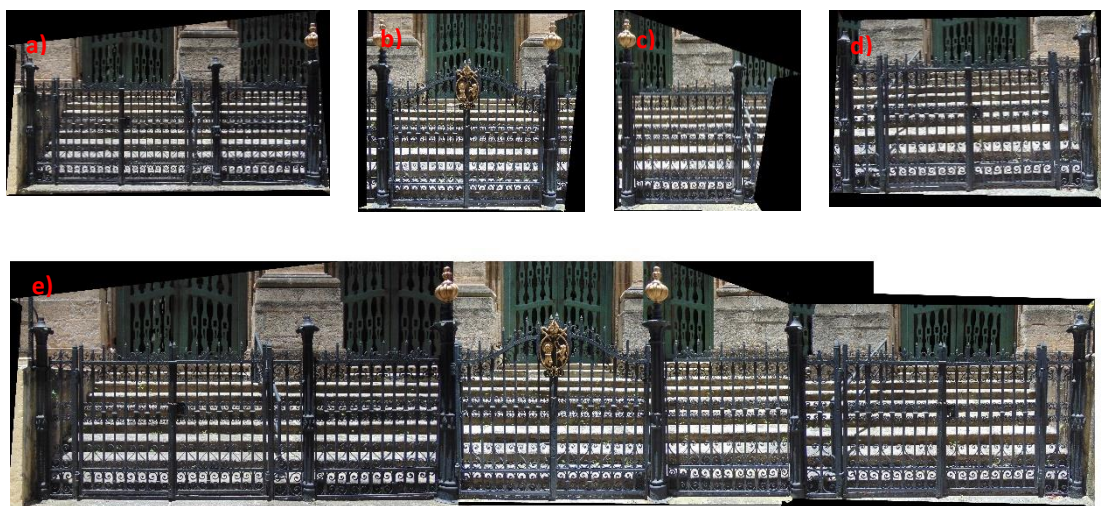
5.1.3. Restituição das informações

Depois de armazenadas, algumas imagens foram inseridas no *software* AutoCad 2010® e vetorizadas, obtendo-se delas, as restituições, através de representações vetoriais bidimensionais. As fotografias de algumas das peças levantadas, por via indireta, foram processadas através de métodos

fotogramétricos, em *software* apropriado, obtendo-se então fotografias retificadas e, a partir da vetorização delas, representações bidimensionais.

Nessas operações foi utilizado o *software* PhotoModeler®, desenvolvido pela Eos System, através do qual se pode realizar restituições, de forma digital e analítica, e executar trabalhos de fotogrametria terrestre. No PhotoModeler®, utilizando-se uma ou mais de três fotografias, pode-se obter produtos como modelos tridimensionais foto-realísticos, fotografias retificadas e grandezas dimensionais lineares. Como exemplo, seguem imagens do gradil do adro do Mosteiro de São Bento (Figura 5.1).

Figuras 5.1. (a), (b), (c) e (d) Restituições fotogramétricas parciais e (e) montagem final do gradil do Mosteiro de São Bento, instalado no ano de 1880, que foi documentado através de métodos fotogramétricos.



Fotografias do autor.

5.1.4. Catálogo das obras visitadas e proposição de ficha para inventário

No presente trabalho, algumas das informações coletadas foram organizadas e apresentadas no “Apêndice A – Catálogo das obras estudadas”. Esse apêndice apresenta um panorama das obras visitadas para a redação desta dissertação. No “Apêndice B – Proposta de ficha para inventário” é apresentada proposta de ficha para inventariação de bens siderúrgicos, que poderá ser utilizada , em pesquisas futuras.

Para a elaboração dessa ficha, foram utilizadas, como modelos, as fichas de inventários de órgãos patrimoniais, como o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) e o Instituto do Patrimônio Artístico e Cultural (IPAC). Apesar do objeto em estudo focar apenas nos elementos metálicos, a ficha foi organizada a partir das edificações, ou dos conjuntos que apresentam estes elementos metálicos, e não a partir dos próprios elementos. Isso porque entende-se que, mesmo sendo pré-fabricados e dotados de certa autonomia, o detalhe arquitetônico metálico deve ser entendido dentro de sua ambiência e só, em última instância, dela transladado.

5.2. Estudo tecnológico

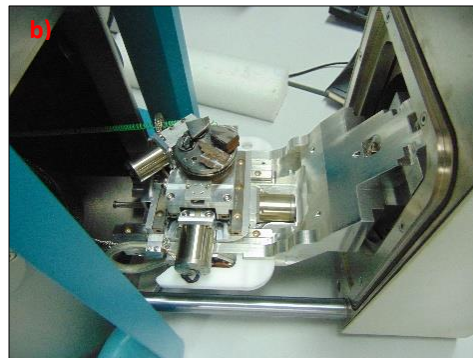
O estudo tecnológico realizado objetivou a caracterização sumária química e física dos materiais empregados na fabricação dos bens catalogados. Com esse estudo, que pelo número restrito de amostras, deve apenas ser tomado como referência para trabalhos e pesquisas futuros, foram realizadas inferências, acerca do fabrico e da origem dos artefatos estudados e nelas foram embasadas as recomendações para restauro. A microscopia eletrônica de varredura (MEV), com o uso do *Energy Dispersion Spetroscopy* (EDS), e as análises metalográficas permitiram as caracterizações químicas semi-qualitativas das amostras. A caracterização física, além de ser subsidiada pelas imagens obtidas com a microscopia, baseou-se na aferição da massas unitárias das amostras.

As microscopias eletrônicas de varredura foram executadas nas instalações do Departamento de Tecnologia Mecânica e dos Materiais (DTMM), no Instituto Federal de Educação Tecnológica da Bahia (IFBA). Os demais ensaios foram executados no Núcleo de Tecnologia da Preservação e da Restauração (NTPR), nas instalações da Escola Politécnica da UFBA.

Para a microscopia eletrônica de varredura, foi utilizado equipamento da marca Tescan, modelo Vega 3e (Figura 5.2). A obtenção das imagens foi feita tanto por elétrons retroespalhados, quanto por detecção de elétrons secundários, com aceleração de 15kV; as análises químicas semi-qualitativas

foram feitas por meio do EDS, acoplado ao microscópio, com o uso de aceleração de voltagem de 15 kV. A metalografia foi executada em microscópio Olympus BX 41, com lente ocular com aumento de 10x e objetiva, de 10x e 40x (Figura 5.3).

Figura 5.2 – (a) Microscópio eletrônico utilizado neste trabalho; (b) amostras no microscópio prontas para análise.



Fotografias do autor.

Figura 5.3 – Microscópio Olympus BX 41, utilizado para realização da metalografia nas Instalações do NTPR.



Fotografia do autor.

6. ARTEFATOS SIDERÚRGICOS: PRODUTORES E COMERCIALIZAÇÃO

Este capítulo é dedicado ao estudo da identificação e a esboços históricos dos responsáveis pelo fabrico e pela comercialização dos artefatos arquitetônicos catalogados neste trabalho, ao menos daqueles para os quais foram obtidas informações acerca da origem. Ressalta-se que as informações, ora apresentadas, não esclarecerão todo o contexto de importação e de fabrico das peças, nem tampouco tratam de todos os fabricantes e comerciantes envolvidos na produção das mesmas. De todo modo, essas informações possibilitam a compreensão de alguns dos aspectos técnicos, a realização de inferências acerca de suas características e, em muito, contribuirão para os registros da história desses artefatos.

6.1. Produtores estrangeiros

Conforme explicitado nos capítulos 2 e 3, entre os anos de 1808 e 1939, a produção siderúrgica brasileira era bastante reduzida e a maioria dos detalhes arquitetônicos em ferro, utilizados em solo soteropolitano, quando não eram produzidos no exterior e exportados para o Brasil, eram obtidos através da moldagem – forja ou fusão – dos insumos importados.

De acordo com Silva (1987), os países que se destacaram na produção da Arquitetura do Ferro, no século XIX, foram: Grã-Bretanha, França, Alemanha, Bélgica e Estados Unidos. Algumas fontes pesquisadas apontam ainda para o uso do ferro “sueco”¹⁵, mas de acordo com as pesquisas realizadas, o termo não se refere à origem das peças, já que nenhuma referência à compra de elementos siderúrgicos fabricados na Suécia foi encontrada, mas sim à denominação de barras de ferro laminado comercializadas. Como se pode conferir, nos itens que

¹⁵ Anúncios dos jornais *Idade do Ouro*, nº 36, de 13 de setembro de 1811, e da *Gazzeta Commercial da Bahia*, nº 496, de 21 de outubro de 1836, tratam da venda do ferro sueco, especificando inclusive o produto sobre a forma de barras de secção quadrada com lados de 3” a 5”.

seguem, de quase todos os citados países foram encontrados testemunhos na arquitetura soteropolitana dos anos estudados.

6.1.1. Contribuição das fundições da Grã-Bretanha

Berço da Revolução Industrial, a Inglaterra foi pioneira no desenvolvimento da arquitetura do ferro, e manteve-se como principal produtora de ferro e de seus detalhes para a construção, desde a primeira Revolução Industrial, até os anos 70, do século XIX (SILVA, 1987 e 2000). O pioneirismo na produção, associado à política imperialista, às condições especiais das quais gozavam no mercado global, ao sistema bancário e à capacidade náutica, colocaram os ingleses em posição privilegiada de domínio do mercado internacional do ferro, sendo o seu país o principal parceiro comercial baiano, até a Segunda Guerra Mundial. No levantamento realizado para este trabalho, foram encontradas peças das seguintes fundições inglesas:

- ***W. G. Armstrong & Co.***

Fundada em 1847 pelo empresário William George Armstrong, o 1º Barão Armstrong, em New Castle, com um capital de £ 19.500, e patentes avaliadas em £ 3.000, a W. G. Armstrong destacou-se pela produção de pontes, guindastes, armas e equipamentos hidráulicos. Na Grande Exposição, de 1851, foi premiada na categoria “*Hydraulic Machines, Cranes, Pile Drivers etc*” com o projeto intitulado “*Model hydraulic crane for unshipping coal sand for railway stations, dock sand quays*”. De acordo com a planta datada de 1902 (Figura 6.1), a W.G. Armstrong & Co. era capaz de produzir grande diversidade de peças, que iam desde chapas onduladas aos perfis fundidos ou mesmo laminados.

Figura 6.1 – (a) Planta da W. G. Armstrong de 1902; (b) legenda da planta da Planta da W. G. Armstrong.



Fonte: <<http://www.gracesguide.co.uk>>. Acesso em 05 de fevereiro de 2017.

Dentre os elementos citados neste trabalho, atribui-se a W. G. Armstrong & Co. a autoria do projeto e a confecção das peças fundidas e laminadas do Elevador do Taboão e do maquinário do Elevador do Parafuso, como escreveram Sampaio (2005) e Trinchão (2010 e 2011).

- **Saracen Foundry da Walter Mac Farlane & Co.**

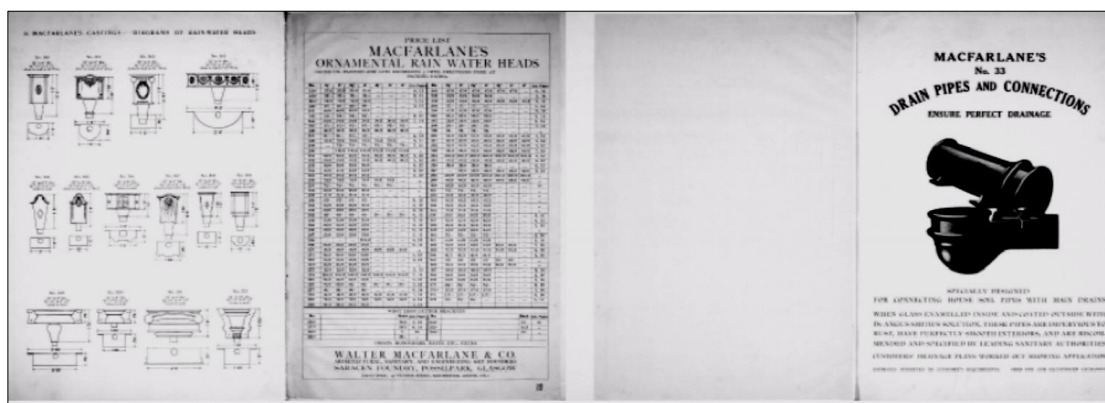
A história da Saracen Foundry confunde-se com a história da Arquitetura do Ferro: fundada por Walter Mac Farlane e James Marshall, em dezembro de 1850, em Glasgow, na Escócia, a fábrica produzia, inicialmente, apenas instalações sanitárias, como lavabos e bacias sanitárias. A partir da década de

60 do século XIX, passou a produzir calhas e canos em ferro fundido. Anos mais tarde, a produção foi expandida e a empresa passou a produzir pilares, gradis e coberturas.

No começo do século XX, a empresa em questão já produzia edificações inteiramente em ferro. Com a Primeira Guerra Mundial, e por imposições legais, a empresa voltou-se para a produção de armamentos e balas. No entre guerras, voltou-se para a produção de artefatos arquitetônicos, em linguagem moderna, e após a Segunda Guerra Mundial, diante da obsolescência da Arquitetura do Ferro, encerrou definitivamente a sua produção, em 1965 (COSTA, C., 2011).

Os exemplares da Mac Farlane's, dotados de altíssima qualidade e de fino acabamento, são facilmente identificados, isso porque trazem as insígnias do fabricante, e constam nos muitos catálogos publicados pela empresa (Figura 6.2). Esses exemplares, conforme Cacilda Costa (2011), podiam ser em ferro forjado ou fundido e eram desenhados, quando não pelo próprio Walter Mac Farlane, por um dos doze desenhistas contratados pela empresa.

Figura 6.2 – Páginas 11 a 14 do catálogo *Rain Water Heads* da *Saracen Foundry*, do ano de 1925.



Fonte: Catálogo Mac Farlane's disponível em <<https://www.issuu.com>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2017.

Os exemplares produzidos pela *Saracen Foundry* passavam por rigoroso controle de qualidade e por montagem prévia, no pátio da fábrica, antes de serem entregues para os clientes. Segundo Cacilda Costa (2011), as encomendas de produtos complexos, não raro, eram desenhadas em verdadeira grandeza. A fundição utilizava esse expediente para prever, de forma mais

evidente, as deformações e distorções inerentes ao processo de fundição. Sabe-se também, de acordo com os catálogos pesquisados, que as peças recebiam, ainda na fábrica, revestimento em pintura à óleo. Em Salvador, nos exemplares inventariados, foram encontradas peças produzidas pela Mac Farlane's no Solar dos Carvalhos.

Além das duas fundições britânicas citadas, nas fontes pesquisadas foram encontradas referências à fundição de John Watson, que tendo iniciado a sua carreira de metalúrgico na Inglaterra, atuou em Salvador como o empreiteiro e fornecedor de peças para a Estação da Calçada e para o píer da Nova Alfândega, o atual Mercado Modelo (AZEVEDO, 1985).

6.1.2. A contribuição dos fundições da França

Depois dos ingleses, segundo Silva (1987), os franceses foram os maiores produtores e exportadores da Arquitetura do Ferro. De origem francesa, na capital baiana, foram identificadas, neste trabalho, peças que remetem à seguinte fundição:

- ***Société Anonyme de Hauts-Fourneaux et Fonderies du Val-d'Osne***

O começo da história da *Société Anonyme de Hauts-Fourneaux et Fonderies du Val-d'Osne* remete ao ano de 1835, quando Jean Pierre Victor André, um dos pioneiros no uso de ferro para o fabrico de fontes (VUILLAME, 2001), constituiu a *Fonderie d'art du Val d'Osne*, na região do *Houte Marne*. Posteriormente, no ano de 1878, a fundição de Jean Pierre, que já se destacava pelo fabrico de fontes e de mobiliário urbano, comprou e absorveu a sua concorrente, a *Barbezat & Cie*, tornando-se então a *Société Anonyme de Hauts-Fourneaux et Fonderies du Val-d'Osne*.

Os quadros profissionais da *Fonderies du Val-d'Osne* apresentavam nomes de importantes técnicos e artistas, como Albert Ernest Carrier-Belleuse, James Pradier e Mathurin Moreau. Este último foi, também, por longos anos, acionista da empresa. Os trabalhos desses profissionais, marcados pela extrema

beleza e pela qualidade, garantiram à *Fonderies du Val-d'Osne*, prêmios em diversas exposições. Nas exposições de 1855 (Figura 6.3) e 1878, por exemplo, a *Val-d'Osne* recebeu, respectivamente, uma medalha de ouro e o Grande Prêmio.

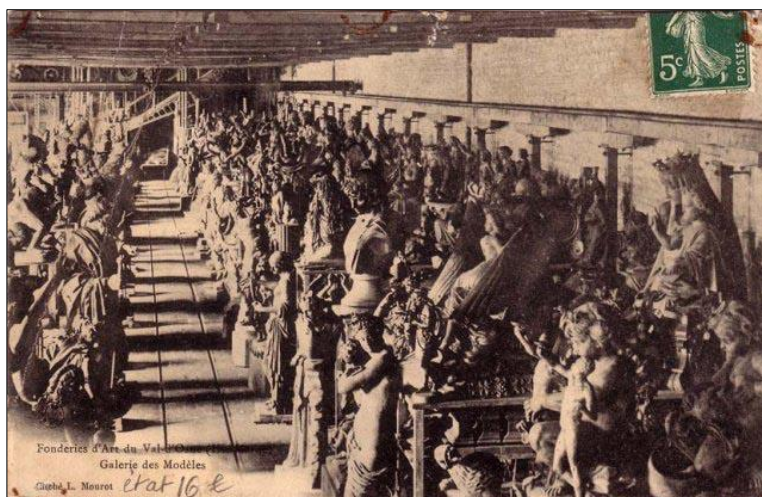
Figura 6.3 – Fotografia da Exposição de 1855, onde se vê em primeiro plano o chafariz premiado da *Fonderies du Val-d'Osne*. O modelo premiado é similar ao que se encontra instalado no Terreiro de Jesus, em Salvador.



Fonte: <<http://www.cidade-salvador.com>>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.

A qualidade e o reconhecimento obtidos pelas *Fonderies du Val-d'Osne*, aliados ao prestígio e ao imperialismo do Estado Francês, fizeram com que os trabalhos da fundição alcançassem países em diversos continentes. Produzidos em uma cidadezinha francesa, os produtos eram comercializados pela sede parisiense e pelos representantes, que de acordo com o catálogo nº 1, do ano de 1865, já se encontravam em 49 cidades espalhadas pelo globo. Segue imagem da galeria de modelos da sede (Figura 6.4), datada, provavelmente da década de 80, do século XIX, quando então, a fundição contava com nada menos que 200 modelos de vasos, 110 modelos de fontes, 600 modelos de estátuas humanas e 250 de animais.

Figura 6.4 – Galeria de modelos da *Fonderies du Val-d'Osne*.



Fonte: <<http://www.marcmaison.fr>>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.

Ao fim do século XIX, a *Fonderies du Val-d'Osne* refinava o minério de ferro, moldava peças e contava com dois alto-fornos e dois fornos de Cubilot, e desenvolvia técnicas próprias e inovadoras, como o revestimento das peças com bronze para evitar a oxidação (DOREL-FERRE, 2005). A fundição manteve-se em atividade até o ano de 1931, quando foi comprada pela *Usine de Sommevoire*, chamada atualmente de *GHM Enterprise*, e que continua produzindo mobiliário urbano.

Do patrimônio soteropolitano identificado, a *Fonderies du Val-d'Osne* responde pela Estátua da Deusa Flora, pelo Chafariz do Terreiro de Jesus e pelos grupos das praças Colombo e da Piedade.

6.1.3. A contribuição das fundições da Alemanha

Na segunda metade do século XIX, um surto siderúrgico atingiu países do centro do continente europeu, como a Alemanha e a Bélgica (SILVA, 1987 e 2009). Na capital baiana, de acordo com os bens inventariados, foram encontradas peças oriundas das seguintes fundições: Johann Schubach, de Hamburgo e a *Sociedade Anonyma antes Orenstein & Koppel*, de Berlim, que respondem, respectivamente, por elementos siderúrgicos arquitetônicos

instalados no Plano Inclinado e na Biblioteca da Faculdade de Medicina da Bahia, conforme verificado na figura 6.5.

Figura 6.5 – Emblema da *Sociedade Anonyma*, antes *Orenstein & Koppel* encontrado em vigas da biblioteca da Faculdade de Medicina da Bahia.



Fotografia do autor.

6.2. Os produtores nacionais identificados

6.2.1. A produção brasileira

De acordo com Zequini (2006 e 2009), a história da metalurgia e da siderurgia brasileiras tem início em meados do século XVI, com a descoberta das primeiras jazidas de ferro no território brasileiro. Segundo a autora, essas primeiras jazidas foram descobertas na capitania de São Vicente, e foram claramente documentadas pelos jesuítas José de Anchieta e Pero Correa, em suas cartas.

À descoberta dessas jazidas, sucederam expedições exploradoras, para prospecção mineral, patrocinadas pela Coroa ou por particulares que, em ambos os casos, contavam com a presença de experientes fundidores e de mineiros, oriundos sobretudo dos territórios portugueses e espanhóis. Dentre essas entradas prospectivas destacam-se as promovidas pelo Governador Geral, D. Francisco de Souza, e pelo mineiro castelhano Manoel João Branco, que ratificou a existência de minério de ferro, mais especificamente magnetita, no morro de Araçoiaba, em São Paulo.

A descoberta dos minérios, em São Vicente, resultou na exploração e no beneficiamento dos minérios na Serra de Araçoiaba, a partir do ano de 1597, e na construção da Fábrica de Ferro de Santo Amaro, nas imediações da Vila de São Paulo, no ano de 1607, por Diogo Quadros. Com interrupções e dificuldades, condicionadas pela existência de concessões reais e pela vinda de mestres fundidores estrangeiros, esses dois estabelecimentos funcionaram até o século XVIII e dedicaram-se à produção de barras, ferragens e utensílios.

Nesses empreendimentos, além dos minérios nacionais, eram utilizados carvão vegetal e fornos baixos, do tipo catalão¹⁶. Em tais fornos, obtinha-se ferro pastoso, rico em carvão e em impurezas. Após obtido, o ferro impuro era conduzido ao processo de pudragem, pelo qual eram retirados os maciços de escória. Nessa operação eram utilizados malhos e martelos, que poderiam ser metálicos ou em madeira. O rendimento nesses fornos, a depender do minério utilizado, era de cerca de 50%, e os fornos apresentavam capacidade produtiva de cerca de 15 kg de ferro por fornada (LANDGRAF; TSCHIPTSCHIN; GOLDENSTEIN, 1995).

Tanto em São Vicente, quanto em Araçoiaba, mecanismos aproveitavam a força hidráulica para insuflagem dos fornos e para a martelagem do ferro obtido. Esses fornos então utilizados, em muito, eram similares aos fornos de vento ou manga, descritos pelo mestre fundidor português João Pina em seu texto: “Tratado da arte de ensayar e fundir cobre, ferro e aço com o modo de fazer as fornalhas, com outras curiosidades pertencentes a dita arte”, datado do ano de 1691 (PINA, 2006).

Além dessas fundições, atuavam no território brasileiro mestres fundidores e ferreiros, que se dedicavam à fabricação de armas, ferragens, cravos, gradis e utensílios. Deve-se lembrar que, segundo Freyre (1988), os colonos portugueses e os padres jesuítas já conheciam técnicas metalúrgicas e dominavam o uso do forno catalão. De acordo com Zequini (2009), esses

¹⁶ Segundo Landgraf, Tschiptschin e Goldenstein (1995), os fornos então empregados no território brasileiro seriam similares àqueles utilizados na Galícia e não deveriam, portanto, receber a denominação de fornos catalãos. Para esses autores, que se basearam nos escritos de Wilhelm Ludwig von Eschwege, os fornos catalãos eram mais aprimorados que os fornos rústicos então empregados no Brasil. De todo modo, por ser a terminologia “forno catalão” utilizada pela maioria dos autores consultados, optou-se por mantê-la neste trabalho.

ferreiros atuavam desde o século XVI e utilizavam, sobretudo, lingotes de ferro importados. Com esses lingotes e com o uso do carvão vegetal, tais artífices promoviam novas fusões e moldavam o material ou forjavam-no, dando-lhe a forma desejada.

A partir do começo do século XIX, o panorama nacional da produção do ferro foi alterado: foram criadas fundições maiores e mais complexas, que, com a importação de capitais e tecnologias, foram dotadas de altos fornos (LANDGRAF; TSCHIPTSCHIN; GOLDENSTEIN, 1995). Obviamente, essas novas fundições coexistiram com empreendimentos mais arcaicos, que mantinham seus fornos de manga e os ferreiros, herdeiros das tradições dos mestres dos séculos anteriores.

Contribuíram para o estabelecimento desses empreendimentos modernos, fatores já citados, como a quebra do Pacto Colonial e a Independência do Brasil. Foram fundamentais, também, a adoção de medidas protecionistas, por parte do governo brasileiro, como a Tarifa Alves Branco, do ano de 1844, que taxava em 60% os produtos importados que tivessem concorrentes nacionais. Landgraf, Tschiptschin e Goldenstein (1995) lembram, ainda a importância: da atuação dos imigrantes estrangeiros, que compartilhavam seus saberes; da classe intelectual que no país residia, e o direcionamento dos capitais oriundos da extinção do tráfico negreiro.

De acordo com Zequini (2009), os primeiros alto-fornos brasileiros foram construídos em 1818, na Real Fábrica de Ferro de São João de Ipanema, que, por sua vez, havia sido fundada em 1810, em Iperó, interior de São Paulo. Segundo Landgraf, Tschiptschin e Goldenstein (1995), os altos fornos da Ipanema tinham altura de 8 metros e recebiam o ar de três foles hidráulicos. A carga então utilizada era composta por minério de ferro ustulado, calcário, escória de refino, carvão e lenha, e a capacidade produtiva era de até 1.200 kg diários de ferro gusa, com consumo de 12,5 kg de carvão por quilo de gusa produzido.

O ferro gusa, produzido na Real Fábrica de Ferro de São João de Ipanema, era lingotado em peças de 45 kg que, posteriormente, passavam por nova fusão para refino e para a produção do aço. No refino, segundo os mesmos

autores, cada lingote poderia originar até 22 kg de ferro, em barra, e eram consumidos até 17 kg de carvão para cada quilo de ferro refinado.

Dentre as fundições contemporâneas à Real Fábrica de Ferro de São João de Ipanema, pode-se citar: a Fundição d'Aurora ou *Star Foundry*, fundada no Recife, no ano de 1829; a Theodoro de Macedo Freire, fundada no Rio de Janeiro, em 1815; ou a Monlevade, instalada em Minas Gerais, em 1823. Esses empreendimentos citados, dentre os tantos outros possíveis, produziam sobretudo peças mecânicas para engenhos e para tecelagens, mas poucos componentes arquiteturais, como perfis, gradis e portões. Portanto, exemplificam a atuação das fundições brasileiras de então.

Infelizmente, a concorrência externa, a escassez de matéria-prima, a falta de mão de obra especializada e a pequena demanda interna condenaram a maior parte desses empreendimentos à falência. A Fábrica de Ipanema, por exemplo, nunca alcançou a sua capacidade máxima produtiva, nem tampouco conseguiu fazer render a magnésita paulista, rica em titânio, sucumbindo e sendo definitivamente fechada, em 1895, pelo presidente Prudente de Moraes (LANDGRAF; TSCHIPTSCHIN; GOLDENSTEIN, 1995).

A fragilidade das fundições brasileiras, do século XIX, era tanta que, para autores como Geraldo Gomes da Silva, de fato, a siderurgia nacional só se firmou a partir da década de 20 do século XX, no já explicitado contexto da industrialização brasileira. Vale lembrar que, nesse momento, o uso do concreto armado já havia sido disseminado, o Modernismo tinha ascendido, e a Arquitetura do Ferro havia sido relegada a modismo ultrapassado. Portanto, a siderurgia nacional orientou-se para a produção de máquinas, equipamento e perfis, renegando a produção de detalhes arquitetônicos, de emprego imediato, como as escadas e os gradis.

No estudo realizado para o presente trabalho, foram detectadas, igualmente, peças oriundas da Companhia Federal de Fundição, do Rio de Janeiro, que responde por postes encontrados no centro da capital baiana (Figura 6.6).

Figura 6.6 – Poste encontrado no Largo dos Aflitos, produzido pela Companhia Federal de Fundição.



Fotografia do autor.

6.2.2. Produção baiana

Parte dos bens já levantados foi produzida em território baiano, ora por fundições, que ligadas às fabricas existentes, aventuravam-se pela produção de artefatos arquitetônicos em ferro fundido; ora por ferreiros que, como profissionais, respondiam pela fabricação de gradis em ferro forjado. Ao estudo desses agentes, foram dedicados os próximos itens.

6.2.2.1. Ferreiros soteropolitanos

Os ferreiros, assim como os demais artífices, na capital da Província da Bahia, durante o período escolhido, organizavam-se em sólidas e hierarquizadas corporações de ofício. Essas corporações, tinham o caráter classista, cívico e religioso. Além de ordenar a atividade de determinado grupo profissional, ainda promoviam atividades assistenciais para seus membros e mantinham fortes vínculos com as agremiações e com as irmandades, que organizavam festividades e rituais religiosos. Segundo Ascis (2007), os ferreiros e serralheiros compunham a chamada Bandeira de São Jorge.

Na Salvador oitocentista, aquele que almejava exercer a atividade de mestre oficial, em serralheria, deveria iniciar as suas atividades como aprendiz, à semelhança das corporações ou guildas medievais, subordinado a um outro

artífice e, só depois de longo tempo, e se comprovadas as suas habilidades, poderia iniciar a sua atividade como mestre oficial. Era comum que os mestres solicitassem aprendizes junto às instituições de caridade. É o caso do conhecido ferreiro Feliciano José Torres, ao qual foi entregue como aprendiz de ferreiro o órfão Joaquim José Gomes, pelo Colégio e Casa Pia dos Órfãos de São Joaquim (ASCIS, 2007).

A graduação de um aprendiz, como mestre, requeria a sua aprovação por artífices mais velhos e experientes que, na corporação, assumiam o cargo de Juízes do Povo. Uma vez graduado, ao profissional era permitido abrir a sua oficina (ou “tenda”), seguindo, obviamente, as posturas impostas pela Câmara Municipal, que prescreviam preços e a organização das corporações classistas.

No período estudado, os ferreiros atuaram sobretudo na confecção de gradis e de portões. Para produzir essas peças, os profissionais, além dos conhecimentos de siderurgia, deveriam dominar a arte do desenho e da composição, já que, eventualmente, eram responsáveis não só pela execução, mas também pelo projeto do artefato. No âmbito dos modismos e da influência estrangeira, era também comum que os serralheiros fossem contratados para realizar réplicas e adaptações de gradis existentes, alguns dos quais, importados.

De acordo com Ascis (2007), os ferreiros empregavam a técnica da forja, isto é, trabalhavam o aço doce submetido a altas temperaturas em forjas catalãs e, através de golpes com ferramentas especiais, moldavam barras de secções quadradas, chatas, circulares e uma infinidade de volutas. Dentre essas ferramentas, os ferreiros utilizavam bigornas, craveiras, esquadros, martelos, maços, goivas, riscadores, talhadeiras, tenazes e morsas (Figura 6.7). O mesmo autor lembra que, muitos dos instrumentos empregados pelos ferreiros soteropolitanos, no século XIX, ainda podem ser conferidos nas oficinas dos raros ferreiros forjadores ainda atuantes na cidade do Salvador.

Figura 6.7 – Propaganda de fabricante de ferramentas para ferreiro, expondo algumas das ferramentas empregadas.



Fonte: Revue Metallurgique, Commerciale et Financière, nº 27, 4 de julho de 1882, p. 2.

Antes da moldagem na forja, é provável que os ferreiros realizassem métodos de refino e de eliminação de impurezas e do carvão excessivo. Admite-se essa hipótese pelo fato de que as peças siderúrgicas obtidas, via importação, para a serralheria, muitas vezes constituíam-se em ferro gusa ou em ferro de segunda fusão, inapropriado para o trabalho na forja. Ratificam essa hipótese os relatos de Ascis: “antes de executarem qualquer artefato de ferro, trabalhavam o material a frio para deixá-lo mais maleável” (ASCIS, 2007. p.13).

Ascis (2007) levanta a hipótese de que o conhecimento dos muitos ferreiros negros da Salvador, do século XIX, teria sido repassado, ao longo das gerações, pelos africanos escravizados, que há muito dominavam os trabalhos com o ferro. É provável, portanto, que a atividade de ferreiro tenha representado, para muitos grupos desassistidos e marginalizados – órfãos, crianças carentes e negros alforriados – a oportunidade de ascensão e de inserção social.

6.2.2.2. Fundições baianas

Se os ferreiros atuavam em solo baiano, desde o século XVII, as fundições e as metalúrgicas do Estado, com caráter industrial, segundo Nascimento (1997), só começaram a surgir, quando, no início do século XIX, as máquinas a vapor foram inseridas nas atividades produtivas do açúcar e dos tecidos¹⁷. Esse autor esclarece que, seguindo a lógica brasileira, as fundições aqui instaladas, produziam sobretudo, peças para engenhos, prensas hidráulicas, rodas d'água, guindastes, canos, tachos, gradis e fogões a vapor, em ferro ou em bronze. Eram, portanto, aparelhadas para fabricar ou consertar peças fabris. Pelas fontes pesquisadas, percebe-se que essas fundições, ainda que bastante aparelhadas, pouco se dedicavam à produção de componentes arquiteturais.

A ênfase dada à produção de peças para engenhos, e o descaso para com as outras possibilidades de uso das peças metalúrgicas, ficam evidentes no exame das falas dos Presidentes da Província da Bahia. Não raro, esses documentos apresentam secções específicas para tratar dos “melhoramentos da indústria do açúcar” e dos relatos de empresários estrangeiros que propagandeavam invenções promissoras, dentre as quais, peças em ferro fundido, capazes de aumentar a produtividade da indústria açucareira. Raramente abordavam a siderurgia sob a ótica construtiva. A fala do Conselheiro Antônio Ignácio d'Azevedo, recitada na abertura das Assembleia Legislativa, em fevereiro de 1847, exemplifica esses fatos:

Pode-se dizer que nenhuma indústria, tão atrasada se acha ella entre nós. Quase tudo recebemos do estrangeiro já manufacturado... não há nesta Capital huma fundição capaz de fornecer maquinas de vapor nem outras peças de que Engenhos de assucar e outras Fabricas precisão...

(D'AZEVEDO, 1847. p. 20)

¹⁷ A fala do Conselheiro Joaquim José Pinheiro de Vasconcellos, na abertura da Assembleia Legislativa, em 1843, por sua vez, ao tratar das indústrias da província, não cita a existência de fundições. Talvez seja prudente considerar que as fundições, na Bahia, surgiram a partir de meados do século XIX.

Por outro lado, convém ressaltar que, mesmo raramente, os interesses de se estabelecer fundições no solo baiano, para benefício da construção civil, eram mencionados pelas mentes mais esclarecidas, fato que pode ser verificado no *Discurso de Acta da Assembleia Geral da Sociedade de Agricultura, Commercio e Industria da Bahia*, em 31 de janeiro de 1836, declamado pelo vice-presidente da associação, o Conselheiro Miguel Calmon du Pin e Almeida, veiculado pelo Jornal da Sociedade, no dia 15 de fevereiro de 1836:

De igual utilidade repito eu, promover-se entre nós, o estabelecimento de Ferrarias ou Officinas onde sejam fabricados os instrumentos e artigos de ferro mais precisos a nossa agricultura e construção civil.

(ALMEIDA, M., 1836. p. 27)

Segundo Nascimento (1997), a maioria das siderúrgicas instaladas em solo baiano eram de propriedade de estrangeiros que, não raro, priorizavam os seus conterrâneos na ocupação dos cargos empresariais. Fernandes (2006) ratifica a colocação do citado autor e acrescenta exemplos de empreendimentos metalúrgicos de estrangeiros, que na Bahia se instalaram entre os anos de 1870 e 1880. A saber: a Fundição Ernest Eckemberg, em Santo Amaro; a Rophins Webster, em Salvador, na Jequitaia; a Cameron Smidt, no bairro de Mont Serrate e a Emydgio Azevedo, no Pilar.

As fundições baianas, do período escolhido, mostravam perfis diversos, tanto de porte, como de domínio tecnológico. Havia desde empreendimentos pequenos e individuais, como a tenda de caldeireiro e fundidor de Simão José de Sousa, em atividade desde 1802, que manufaturava sinos e pequenos artefatos (ALVES, 1976), até grandes empreendimentos, como a Fundição Todos os Santos, na cidade de Valença, grande e com caráter fabril consolidado, capaz de “fabricar maquinismos completos para os Engenhos de assucar, embarcações de vapor e quaisquer outros estabelecimentos mecânicos” (MARTINS, 1851, p. 25 e 26), como relata o desembargador Francisco Gonçalves Martins, em sua fala pronunciada na abertura da Assembleia Legislativa, em 1º de março de 1851.

Era mesmo admirável a capacidade produtiva de algumas dessas fundições baianas do século XIX. No ano de 1852, uma delas, da qual se desconhece o nome, foi capaz de produzir um grande cilindro de ferro, com cerca de 3.600 kg, para a compactação do solo, em obras de pavimentação de calçadas. Segue trecho do relatório de Dr. Francisco Pereira de Aguiar, 1º Tenente d'Engenheiros da Diretoria de Obras Públicas, extraído da fala do Presidente Provincial, o Dr. João Maurício Wanderley, recitada na Assembleia Legislativa no ano de 1854:

...A calçada central destas ruas foi contractada pela comissão, esta obra se acha concluída faltando-lhe apenas a arte que fica na explanada do Forte, e dar a ultima demão a toda a calçada; para o que mandei, autorizado pelo Governo, fundir um grande cilindro de ferro, que pesou depois de pronto 7,420 libras...

(WANDERLEY, 1854. p. 7)

Levantar as fundições que existiram e atuaram na Bahia, entre os anos de 1808 e 1939, foi uma tarefa bastante árdua, dificultada por alguns fatores. Dentre esses fatores, pode-se citar: a) a ausência de registros confiáveis de algumas dessas fundições, que apenas são, eventualmente, citadas por um ou outro autor; b) os dados contraditórios e conflitantes apresentados pela documentação oficial, que pode resultar dos diferentes entendimentos acerca de classificação das atividades fabris ou da ineficácia dos métodos censitários do século XIX e do início do século XX.

As dificuldades citadas ficam evidentes quando são comparadas, por exemplo, a fala do Presidente da província da Bahia, Conselheiro Antônio Ignácio D'Azevedo, na abertura da Assembleia Legislativa, em 2 de fevereiro de 1847, e a fala do também presidente, o Desembargador Conselheiro Francisco Gonçalves Martins, na mesma Assembleia, em 1849. Enquanto o primeiro diz que "fundições... vão se estabelecendo na província." (D'AZEVEDO, 1847. p.36), o segundo, em sua fala, afirma que a Província contava apenas com fábricas têxteis (MARTINS, 1849). É bem pouco provável que fundições, ainda que pequenas, tenham sido abertas e falido em tão curto período de tempo, ainda mais se considerada a atividade da Companhia para a Introdução e Fundação

de Fábricas Úteis à Província, criada pelo Governo Provincial, em 1841, que, segundo Azevedo (1985), foi responsável pela instalação de nada menos que três fundições na Província.

Outro exemplo das contradições que cercam a documentação oficial dos estabelecimentos fabris pode ser encontrada nas falas dos presidentes, o desembargador João Lins Vieira Cansanção de Sinimbu, de 1857, e Antônio da Costa Pinto, de 1861. O primeiro, cita três fundições em atividade na Província da Bahia (SINIMBU, 1857); de acordo com o segundo, em 1860, quando a fundição da Fábrica Todos os Santos já se encontrava em funcionamento, não existia nenhuma (PINTO, 1861). O quadro demonstrativo das fábricas existentes na Bahia, em 1939, elaborado pela Secretaria de Viação e Obras Públicas¹⁸, também registra que, naquele ano, não havia sequer uma fundição em atividade no Estado (grifo nosso). Ou os entendimentos acerca do conceito de fundição eram conflituosos ou eram inadequados os métodos utilizados para o levantamento dos estabelecimentos fabris do Estado.

Mesmo com todas essas dificuldades, conseguiu-se levantar informações acerca da história das fundições existentes, sobretudo daquelas que foram responsáveis pela produção dos bens catalogados. Os parágrafos seguintes apresentam a síntese dessas informações levantadas:

- **Fábrica Todos os Santos e Fábrica Nossa Senhora do Amparo:**

No século XIX, a Vila de Valença, ao Sul da Baía de Todos os Santos, passou por considerável surto industrial. Em meados desse século, foram ali instalados dois grandes complexos têxteis que contavam, em suas instalações, com importantes fundições: a Fábrica Todos os Santos e a Fábrica Nossa Senhora do Amparo. A primeira delas ocupou o posto de mais importante fábrica têxtil do Império (OLIVEIRA, W., 1985); ambas fizeram a vila ocupar posição de destaque no painel da industrialização brasileira.

¹⁸ Disponível no Arquivo Público do Estado da Bahia (APEB) – Setor Republicano, Caixa 2609, Documento 190.

Associa-se a instalação dessas fábricas e das respectivas fundições, em Valença, à prosperidade da vila, à existência do Rio Una e à sua proximidade, em relação aos portos então existentes. A “florescente e comercial vila”¹⁹, próxima de Salvador, e dotada de força hidráulica, era ideal para a instalação de centros produtores de tecidos grosseiros, largamente utilizados na vestimenta dos escravos, cuja demanda não era suprida pelos finos tecidos ingleses que se importava. Favoreceu, ainda, a implantação de empreendimentos dessa natureza, a abundância do algodão produzido no Brasil e a Tarifa Alves Branco, já mencionada.

A primeira, dessas duas fábricas, a ser construída, foi a Todos os Santos, cujas obras tiveram início em 1844, resultando de um empreendimento da Lacerda e Cia., firma personificada nas figuras dos empreendedores Antônio Francisco de Lacerda e John Smith Gillmer, este último, norte-americano. Contaram, os sócios, com a importante colaboração do norte-americano João Monteiro Carson, engenheiro que planejou e orientou a construção da fábrica e de todo o sistema hidráulico responsável pela captação das águas do Rio Una para a movimentação dos teares. Em 1º de novembro de 1847, a fábrica iniciou a sua produção, e por isso, recebeu a alcunha de Todos os Santos.

Dimensionada para produzir em larga escala – a Todos os Santos contava com dois mil fusos. Muito convinha à fábrica que, em suas proximidades, existissem fundições para o reparo e para a ampliação do seu maquinário. Em sua fala, no ano de 1847, o presidente da Província da Bahia, o conselheiro Antônio Ignácio d’Azevedo, discorre sobre essa necessidade:

Custarão mais de cem contos de reis as maquinas importadas pela Fábrica de tecidos de Valença para dous mil fusos que vao já trabalhar. Seria [de] irrecusável utilidade prover o estabelecimento de huma fundição de maquinas semelhantes, offerencendo-se o premio de 4º ou 5º do custo atual das maquinas suficientes para o serviço de mil ou dous mil fusos a quem construísse na província essas máquinas, montando em grande escala huma fundição. Por este meio seriam acoroçoados dous ramos de indústria, os tecidos de algodão e a exploração das minas de ferro para aproveitarmos esta

¹⁹ Descreve a vila assim, no ano de 1829, Domingos José Antônio de Rabelo, como descreve Waldir Freitas de Oliveira em seu livro “A industrial cidade de Valença: um surto de industrialização na Bahia do século XIX”, publicado pelo Centro de Estudos Baianos da Universidade Federal da Bahia, em 1985 (OLIVEIRA, W., 1985).

importante matéria que a Província de Minas já não importa de fora.

(D'AZEVEDO, 1847. p.23)

Para suprir essa necessidade, quatro anos após o início de sua produção, a Todos os Santos inaugurou uma fundição. Esta fundição, que, a princípio, produzia apenas peças e maquinário para a própria fábrica de tecidos, logo, passou a confeccionar também, peças fundidas para a construção civil e para mobiliário. Segundo o Desembargador Francisco Gonçalves Martins, presidente da província, a fundição da Todos os Santos trabalhava com ferro e bronze, e tinha capacidade de produção de peças diversificadas, como se pode conferir no seguinte trecho de sua fala declamada na abertura da Assembleia Legislativa, no ano de 1851:

Os proprietários da citada fábrica de Valença também estabeleceram agora uma fundição de ferro e bronze movida por uma grande força d'ágoa, a qual deve brevemente principiar a trabalhar, e com ella as indispensáveis tendas de maquinistas e ferrarias, tudo em ponto suficiente para fabricar maquinismos completos para os engenhos de assucar, embarcações de vapor e quaisquer outros estabelecimentos mecânicos.

(MARTINS, 1851. p. 25 e 26)

Em 1859, foi fundada, pelo Comendador Bernadino de Sena Madureira, também em Valença e no seguimento têxtil, a Fábrica Nossa Senhora do Amparo. Dez anos depois, a Nossa Senhora do Amparo foi vendida por Sena Madureira a Antônio Francisco de Lacerda, sendo, portanto, incorporada à Fábrica Todos os Santos.

Os documentos da época e os autores, que se dedicaram à industrialização de Valença, destacam a grande quantidade de operários e as boas condições de trabalho promovidas por estas fábricas. Aguiar (1979) fala de cerca de 800 operários que tinham acesso, por exemplo, à moradia e à educação para suas crianças. O conjunto das residências operárias das fábricas de Valença, quiçá, pode ter sido o primeiro exemplar da tipologia vila operária construído em solo brasileiro. Fletcher (1857), que visitou a fábrica Todos os

Santos, diz que na fundição, negros executavam todas as operações de modelagem, moldagem e acabamento das peças e dos mais complicados maquinismos.

Após a década de 60, o complexo fabril de Valença foi objeto de uma sequência de vendas e de negociações. A saber: em 1860, foi dissolvida a firma Lacerda & Cia, e a fábrica passou a pertencer ao comerciante Antônio Pedro de Albuquerque; Segundo Waldir de Oliveira (OLIVEIRA, W., 1985), em 1876, a Todos os Santos encerrou as suas atividades; em 1887, José Pinto da Silva Moreira e Domingos Gonçalves de Oliveira, sócios da firma Moreira, Oliveira & Cia, fundaram a empresa Valença Industrial, que englobou as duas fábricas de tecido, a fundição de ferro e de bronze e a Serraria Rio Una. Nesta ocasião, os empresários transferiram, para a fábrica do Amparo, o maquinário da Todos os Santos que, desde então, vivenciou completo abandono.

Contrariando as colocações de Waldir de Oliveira (OLIVEIRA, W., 1985), a pesquisa realizada demonstra que, sob a denominação de “Todos os Santos” ou de “Valença Industrial”, a fundição da fábrica continuou em operação, após o ano de 1876. Atestam a continuidade da atividade da fundição, os portões e os lampiões do Hospital Santa Izabel – que apresentam identificações da Fábrica Todos os Santos e da Valença Industrial, respectivamente dos anos de 1886 e 1890 – os bancos da Faculdade de Medicina da Bahia, datados de 1885, e o anúncio veiculado no Almanach do Diário de Notícias da Bahia, do ano de 1881 (Figura 79).

Figura 6.8 – Propaganda da Fábrica Todos os Santos, veiculada no Almanach do Diário de Notícias da Bahia do ano de 1881.



Fonte: Almanach do Diário de Notícias da Bahia do ano de 1881, p. 65.

Segundo Waldir de Oliveira (OLIVEIRA, W., 1985), a Fábrica Todos os Santos, que chegou a ser a mais importante fábrica têxtil do Império, como foi destacado, estava fadada à falência desde sua fundação. Para ele, o empreendimento apresentava uma inadequação às proporções do mercado consumidor, tanto que sempre trabalhou com menos da metade de sua capacidade produtiva. Nascimento (1997) acrescenta fatores, tais como o aumento nos custos do algodão, normalmente importado de outras províncias, e as dificuldades e altas taxas de exportação, para outras nações ou mesmo outras províncias²⁰, que favoreceram a crise da Todos os Santos, da sua fundição e das outras indústrias que integravam o complexo de Valença.

A partir da documentação pesquisada e da análise laboratorial de amostra de uma peça produzida pela Fábrica Todos os Santos, não se pode deduzir todos os métodos que nela eram empregados. Sabe-se, entretanto, que a fundição não detinha alto forno e que trabalhava com o ferro gusa ou de segunda fusão, refinando-os em forjas catalãs, e que, dava forma aos seus produtos com o uso de moldes de areia. Sabe-se também, que os fornos da fundição atingiam,

²⁰ Segundo a autora, o comércio interprovincial era taxado em até 15%.

provavelmente, temperaturas de até 1130°, suficientes para a produção do ferro fundido cinzento com grafitas tipo A.

A escolha dessas técnicas, amplamente utilizadas em solo norte-americano, e a capacidade dos fornos da fundição de Valença, deve ter sido determinada pelo engenheiro Carlson, que importou de seu país os insumos, os equipamentos e o conhecimento dos quais precisava para instalação da fábrica (OLIVEIRA, W., 1985).

Mais informações sobre os métodos utilizados poderiam ser obtidas se as ruínas da fábrica não se encontrassem tomadas pela vegetação (Figura 6.9) e se nelas fossem realizados trabalhos de arqueologia.

Figura 6.9 – (a) Desenho da Fábrica Todos os Santos, onde não são observadas representações similares aos altos fornos; (b) ruínas da fábrica no século XXI.



Fontes: (a) OLIVEIRA, 1985. p. 79; (b) <www.valencahistoriaeconomica.blogspot.com.br>, acesso em 21 de fevereiro de 2017.

Além das fundições Todos os Santos e Nossa Senhora do Amparo, nas fontes pesquisadas e, para os bens catalogados, foram citadas, como produtoras de artefatos arquitetônicos as seguintes fundições:

- **Fundição João Hilling e demais fundições de Santo Amaro**

Fundada no ano de 1844, na cidade de Santo Amaro, a fundição de João Hilling contava com maquinários que a possibilitavam “fabricar qualquer obra com toda a perfeição”, conforme dizeres do Almanach do ano de 1845 (ALMANACH, 1845, p. 238). A importância da Fundição João Hilling, para o contexto região, era tanta que o estabelecimento foi objeto dos relatos do

Presidente da Província da Bahia, o Conselheiro Desembargador Francisco Gonçalves Martins, em seu discurso, na abertura da Assembleia Provincial, no ano de 1851:

Em Santo Amaro há também uma officina em grande pé dirigida por vapor para o reparo das máquinas, e fabrico de peças destas ainda as mais importantes.

(MARTINS, 1851. p. 26)

A Fundação Hilling, provavelmente, deve ter atuado com intensidade durante a segunda metade do século XIX, tanto que mereceu destaque nos escritos de Rebouças (2016) e de Aguiar (1979). O primeiro aponta a Fundação Hilling como forte concorrente da Fundação Bahiana que, por sua vez, atuou durante grande parte da segunda metade do século XIX (REBOUÇAS, 2016, p. 68). O segundo, no seu livro *Província da Bahia*, publicado originalmente no ano de 1888, assinala a existência de importante fundição na cidade de Santo Amaro:

Existe na cidade, além de muitos alambiques, pelas margens do rio, onde se nota sempre o desagradável cheiro de mel fermentado ou dos resíduos da cachaça, um importantíssimo estabelecimento de fundição.

(AGUIAR, 1979. p. 104)

Além da fundição de João Hilling, Santo Amaro contava com outras tantas, de menor porte, mas ainda assim de importância, como as fundições de Ernesto Eremberg e a de Thomaz Hüssel. O presidente da Província, Esperidão Pimentel, ao tratar do traçado da ferrovia que passava pela cidade, afirmava: “O percurso da estrada, e a existência, em Santo Amaro de três fundições dispensam maior desenvolvimento nas oficinas d’esta estrada.” (PIMENTEL, 1885. p. 117). De acordo com as informações veiculadas no Arquivo digital da Biblioteca Nacional, das pequenas fundições da cidade de Santo Amaro, saíram peças para os Elevador Lacerda (Figura 6.10).

Figura 6.10 – Fundição santamarenses onde teriam sido confeccionadas algumas das peças siderúrgicas para o Elevador Lacerda. Fotografia de autor desconhecido, provavelmente do começo do século XX.



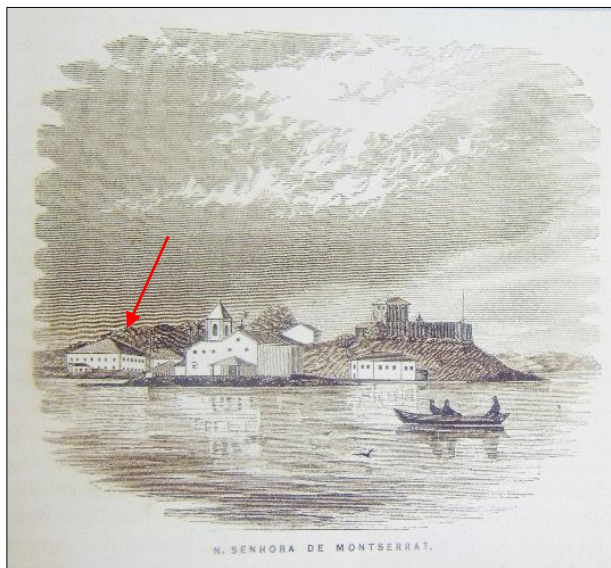
Fonte:

<http://www.objdigital.bn.br/objdigital2/acervo_digital/div_iconografia/icon585959/icon585959.jpg>. Acesso em 13 de outubro de 2017>. Acesso em 13 de outubro de 2017.

- **Fábrica Nacional de Fundição de Ferro, de Cameron & Smith, ou Fundição Bahiana**

De acordo com Rebouças (2016, p. 68), a Fábrica Nacional de Fundição de Ferro de Cameron & Smith, conhecida também como Fundição Bahiana, foi fundada, em 1851, por Eduardo Jorge Parker, nos arredores da Barra, tendo sido administrada, desde a sua fundação, pelos ingleses Richard Cameron e John Smith. Ainda segundo a mesma fonte, os administradores adquiriram a fundição no ano de 1854 e transferiram as suas instalações para as proximidades da Igreja de Nossa Senhora de Monserrat (Figura 6.11), onde funcionou por trinta anos, até que foi incorporada pela Companhia Metropolitana, do inglês Edmond Cox.

Figura 6.11 – Litografia de Daniel Parish Kidder, do ano de 1867. No sobrado, em destaque, localizado nas proximidades da Igreja de Nossa Senhora de Montserrat, na Cidade Baixa, funcionou a Fundição Bahiana.



Fonte: Rebouças, 2016. p. 69.

Citada também pelo Conselheiro Desembargador Francisco Gonçalves Martins, em seu discurso, do ano de 1852, na Assembleia da Província, essa fundição teria produzido portões para o Passeio Público. Segue citação:

Tenciono nelle fazer algumas reformas, quer no material quer no seu regulamento, tratando-se desde já da substituição das deterioradas grades de madeira, em frente do Passeio pelo fundo da Estrada do Forte, por outras de ferro com três portões correspondentes, preparado tudo na Fundição Bahiana.

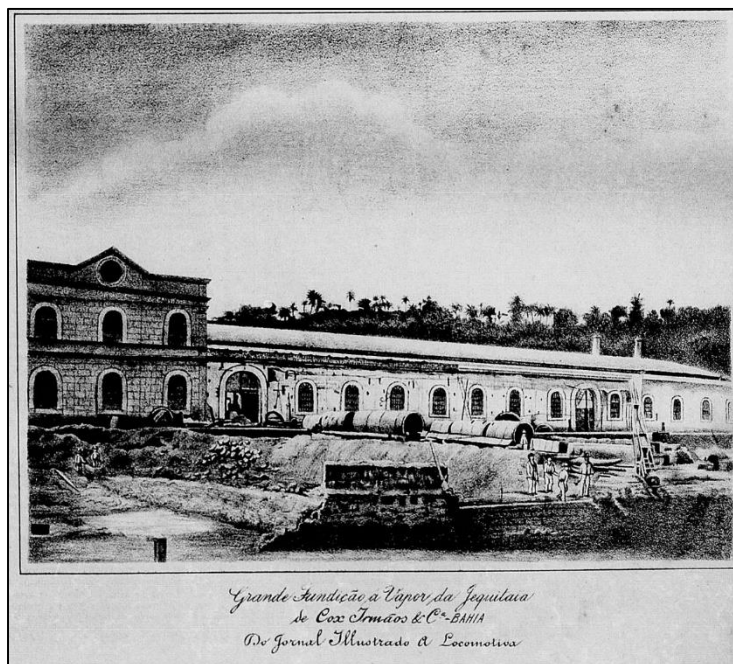
(MARTINS, 1852. p. 21)

- **Companhia Metropolitana**

Fruto do investimento de rs 500:000\$000, do engenheiro inglês Edmond Penley Cox, a Fundição da Jequitiaia, também chamada de Fundição e Fábrica de Machinas de Cox ou ainda de Companhia Metropolitana, foi fundada no ano de 1889 e ocupava completamente um quarteirão na Calçada, defronte à Estação de Trens da Calçada, nas proximidades da atual feira de São Joaquim

(REBOUÇAS, 2016, p. 116). De acordo com a edição nº 21, de 15 de agosto de 1889, do Jornal “A Locomotiva”, a Fundição da Jequitaia apresentava dimensões grandiosas, era dotada de escritório para desenho das peças, de oficina para confecção de moldes e de grandes depósitos (Figura 6.12).

Figura 6.12 – Representação da sede da Companhia Metropolitana, divulgada como capa de edição, de 15 de agosto de 1889, do Jornal A Locomotiva.



Fonte: A Locomotiva, Folha Ilustrada, nº 21, Anno I, de 15 de agosto de 1889.

O maquinário da Fundição da Jequitaia contava com todo tipo de equipamento para a fundição, para a dobra, para o corte e para a perfuração de peças de ferro fundido, de aço ou de bronze, uma completa coleção de moldes (alguns dos quais importados de Viena) e um efetivo fixo de 120 operários. De acordo com o periódico citado, com esse maquinário, a empresa era capaz de fundir até 15 toneladas diárias de ferro e de produzir peças com até 5 toneladas, que serviam inclusive para a construção civil pesada.

Os equipamentos da Fundição da Jequitaia permitiam, também, que a empresa refinasse o ferro fundido e trabalhasse com o aço, que inclusive, já era reconhecido pelo proprietário, Edmond Cox, como um material superior. Na entrevista concedida ao jornal “A Locomotiva”, publicada na edição nº 21, de 15

de agosto de 1889, disse o sr. Cox “...que tem substituído ultimamente o ferro pelo aço, por lhe oferecer mais garantias, embora de vantagens menos lucrativas...” (A Locomotiva, Folha Ilustrada, nº 21, Anno I, de 15 de agosto de 1889).

Das edificações pesquisadas para a realização deste trabalho, a marca da Companhia Metropolitana foi encontrada na escadaria da antiga Faculdade de Medicina da Bahia (Figura 6.13), no Terreiro de Jesus.

Figura 6.13 – Plinto de uma das colunas que sustentam a escada da Faculdade de Medicina, com identificação da Companhia Metropolitana, e datada de 1892.



Fotografia do autor.

Além das fundições citadas, Salvador, no período estudado, contou ainda com as fundições Ponta d'Área, citada por Wanderley (1854), e com as fundições dos Irmãos Azevedo, a de Francisco Oliveira, a de Kopkins Webster, localizadas no Pilar, citadas por Henriques (1872) e pelo Almanach da Família, de 1877.

6.2.2.3. Materiais e insumos utilizados na Bahia

De acordo com a documentação levantada, as fundições e ferreiros baianos empregavam, em seus trabalhos, carvão de origem vegetal ou mineral, e o ferro, possivelmente sob a forma de gusa ou de segunda fusão. Os ferreiros, compravam o ferro, em forma de barras ou de lingotes e, empregando o método

de forja já citado, transformavam-no. As fundições, por sua vez, com o mesmo material, produziam colunas, gradis, portões e peças para os usos navais e industriais.

De acordo com as fontes pesquisadas, estima-se que a maior parte dos insumos utilizados nas atividades siderúrgicas baianas, no período estudado, era importada, ora de outras províncias, ora do exterior. A importação de tais produtos, além de satisfazer à demanda dos fundidores e dos ferreiros baianos, agradava às empresas estrangeiras, aos importadores e aos comerciantes – muitos dos quais estrangeiros – que se beneficiavam das relações comerciais estabelecidas com o Brasil e, a partir delas, construíram vultuosas fortunas.

O carvão mineral, ou de pedra, como era chamado, era importado da Inglaterra (SAMPAIO, 2005), até os fins do século XIX, e, além de ser utilizado pelos ferreiros e pelas fundições, era empregado como combustível de máquinas à vapor e para geração de hidrogênio²¹, utilizado na iluminação pública. A importação era justificada, já que as reservas nacionais, conhecidas no sul do Brasil, contavam com carvão de péssima qualidade e, só a partir do começo do século XX, jazidas de bom carvão mineral foram encontradas e exploradas em Santa Catarina (LEMOS, R. 2012). É possível que, a partir de então, os produtores baianos tenham utilizado carvão mineral nacional. O carvão vegetal utilizado tinha origem local, sendo feito a partir da queima, por dias consecutivos, da madeira retirada das matas abundantes da província baiana.

Dentre os comerciantes de carvão de pedra, destaca-se a família inglesa Pellew Wilson, envolvida também na instalação da Empresa Baiana de Telefonia, em 1884 (REBOUÇAS, 2016). A fortuna da família Pellew foi convertida, dentre outros bens, na construção de uma generosa residência que, décadas depois, passou a propriedade da Igreja e a ser chamada de Palácio dos Cardeais, localizada no Campo Grande. A concentração de comerciantes de carvão deve ter dado a toponímia à Rua dos Carvões, no bairro do Santo Antônio Além do Carmo.

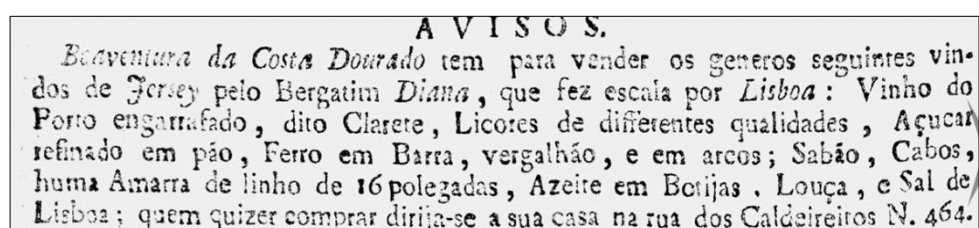
²¹ A geração do hidrogênio a partir do carvão é atestada pelos escritos do engenheiro Cyrillo Eloy Pessoa de Barros, apresentados no relatório do presidente da província, Barão de São Lourenço, na abertura da Assembleia, no ano de 1869 (LOURENÇO, 1869).

O ferro empregado pelas fundições, e pelos ferreiros baianos, era também importado de outros países, pelo menos, até as últimas décadas do século XIX. Nesse momento, foram instituídas, em Minas Gerais, a Usina Esperança e a Companhia Siderúrgica Mineira, que, segundo Suzigan (1986), produziam ferro gusa, em larga escala, podendo fornecer para outras províncias. É sabido também que, na segunda metade do século XIX, a Real Fábrica de Ferro de São João de Ipanema forneceu ferro gusa para obras executadas na Bahia, como relata o presidente da província, Esperidão Eloy de Barros Pimentel (1885).

Curiosamente, Durval Aguiar, em seus escritos, publicados na segunda metade do século XIX, constatava a existência de jazidas ferríferas exploráveis na Bahia – “85% de ferro sobre pedra” (AGUIAR, 1979, p. 308) – e, ainda mais, lamentava a inexistência de empreendimentos capazes de explorá-las.

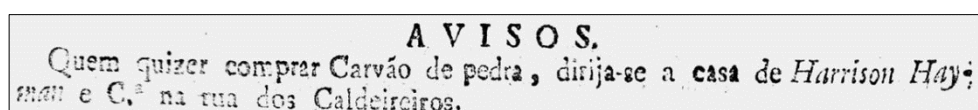
Propagandas de lojas de carvão e de ferro eram bastante comuns nas páginas de jornais. Era comum, também, que os jornais anunciassem a chegada de navios, que dentre outras mercadorias, traziam ferro em seus lastros, conforme mencionado (Figuras 6.14, 6.15 e 6.16).

Figura 6.14 – Anúncio da venda de ferro em barra, vergalhão e em arcos, veiculado no Jornal a Idade do Ouro.



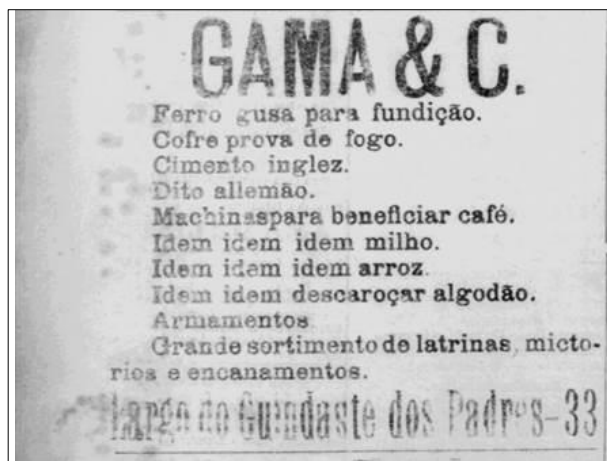
Fonte: Jornal a Idade do Ouro, edição nº 20, do dia 19 de julho de 1811. p. 4.

Figura 6.15 – Anúncio da venda de carvão de pedra, veiculado no Jornal a Idade do Ouro.



Fonte: Jornal a Idade do Ouro, edição nº 21, do dia 23 de julho de 1811. p. 4.

Figura 6.16 – Anúncio da venda de ferro em gusa para fundição, veiculado no Jornal de Notícias do dia 23 de abril de 1892.



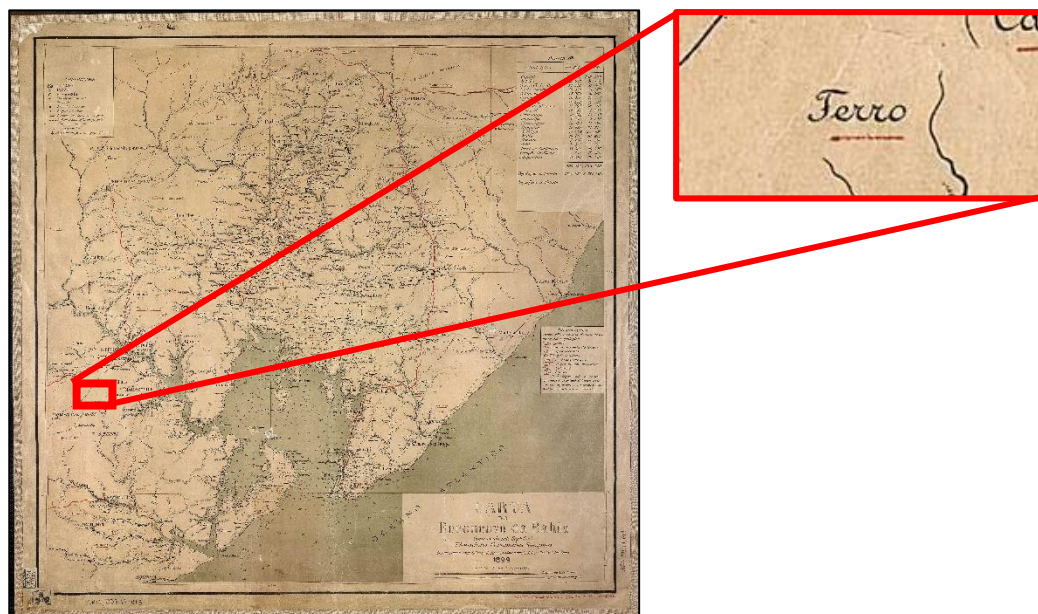
Fonte: Jornal de Notícias, ano XIII, edição nº 3.725, do dia 23 de abril de 1892. p. 5.

Os altos custos da importação do ferro e do carvão preocupavam os comerciantes e os membros do governo. Estes últimos vislumbravam, na produção interna de carvão e de metais, o desenvolvimento da indústria siderúrgica local. Para localizar eventuais jazidas, o Governo da Província patrocinou expedições prospectivas não exitosas e chegou mesmo a contratar especialista estrangeiros para estas operações.

As falas dos presidentes da província, Conselheiro Antônio Ignácio d'Azevedo e o Doutor João Maurício Wanderley, na Assembleia Legislativa, nos anos respectivos de 1847 e 1855, explicitam essas preocupações: “As máquinas a vapor... são de difícil costeiro por mendigarmos de paiz estranho o carvão de pedra.” (D’AZEVEDO, 1847), enquanto Wanderley lamentava o fracasso de uma expedição dirigida a Maraú para procura de carvão mineral (WANDERLEY, 1855).

Sabe-se, como atesta o mapa do Recôncavo elaborado pelo engenheiro Theodoro Sampaio (Figura 6.17), que no fim do século XIX, o minério de ferro já havia sido oficialmente encontrado no Recôncavo Baiano, nas proximidades da Serra da Copioba. É sabido, também, que jazidas exploráveis na Bahia já eram conhecidas em 1911, como atesta a mensagem do governador do estado, João Ferreira de Araújo Pinho (PINHO, 1911).

Figura 6.17 – Carta do Recôncavo da Bahia, do ano de 1889, organizada por Theodoro Sampaio. Em destaque, uma das indicações de jazida de ferro.



Fonte: <<http://www.bdlb.bn.br/acervo/handle/123456789/433497>>. Acesso em 15 de novembro de 2017.

Infelizmente, no século XX, conforme demonstrado no capítulo 3, a ascensão do estilo moderno, do concreto armado e da siderurgia do sudeste do Brasil, conduziram à obsolescência da arquitetura do ferro fundido e do léxico eclético que a ela estava associado. É provável, portanto, que os minérios baianos nunca tenham sido empregados pelas fundições e pelos ferreiros que, na Bahia, se estabeleceram no período estudado.

6.2.2.4. Importação e comércio de peças em ferro

A comercialização dos elementos construtivos em ferro, no período estudado, envolvia vultuosas somas de dinheiro e os interesses de importadores, de comerciantes e de autoridades públicas que, com o uso desses elementos siderúrgicos, conseguiam altos lucros. Nas fontes pesquisadas, foram encontrados relatos diversos de conflitos gerados pelo emprego, ou pela recusa, de alguns profissionais a empregar esses elementos; conflitos que lembram as polêmicas e os esquemas contemporâneos envolvendo *lobbies*, políticos, e grandes construtoras.

Dentre esses, são notáveis, os casos de André Przewodowski e do engenheiro Manoel da Silva Pereira. André Przewodowski e Antônio de Lacerda, que foram responsáveis, respectivamente, pelo projeto da Alfândega (atual Mercado Modelo) e do Elevador Lacerda (nas suas primeiras feições), recusaram-se a utilizar exclusivamente o ferro fundido em seus projetos, contrariando os interesses de autoridades e de comerciantes, gerando assim, conflitos com os órgãos de fiscalização. O engenheiro Manoel da Silva Pereira, por sua vez, demonstrou indignação com a compra precipitada de peças de ferro para as obras da Casa de Prisão. Descontente com a situação, escreveu o engenheiro em seu relatório²²:

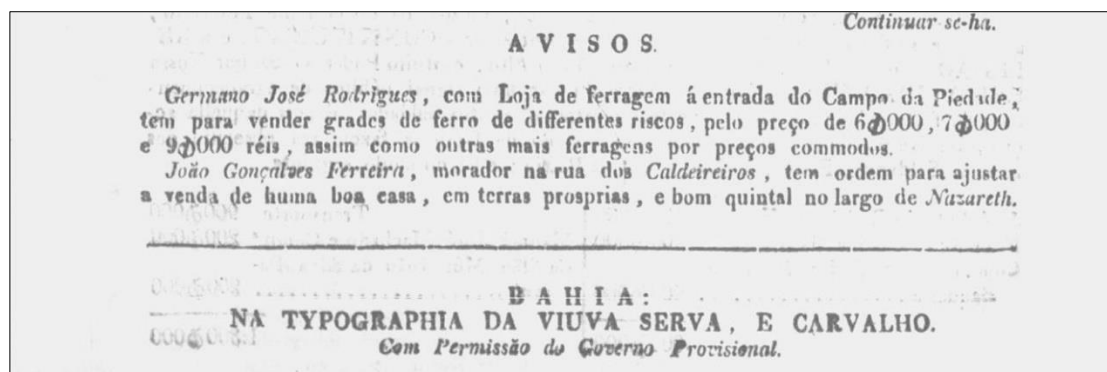
Não sei que razão tinha o engenheiro, que dirigia antes de mim a obra, para mandar vir tão grande porção de varões e chapas de ferro, como se por ventura todos os raios estivessem prontos, agravando a despesa feita, não em razão só do capital empatado, como no accrescimento da despesa que de tempos em tempos há de se fazer para evitar a oxigenação do ferro, e prompto deterioramento, a não prevenir-se a mesma oxigenação; parecendo-me por tanto a mim mais conveniente que taes ferros se mandassem buscar passo a passo, e à medida que se construíssem novos raios.

(PEREIRA, M. S., 1855. p 2. *In* WANDERLEY, 1855)

Os escritos de Alves (1976) e Ascis (2007) dão conta de que os ferreiros soteropolitanos desenvolviam suas atividades como profissionais liberais, associados às categorias classistas, e que produziam seus artefatos mediante a encomenda direta dos clientes, fossem eles públicos ou privados. Alguns jornais pesquisados, referentes ao período estudado, demonstram que alguns profissionais, ferreiros ou comerciantes intermediários, dispunham de gradis e ferragens em seus estoques. Trabalhavam, portanto, com o sistema de pronta-entrega. Atestam esses fatos os dois anúncios que seguem, reproduzidos de um dos exemplares de “Idade do Ouro” do ano de 1821 e outro de “O Capital”, de 1926 (Figuras 6.18 e 6.19):

Figura 6.18 – Anúncio veiculado no jornal Idade do Ouro, edição nº 19 de 21 de fevereiro de 1821. A loja de Germano José Rodrigues contava com grades a pronta entrega.

²² Esse relatório integra a fala do presidente da província, o Doutor João Maurício Wanderley, na abertura da Assembleia Legislativa da Província, em 1º de março de 1855.



Fonte: Jornal a Idade do Ouro. Edição nº 19, de 21 de fevereiro de 1821.

Figura 6.19 – Anúncio de oficina de ferreiro veiculada no jornal “O Capital”, na edição de 11 de novembro de 1926.



Fonte: Jornal O Capital. Edição do dia 11 de novembro de 1926.

As fundições nacionais, assim como os ferreiros soteropolitanos, ofereciam também seus produtos através de anúncios publicados em periódicos e, pelos dizeres veiculados nesses anúncios, não dispunham de produtos para a pronta entrega (Figura 6.20). Infelizmente, as fundições locais não produziram catálogos, ou, se produziram, nada deles foi encontrado nas fontes consultadas durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Figura 6.20 – Anúncio de Fundição da Jequitaiá, publicado no Almanach do Diário de Notícias de 1881.



Fonte: Almanach do Diário de Notícias de 1881. p. 167.

Os produtos oriundos das fundições estrangeiras eram ofertados por meio de importadores intermediários que, em pequenas quantidades, vendiam gradis, perfis e tintas para os consumidores locais. Alguns desses importadores eram representantes diretos e exclusivos de firmas estrangeiras, outros não mantinham vínculos de fidelidade com os produtores do exterior. Como os ferreiros e as fundições nacionais, os importadores divulgavam seus serviços em jornais e em revistas de grande circulação (Figura 6.21).

Figuras 6.21 – Anúncio de representantes comerciais, responsáveis pela importação de artefatos siderúrgicos. O primeiro (a), de A. Balbino Carvalho, veiculado na edição de 16 de outubro de 1926 do Jornal A Capital, representava diretamente as firmas *Brasil Trading Company S. A.* de Bruxelas e a *Osterrieth Company Limited* de Londres. O segundo (b), anúncio da Samuel Varjão e Cia., veiculado no periódico *Bahia Illustrada*, do ano de 1917, e que não representava diretamente nenhum produtor, mas atuava como importador direto de produtos ingleses.

a)

A. Balbino Carvalho

SUCESSOR DE

Carv lho & Fiusa Ltda.

REPRESENTANTE DA **BRASIL TRADING COMPANY S. A. DE BRUXELAS E OSTERRIETH COMPANY LIMITED** de LONDRES

Agente e depositário do afamado cimento Portland - "Negro Brand" Cabeça de Negro).

Tem constantemente em depósito: esta superior marca, em barricas de 60 e 180 ks. Único recebedor e depositário do Superior Azeite de "A melhor marca que vem ao mercado" em latas de 1 e 10 ks. líquidos.

ALVAIADE BELGA VIEILLE MONTAGNE IX, lacre vermelho genuíno.

ARAME FARPADO de 12 1/2 e 14.

AZULEJOS BRANCOS 15 x 15 x mm.

ARAME LISO GALVANISADO em rolos de 30 ks, rolos de 1/2 kilo.

CIMENTO BRANCO para estuque.

Recebe diariamente as melhores cotações para pedidos de importação em todos os artigos que fazem parte do commercio das suas representadas.

Orgamento para instalações completas de machinaria para qualquer industria.

Fornecedor de material para Estradas de Ferro dos Estados e particulares.

Endereço Telegraphico **A Balbino**
CAIXA POSTAL N. 241

Rua do Commercio, 2 - 1.º andar

N. 115 TEL. C. 1366

b)

SAMUEL VARJÃO & C.





GRANDE ARMAZEM DE CABOS, LONAS, TINTAS, OLEOS E FERRAGENS

O clichê acima mostra-nos o grande estabelecimento sob a firma Samuel Varjão & C., um dos mais conhecidos e importantes da capital bahiana.

Fundado em 1884 pela firma Joaquim Moreira, com um serviço de embarcações para cargas e descarga de navios e vapores, foi adquirido em 1908 pelo Sr. Samuel Varjão que até então geria com actividade e competência aquella firma.

Dotado de um espírito progressista, o novo proprietario ampliou o negocio desse estabelecimento, no qual se encontram constantemente todos os artigos para embarcações, expostos, pinturas, lacaes, cordões de ferro, alunas, etc., sendo especialista em tintas, oleos lubrificantes, soda caustica, ferro, carboneto, lonas, fios de seda e algodão, arames liso e farpado, telhas zincadas, chapas de ferro simples, zincadas e de mistas, cabos de Cano, manilha, linho e aço, etc., vargates de ferro e polido, e outros muitos artigos entre ao progresso.

Essas mercadorias são directamente importadas das principaes fontes mundiaes, que são Inglaterra, Estados Unidos, França, e outros paises produtores em grande escala, sendo esse o motivo do credito crescente do estabelecimento, poisquanto a seu chefe não poupa esforços em geral e no concerto publico não só pela qualidade dos artigos, sendo ainda pelos seus preços racionais, tendo grande movimento de vendas não só na capital, mas para o interior do Estado e Estados vizinhos que lhe proporcionam um notavel movimento.

A firma actual é composta do Sr. Samuel Varjão e seu joven ffilho Samuel Varjão Junior, que, seguindo as pegadas de seu digno genitor, trabalha com actividade e prociencia.

O predio é situado em excellento ponto da cidade bahia, as Ruas Dr. Miguel Calmon e Princesa - n.º 2, achando-se proximo dos principaes pontos de embarque e desembarque por mar.

2, RUA DR. MIGUEL CALMON, 2

Endereço telegraphico **NEPTUNO** — Caixa Postal 139

BAHIA

Fontes: respectivamente, Jornal A Capital, edição do dia 16 de outubro de 1926 e Bahia Illustrada, edição de dezembro de 1917.

As companhias responsáveis pelos serviços públicos, os empreiteiros e outros grandes consumidores, negociavam os produtos siderúrgicos importados, dos quais necessitavam, diretamente com os produtores estrangeiros, dispensando a ação dos atravessadores. Atestam esses laços dos grandes produtores com os fabricantes estrangeiros os documentos da seção Alfândega, do Arquivo Público do Estado da Bahia, onde são registradas listas de tubos, chapas, barras, parafusos e pregos siderúrgicos importados, por exemplo, em nome de empresários como Antônio de Lacerda, Paulo Pereira Monteiro e Francisco Justiniano de Castro Rebello.

Há ainda casos, como o do inglês John Watson, que após atuar como fundidor na Inglaterra. Veio ao Brasil e passou a atuar como empreiteiro e

intermediário. Em Salvador, Watson coordenava obras e intermediava a compra de artefatos siderúrgicos importados das fundições de sua família.

Quanto às importações de produtos siderúrgicos, convém ainda acrescentar as considerações de Silva (2009). Em seus escritos, esse autor lembra que os fretes da importação para a América Latina não representavam acréscimos consideráveis no preço do produto, já que o traslado acontecia nos lastros de navios, que se dirigiam aos países americanos para a busca de matérias-primas. O autor cita que a carga dos edifícios metálicos era disputada pelos comandantes de navios, uma vez que o peso das peças siderúrgicas, era conveniente para a estabilização das naus.

7. TIPOLOGIAS CATALOGADAS E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS COM USO DE ARTEFATOS SIDERURGICOS EMPREGADAS

Esse capítulo é dedicado à exposição das técnicas construtivas encontradas nas obras documentadas (Ver Apêndice A – Catálogo das obras estudadas). Nele, são apresentadas, também, informações técnicas, retiradas de manuais de construção do período estudado, que de forma direta ou não, devem ter balizado a instalação dos artefatos arquitetônicos inventariados.

7.1. O ferro nas estruturas

O mais promissor emprego dado às ligas siderúrgicas nas construções do período investigado foi a fabricação de componentes estruturais. Utilizado na moldagem de vigas, pilares, conectores, tirantes e treliças, o ferro possibilitou a construção de estruturas arrojadas e eficientes, como colunas e pilares esguios, ou como coberturas que venciam generosos vãos, tão necessários aos programas arquitetônicos surgidos com o crescimento das cidades. Sobre o emprego do ferro nas estruturas, escreveu Dempsey (1851):

*The most important applications of iron for building purposes may be classed under the two heads of vertical supports, as in columns, standards, and pillars; and horizontal supports, as girders, beams, joints, lintels, and similar members*²³.

(DEMPSEY, 1851. p. 137)

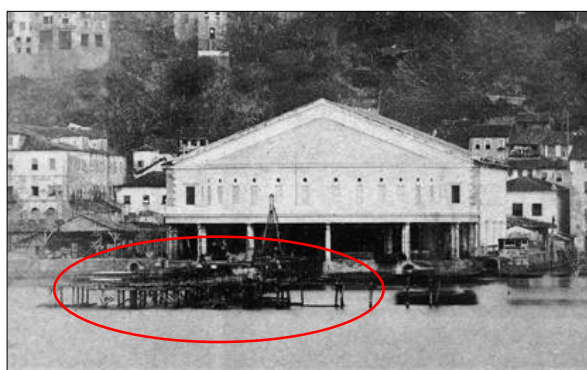
Os itens que seguem demonstram as tipologias estruturais, nas quais o ferro foi empregado na arquitetura soteropolitana do período estudado.

²³ “As aplicações mais importantes de ferro para fins de construção podem ser classificadas sob as duas cabeças de suporte vertical, como em colunas, escoras e pilares; e suportes horizontais, como vigas, traves, juntas, lintéis e membros similares.” Tradução do autor.

7.1.1. Fundações

Dos documentos pesquisados, os únicos registros que fazem referência clara ao emprego de peças siderúrgicas, na execução de fundações, dizem respeito às obras do píer (ou ponte, conforme relatos históricos) da Alfândega, atual Mercado Modelo: peças metálicas com a extremidade rosqueada foram cravadas, como estacas, no solo submarino (Figura 7.1).

Figura 7.1 – Alfândega, atual Mercado Modelo, com seu píer. Fotografia de 1860, de autoria de Rafael Castro y Ordoñez.



Fonte: Fotografia de Rafael Castro y Ordoñez. Disponível in <<http://www.cidade-salvador.com>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2017.

Acerca dessa obra, escreveu o Presidente da Província, o Conselheiro Antônio Coelho de Sá e Albuquerque, em seu relatório, no ano de 1863:

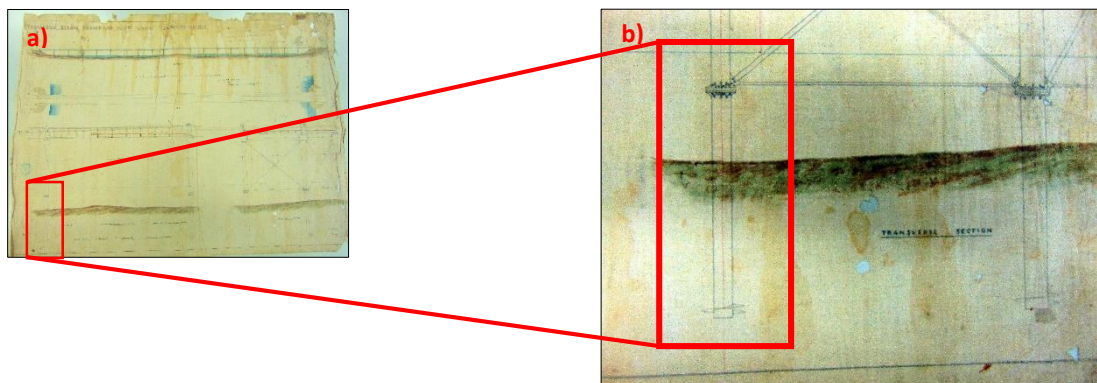
A ponte de ferro d'Alfandega, cuja construção foi contractada com John Watson, é feita de chapas de ferro em forma de duplo T e em número de 168 assentadas sobre o mesmo número de columnas de ferro fundido, que munidas na parte inferior de um passo de parafuso forão enterradas por meio de cabrestantes até a profundidade que varia de 7 a 9 pés.

(ALBUQUERQUE, 1863. p. 55)

Estima-se que essa técnica tenha sido largamente empregada em outros cais, construídos no mesmo período, já que ela foi verificada, por exemplo, no projeto da *Paraguassu Steam Tramroad Company*, para uma ponte ferroviária, não executada em Cachoeira, cujas plantas encontram-se no Arquivo Público do Estado da Bahia (Figura 7.2). Por isso acredita-se, que estacas metálicas

tenham sido também empregadas no Elevador do Taboão e no prédio do antigo Mercado Modelo, este último inteiramente metálico (AZEVEDO, 1985).

Figura 7.2 – (a) Projeto de ponte ferroviária, para a cidade de Cachoeira, da *Paraguassu Steam Tramroad Company*; (b) detalhe das estacas cravadas previstas pelo projeto.



Fonte: Arquivo Público da Bahia, planta disponível sob registro nº 167.

7.1.2. Superestrutura

Como superestrutura, os elementos construtivos siderúrgicos foram encontrados em edificações onde predominam os sistemas estruturais lineares, isso é, onde as cargas são suportadas e conduzidas da cobertura e do corpo da edificação às fundações, por meio de pilares e vigas (SALES; MUNAIAR NETO; MALITE; DIAS; GONÇALVES, 2009).

7.1.2.1. Pilares, pilastras e colunas

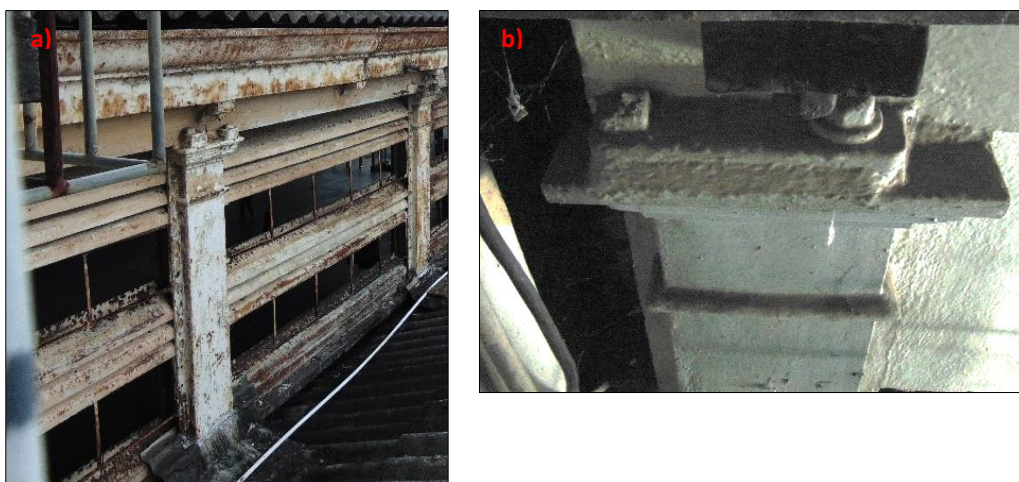
Nos sistemas estruturais lineares, os elementos verticais de transmissão de carga são, genericamente, chamados de pilares (SALES; MUNAIAR NETO; MALITE; DIAS; GONÇALVES, 2009). Baseado no seu desenho e na sua localização, em relação aos elementos construtivos de vedação de uma edificação, os pilares podem receber diferentes denominações: colunas, quando apresentam secções circulares ou poligonais e ocorrem desvinculados dos elementos de vedação, sendo passíveis de visualização plena; pilastras, quando ocorrem semiembutidos nos elementos construtivos de vedação, sendo parcialmente visíveis e, pilares, quando apresentam secções não curvas,

podendo ocorrer embutido ou não nos elementos de divisão do espaço. Os pilares, a depender de seu porte, podem receber ainda a denominação diminutiva de pilaretes ou de pontaletes, estes últimos utilizados no sustento de coberturas.

No período estudado, as vantagens apresentadas pelo ferro – sobretudo a sua trabalhabilidade e a rapidez de montagem das estruturas, dentre tantas outras já citadas nesse texto – aliadas aos interesses econômicos e comerciais, fizeram com que o metal, principalmente sobre a forma fundida, fosse amplamente empregado no fabrico de pilares. As vantagens e o uso dos pilares metálicos eram difundidos pela literatura técnica do período, que não raro, apresentava métodos de dimensionamento e emprego dos pilares metálicos.

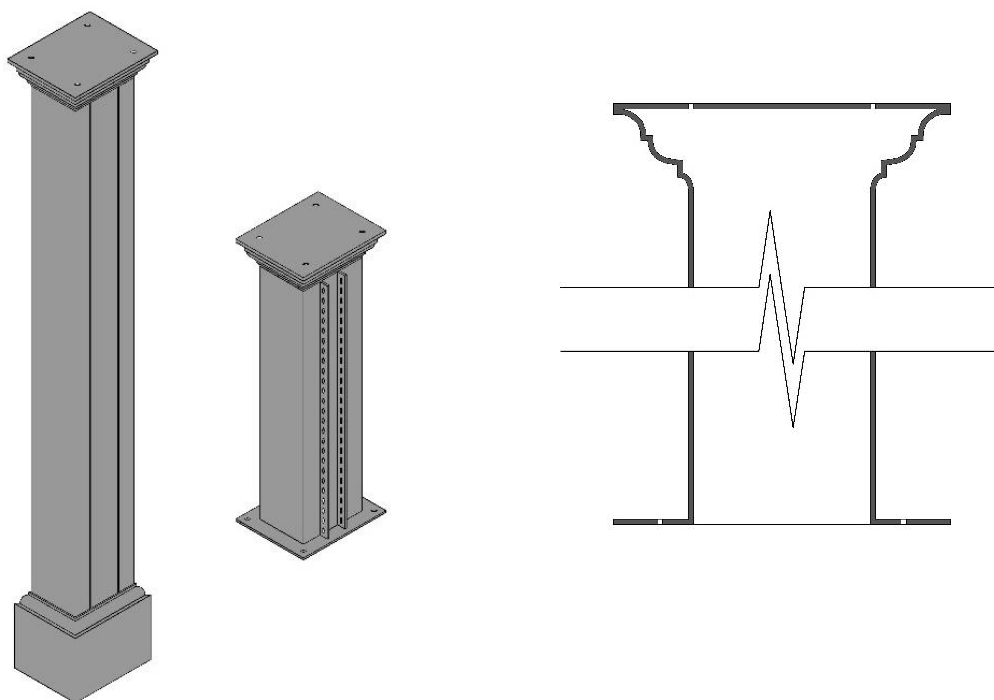
Pilares e pilastras, de seção quadrada ou retangular ocas, foram inventariadas em edificações, como na Estação de Trem da Calçada. Nela, os pilares inspecionados foram executados com perfis “C”, solidarizados com solda e com chapas de extremidade parafusadas. As figuras que seguem (Figuras 7.3 e 7.4), exemplificam essas tipologias.

Figura 7.3 – (a) Pilares com seção quadrada e abas da Estação da Calçada; (b) pilastras com seção quadrada da mesma estação.



Fotografias do autor.

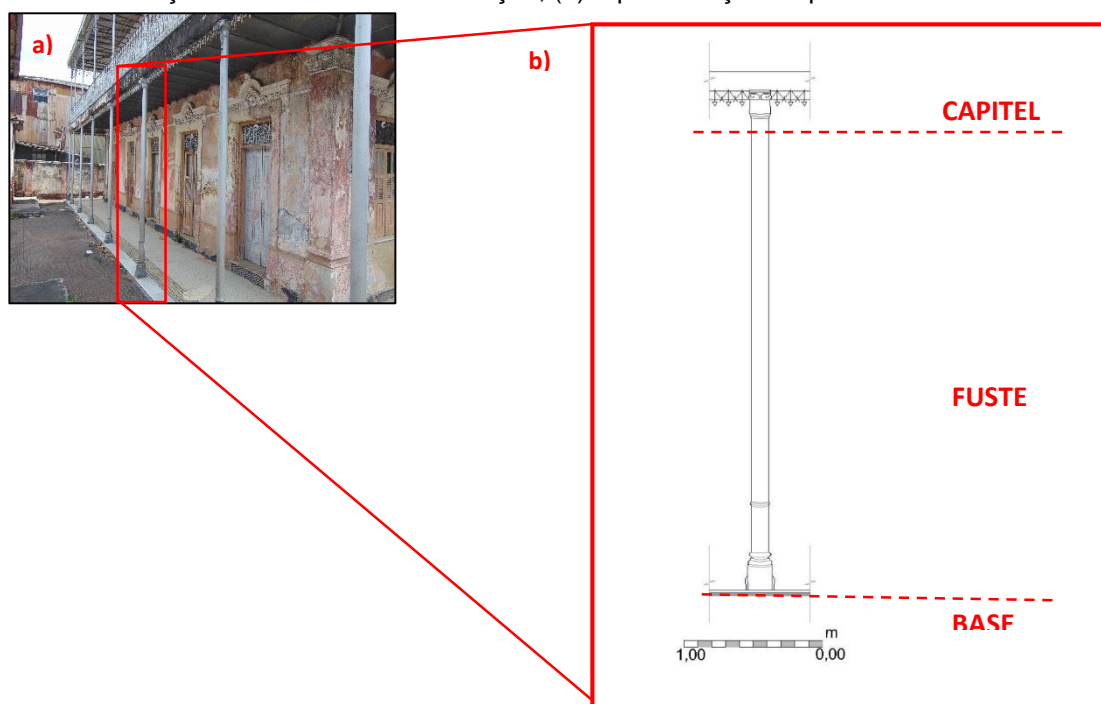
Figura 7.4 – Esquema dos pilares e das pilastras de secção quadrada da Estação da Calçada.



Esquemas do autor.

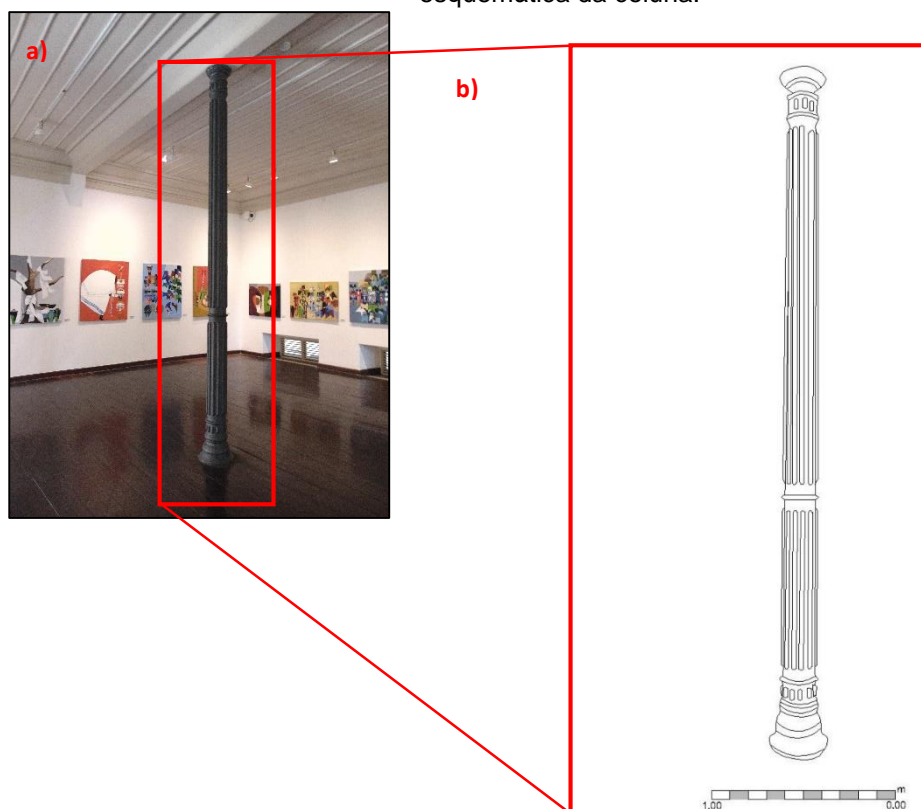
Foram encontradas também colunas. Essas colunas, ou ao menos, aquelas que puderam ser inspecionadas, são ocas e apresentam espessuras que variam de $\frac{1}{2}$ " a 1". Algumas das colunas verificadas, como as colunas encontradas no Solar Amado Bahia (Figura 7.5) são, geralmente, formadas por três componentes diversos e dissociados, que correspondem à base, ao fuste e ao capitel. Nessas tipologias de colunas, a independência desses componentes, em conjunto com a infinidade de modelos fabricados, permitia diversas combinações. Outras colunas são conformadas com uma peça única, conforme pode ser verificado nos exemplares encontrados na antiga Faculdade de Medicina (Figura 7.6).

Figura 7.5 – Representação da tipologia de colunas encontrada no Solar Amado Bahia. (a) Localização dessa coluna na edificação; (b) representação esquemática da coluna.



Fotografia e desenho do autor.

Figura 7.6 – Representação da tipologia de colunas encontrada na antiga Faculdade de Medicina da Bahia. (a) Localização dessa colunas na edificação; (b) representação esquemática da coluna.



Fotografia e desenho do autor.

Além das associações óbvias de estilo, gosto arquitetônico e oferta mercadológica, deve-se associar o uso das colunas às suas vantagens estruturais. Os construtores e projetistas do período já conheciam a constância da inércia das secções circulares, como escrito no *Builder's Guide* de 1851:

*A cylindrical form for these parts has several advantages, and is therefore commonly preferred. Thus, it has equal transverse strength in all directions, is readily moulded, the least offensive to the eye, and presents no angles nor awkward projections.*²⁴

(DEMPSEY, 1851. p. 137).

No mais, a fabricação e o uso de pilares e de colunas ocas são explicados, também, por questões que envolviam a economia de material, facilidades de transporte, de uso e multifuncionalidade das peças. Dempsey (1851), por exemplo, sugere que sejam fabricadas colunas ocas, nas quais são empregados pouco material, e com as quais são obtidos efeitos estéticos agradáveis; para os elementos estruturais mais solicitados, ou mais esbeltos, o autor recomenda o uso de secções maciças. A multifuncionalidade das peças fica evidente quando observados exemplares que, além da função estrutural, respondem pela condução das águas pluviais, como no caso das colunas do Solar Amado Bahia (Figura 7.7).

Figuras 7.7– Colunas do avarandado do Solar Amado Bahia. Em (a), tem-se vista da varanda com conjunto de colunas; em (b), tem-se vista da saída de águas pluviais na base de uma das colunas do conjunto.



Fotografias do autor.

²⁴ Uma forma cilíndrica para estas peças tem várias vantagens e, portanto, é comumente preferida. Assim, tem resistência transversal igual em todas as direções, é prontamente moldada, o menos ofensivo para o olho, e não apresenta ângulos nem projeções estranhas. Tradução do autor.

O dimensionamento desses pilares metálicos ora se baseava em conhecimentos científicos, advindos da mecânica, ora da prática. Para o dimensionamento das colunas ocas, por exemplo, Dempsey (1851) elabora classes de carregamento que remetem aos usos das edificações – como nas normas atuais – e estabelece razões entre a espessura da coluna, a sua base e o seu comprimento. As classes, segundo o autor, compreendem desde edificações fabris e depósitos, a edificações residenciais, sendo que as bases devem corresponder de 1/10 a 1/20 da altura da coluna, para espessuras dimensionadas entre $\frac{1}{2}$ " e 1".

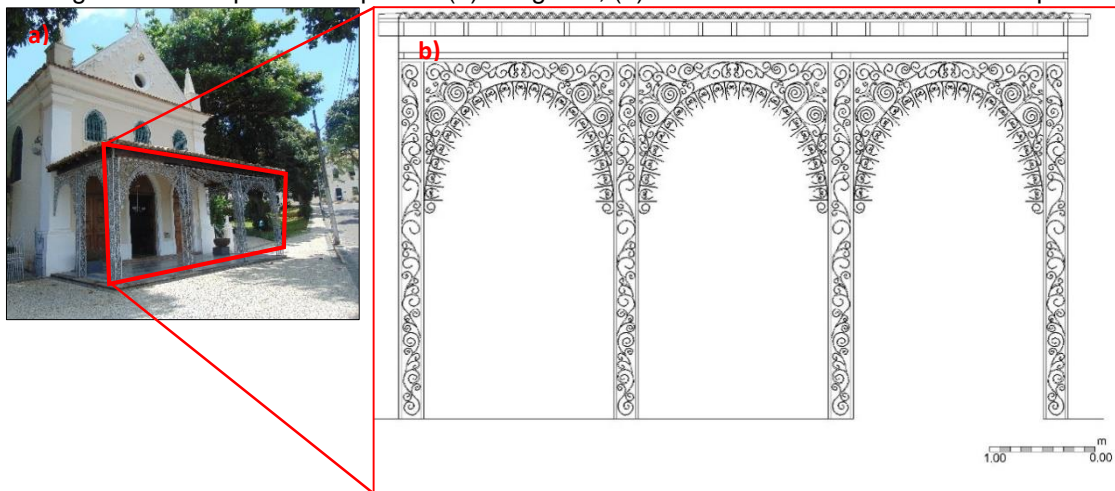
Outro autor, Fryer (1876), fornece coeficientes que devem ser multiplicados pela área da secção, para obtenção do valor numérico da carga admitida por cada perfil. Pode-se citar ainda o *Traité de Serrurerie et Construction en Fer*, de 1889, segundo o qual a carga suportada por uma coluna metálica é diretamente proporcional ao produto da sua secção pela tensão de compressão admitida e inversamente proporcional à razão existente entre seu comprimento e seu diâmetro. Este tratado apresenta ainda, incorporados a esta operação, coeficientes, determinados pelo comprimento de flambagem da peça e pelo tipo de metal, se ferro fundido ou forjado.

É interessante perceber que os resultados obtidos a partir dos cálculos de resistência recomendados por esses autores, não se distanciam muito dos resultados obtidos a partir do método de cálculo recomendado pela NBR 8800 do ano de 2008, que, atualmente, fornece subsídios para o cálculo de estruturas metálicas e para estruturas mistas em metal e concreto armado, no Brasil. Por exemplo, uma coluna oca, em ferro fundido cinzento, da Estação da Calçada (que tem secção circular, com raio externo de 17,5 cm, parede com espessura de 1,5 cm e comprimento de 4,55 m), suporta, de acordo com a NBR 8800, esforço de compressão de aproximadamente 2.100 kN. De acordo com Fryer (1876), essa mesma coluna suportaria aproximadamente 400 kN a mais, facilmente neutralizados, se considerarmos os coeficientes de segurança recomendados pela norma brasileira.

Deve-se mencionar os curiosos pilares do copiar da Capela de Nossa Senhora da Vitória, do antigo Asilo dos Expostos, a Pupileira, construída em

1875 (COSTA, P., 2006). Estruturado em peças siderúrgicas, o copiar da capela da Pupileira (Figura 7.8) apresenta primorosos pilares e vigas em ferro forjado, que constituem-se em peças treliçadas.

Figura 7.8 – Capela da Pupileira: (a) fotografia; (b) vista da estrutura metálica do copiar.



Fotografia e desenho do autor

De maneira geral, a ancoragem dos elementos verticais de condução de carga às fundações, às alvenarias ou aos outros elementos estruturais que lhes servem de base, era geralmente executada com o uso de parafusos, como pode ser verificado nos pilaretes do anexo do Palácio da Aclamação. Em outros casos, era realizada com o chumbamento ou engaste do elemento estrutural siderúrgico, diretamente na alvenaria, operação que envolvia o uso de argamassas e aplicava-se para peças dotadas, em suas extremidades, de pequenos grampos ou de prolongamentos capazes de garantir a ancoragem; é o caso das colunetas apresentadas nas imagens que seguem (Figura 7.9), uma delas pertencente à residência do Sr. Prince, localizada no bairro da Ribeira, em Salvador, a outra, ao catálogo da *Rowcliff-Barker et Fils*, datado de 1865.

Figura 7.9 – (a) Pilarete do Palácio da Aclamação; (b) coluna da Residência do Sr. Prince, no bairro da Ribeira; (c) Cópia da página 69 do catálogo da *Rowcliff-Barker et Fils*.



Fontes: (a) e (b) fotografias do autor; (c) cópia do catálogo da *Rowcliff-Barker et Fils* (1865).

Alguns pilares eram ainda instalados sobre bases metálicas e estas, por sua vez, solidarizadas à fundação através de parafusos ou de chumbamento, sistema similar ao verificado no Solar Amado Bahia e descritos por Dempsey (1851). As peças utilizadas nesse sistema encaixavam-se como flanges e como luvas e, em alguns casos, tinham suas junções colmatadas com chumbo fundido, como explica o mesmo autor. Seguem imagens que ilustram esse sistema (Figura 7.10).

Figura 7.10 – (a) Colunas do Solar Amado Bahia; (b) esquemas de assentamento de colunas metálicas.

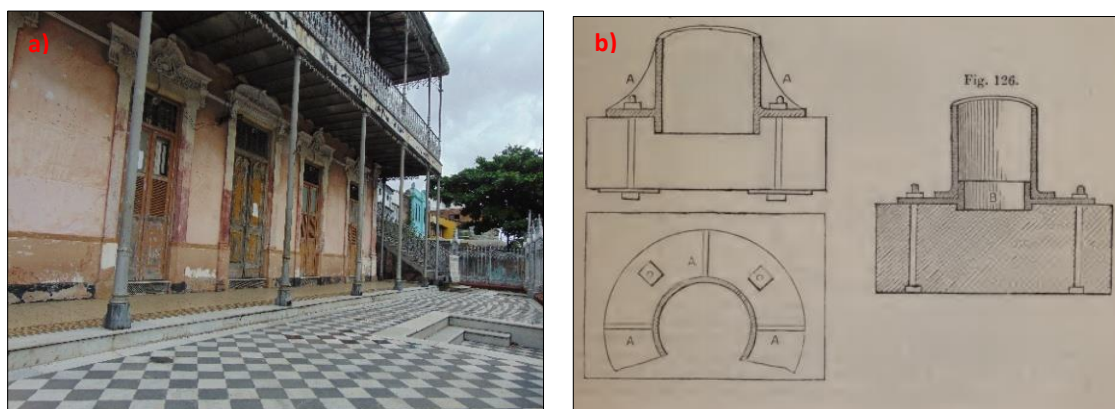
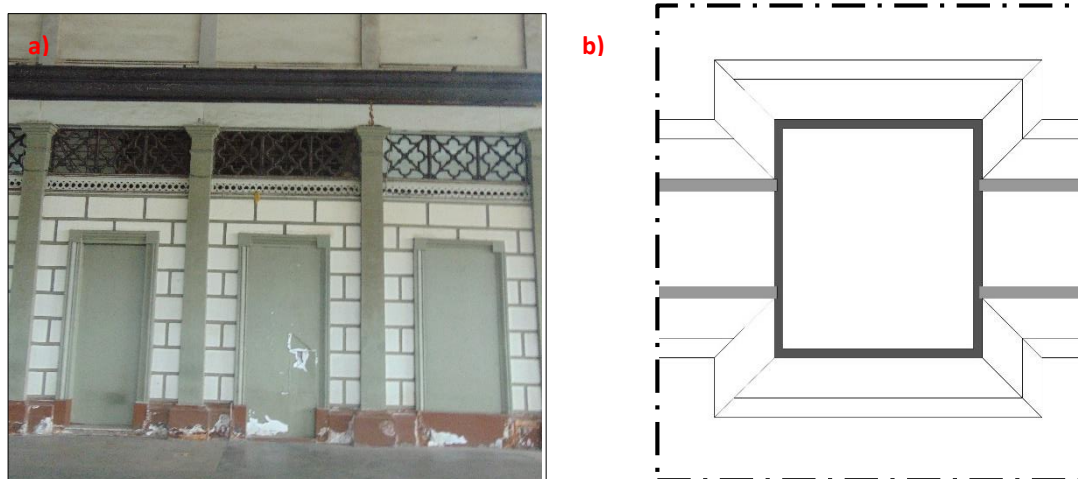


Foto do autor e imagem retirada do *Builder's Guide* (DEMPSEY, 1851. p. 147).

Nos exemplares inventariados, a solidarização das pilastras aos elementos de vedação vertical é feita, ora através de encaixes, ora através de

parafusos. Os encaixes podem ser verificados, por exemplo, nas pilastras da Estação da Calçada, cujas ranhuras laterais acomodam as placas metálicas de vedação (Figura 7.11). Os parafusos podem ser verificados nas pilastras do primeiro pavimento da mesma Estação, que, juntamente com abas laterais, garantem a fixação dos *brises soleils* que vedam o primeiro pavimento da edificação (Figura 7.12).

Figuras 7.11 – (a) Pilastras da Estação da Calçada; (b) corte horizontal com esquema de encaixe das placas nas pilastras da Estação da Calçada.



Fotografia e esquema do autor.

Figura 7.12 – Pilastras da Estação da Calçada dotadas de abas laterais onde são parafusados os *brises soleils*.

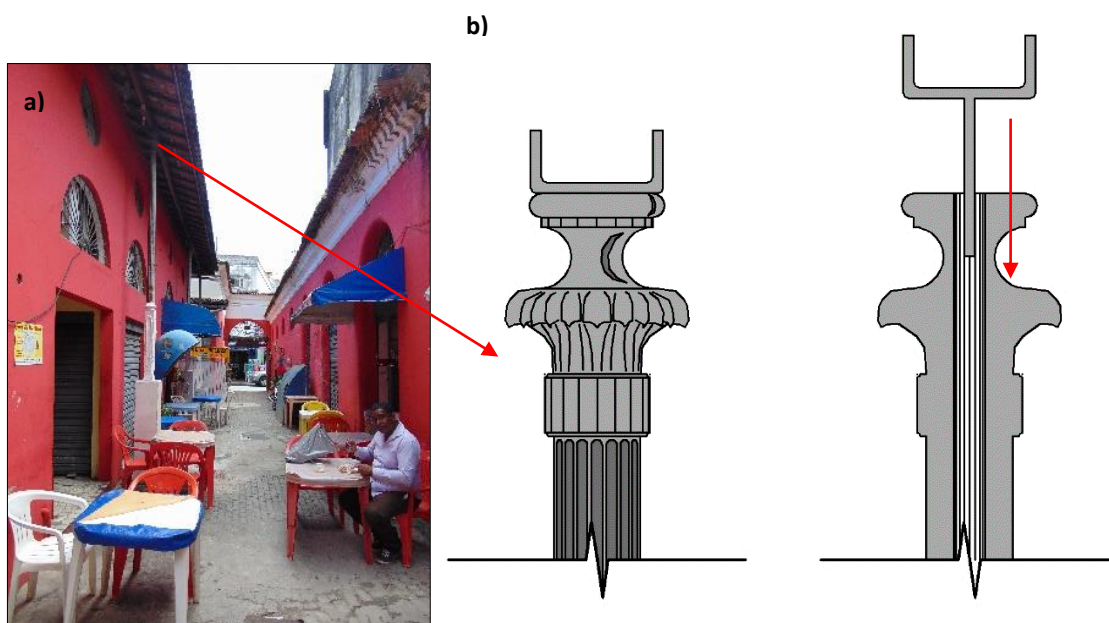


Fotografia do autor.

As extremidades superiores das colunas, pilastras e pilares, verificados nos edifícios inspecionados, ora são encabeçadas por chapas, ora por forcados.

As chapas de encabeçamento contam com furos, que possibilitam o apoio parafusado de vigas, de tesouras e mesmo de outros pilares. Os forcados, verificados, por exemplo, nas colunas do Palácio da Aclamação, cujas feições atuais datam do começo do século XX (BAHIA, 1991) e do Mercado de Santa Bárbara, do ano de 1874 (SANTOS, N., 2010) (Figura 7.13), permitem o apoio e o travamento lateral das vigas.

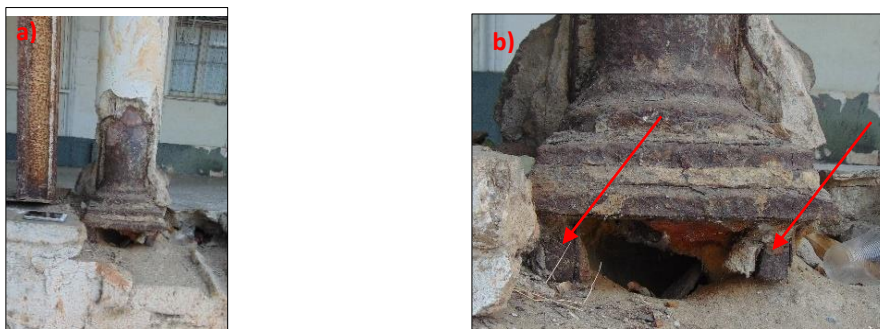
Figura 7.13 – (a) Coluna do Mercado de Santa Bárbara; (b) detalhe em vista e em corte do encaixe forçado que trava o apoio da viga nas colunas siderúrgicas do Mercado de Santa Bárbara.



Fotografia e esquema do autor.

Além das tipologias já citadas, nas quais os elementos em ferro permanecem expostos, e por isso, pode-se dizer com segurança, fazem parte do repertório da Arquitetura do Ferro, foram identificadas técnicas que comportavam o revestimento dos artefatos metálicos, com camadas argamassadas ou de alvenaria de tijolos. É o caso de algumas colunas da Estação da Calçada (Figura 7.14) e da antiga Faculdade de Medicina. Convém ressaltar que, como escreveu Botelho (2011), as argamassas presentes nesses exemplares têm apenas funções de proteção e de acabamento, não se tratando, portanto, de exemplares em concreto armado.

Figura 7.14 – (a) Coluna da Estação da Calçada revestida com argamassa; (b) detalhe da base dessa mesma coluna com bilros para ancoragem.



Fotografias do autor.

7.1.2.2. Vigas

As vigas podem ser definidas como estruturas lineares, dispostas de maneira horizontal ou inclinada, que apresentam um ou mais apoios; as vigas são submetidas a esforços de flexão, axiais, que atuam sobre os seus maiores eixos (SALES; MUNAIAR NETO; MALITE; DIAS; GONÇALVES, 2009). A depender da ocorrência e da função, as vigas podem receber denominações especiais, sendo elas: cintas – as vigas utilizadas no coroamento de paredes para distribuição das cargas das coberturas e solidarização dos paramentos e dos pilares; baldrames – vigas construídas, logo acima das fundações, contribuindo para a distribuição das cargas no terreno e para o contraventamento dos pilares (BOTELHO, 2011). Nos edifícios inventariados, foram encontradas três tipologias de vigas.

Vigas metálicas expostas, suportando lajes ou coberturas, sem a função específica de cintas ou baldrames, foram encontradas em edificações como o Solar Amado Bahia, a Estação da Calçada, a Faculdade de Medicina e o Plano Inclinado do Pilar. Nos dois primeiros casos, perfis fundidos com desenhos especiais compõem os elementos estruturais; na FAMEB, tem-se vigas formadas pela solidarização, com chapas laminadas e com rebites, de perfis genéricos tipo trilho (Figura 7.15). Da Estação, são interessantes as vigas em perfis “U”, que apresentam orifícios nos quais podem ser encaixados outros elementos construtivos (Figura 7.16).

Figura 7.15 – Viga em duplo trilho da biblioteca da FAMEB;



Fotografia do autor.

Figura 7.16 – Fotografia de uma das vigas da Estação da Calçada.



Fotografia do autor.

Algumas das obras estudadas apresentavam soluções para o enrijecimento e o aumento da inércia das vigas. Dentre essas soluções, podemos citar o enrijecimento dos perfis com a adição de abas laterais, ou o incremento da inércia com o uso de secções duplas, já citadas. Perfis enrijecidos são encontrados, por exemplo, nas vigas que sustentam o piso do acesso superior do Elevador do Taboão (Figura 7.17).

Figura 7.17 – Viga enrijecida do Elevador do Taboão.



Fotografia do autor.

As cintas e os baldrames metálicos foram encontrados na Estação da Calçada. Essas cintas, em ferro fundido, reproduzem os padrões encontrados nas escadas metálicas helicoidais: são aparentes e, por vezes, cumprem a função de vergas. Os baldrames, por sua vez, são compostos por perfis laminados, e foram assentados sobre alvenarias de pedra (Figura 7.18).

Figura 7.18 – Corredor lateral da Estação da Calçada, no qual, cintas e baldrames metálicos seguem indicados.

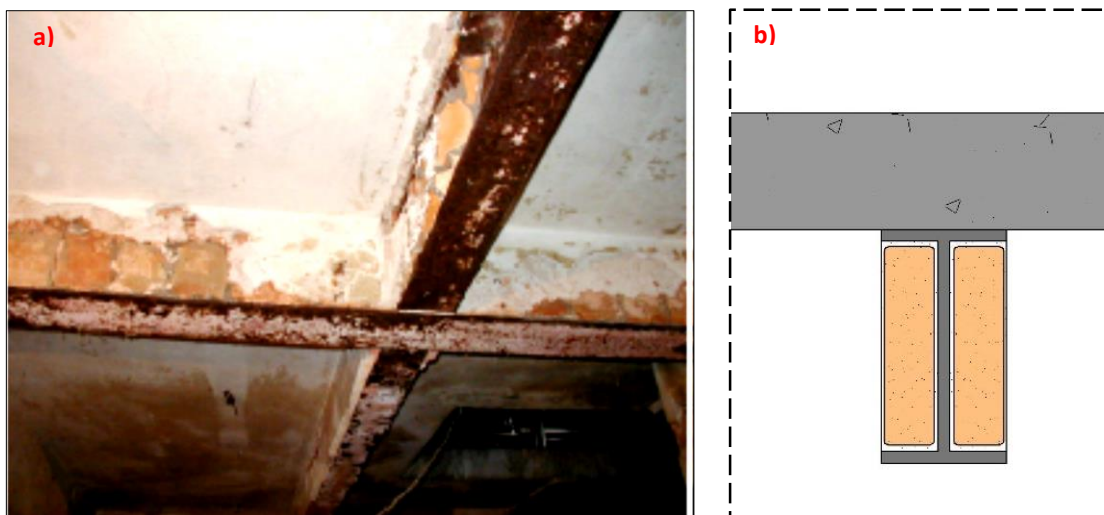


Fotografia do autor.

Assim como para os pilares, foram encontrados sistemas estruturais dotados de vigas e de vergas metálicas, normalmente perfis “I” ou trilhos, revestidas ou envelopadas com alvenaria de tijolos, ou com camadas argamassadas. Esses revestimentos camuflavam os artefatos metálicos, adequando a estética do edifício aos gostos vigentes, mas não desempenhavam

função estrutural alguma. Um dos exemplos são as vigas envelopadas encontradas na Faculdade de Medicina da Bahia (Figura 7.19).

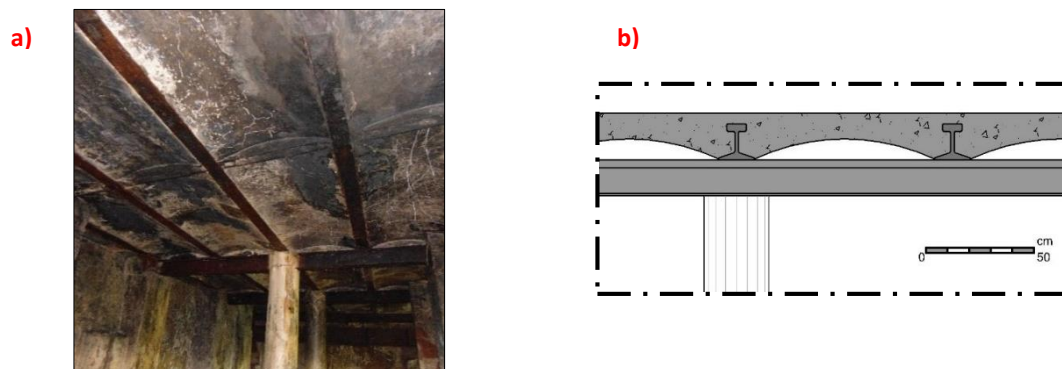
Figura 7.19 – (a) Vigas laminadas, perfil “I”, da antiga Faculdade de Medicina da Bahia; (b) esquema das vigas laminadas, perfil “I”, da Faculdade de Medicina da Bahia.



Fontes: (a) D’AFFONSÊCA (2017, p.10); (b) esquema do autor.

Nos edifícios visitados, são encontrados, também, sistemas onde vigas bissimétricas, como perfis “I” ou trilhos, por exemplo, sustentam abobadilhas de tijolos ou lajes em argamassa ou concreto armado. Esses sistemas foram identificados, por exemplo, no Solar Amado Bahia, no Palácio Rio Branco, na FAMEB e no Elevador do Taboão; nesse último (Figura 7.20), os perfis “I” sustentam abobadilhas em concreto armado (ou então cimento armado) com tela *deployé*.

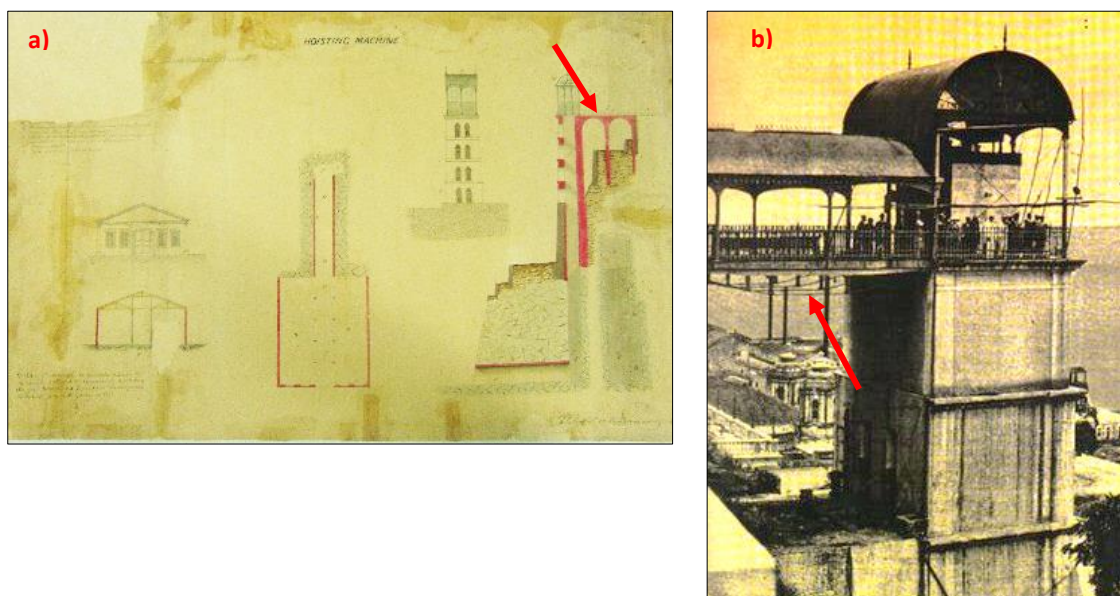
Figura 7.20 – (a) Elevador do Taboão. Perfis metálicos sustentam abobadilhas em concreto armado com tela *deployé*; (b) corte esquemático do sistema de vigas metálicas e abobadilhas em concreto armado do Elevador do Taboão.



Fotografia e esquema do autor.

Das soluções encontradas para as vigas metálicas, na pesquisa realizada, merecem destaque as vigas finks (ou atirantadas) que existiam na passarela do Elevador Hidráulico da Conceição, o Parafuso. Nestas vigas, a instalação de tirantes garantia a redistribuição dos esforços e dos momentos, possibilitando que vãos generosos fossem vencidos com o emprego de seções esbeltas. O emprego das vigas atirantadas na passarela do Parafuso possibilitou que os apoios intermediários da passarela fossem dispensados. Isto deve ter resultado de uma solução adotada durante o período da obra, já que as plantas do projeto, disponíveis no Arquivo Público do Estado da Bahia, não apresentam as vigas atirantadas (Figura 7.21).

Figura 7.21 – (a) Planta do Elevador “Parafuso”, com destaques para as passarela projetada em alvenaria; (b) Fotografia do Elevador “Parafuso”, com destaque para passarela executada com vigas metálicas *fink*.



Fontes: (a) Planta disponível no Arquivo Público do Estado da Bahia, sob o registro nº 388;
 (b) fotografia de autor não identificado, disponível in
<http://www.creaba.org.br/noticia/3027/Engenhosa-Salvador-Elevador-Lacerda.aspx>.
 Acesso em 13 de outubro de 2017.

7.1.2.3. Estruturas em concreto armado ou argamassa armada

Dentre essas tipologias, encontram-se as lajes armadas com as chamadas telas *deployé*. Telas *deployé* são as malhas losangulares produzidas a partir do corte e do estiramento de chapas de aço. Atualmente, essas telas são produzidas em larguras de 60 cm a 1,00 m, utilizadas normalmente para a

execução de estuques (BAUER, 2010), e garantem grande aderência às argamassas aplicadas. Dentre as edificações visitadas, para a escrita deste trabalho, algumas apresentam lajes armadas com tela *deployé*, a exemplo da FAMEB e do Elevador do Taboão (Figura 7.22).

Figura 7.22 – Tela *deployé* em laje armada do Elevador do Taboão.



Fotografia do autor.

7.1.2.4. Coberturas

Os perfis metálicos foram identificados nas coberturas das edificações estudadas, ora como terças, caibros e ripas – compondo tramas sobre as quais são assentadas as telhas, ora como treliças. Obviamente, na maioria das vezes, os perfis metálicos eram utilizados em tetos, que cobriam grandes vãos, para os quais as coberturas em madeira mostram-se limitadas e de difícil execução. Registros mostram que, na Salvador do século XIX, as coberturas metálicas já eram uma solução típica para os galpões e armazéns, como descreve Habsburgo: “...Eram utilizadas sobretudo nos armazéns e depósitos do porto” (HABSBURGO, 1982, p.120).

Não há homogeneidade nos desenhos levantados: encontramos desde as práticas tesouras *Pratt*, identificadas na FAMEB, às não muito usuais treliças

arqueadas, com tirantes e lanternins, localizadas na Estação da Calçada (Figura 7.23) ou a treliça curva da cobertura do passadiço do Elevador do Taboão. Quanto aos perfis utilizados, predominam as cantoneiras, por vezes utilizadas em duplicata, conectadas com o uso de chapas *gussets* ou parafusos sextavados com porcas chatas e roscas plenas.

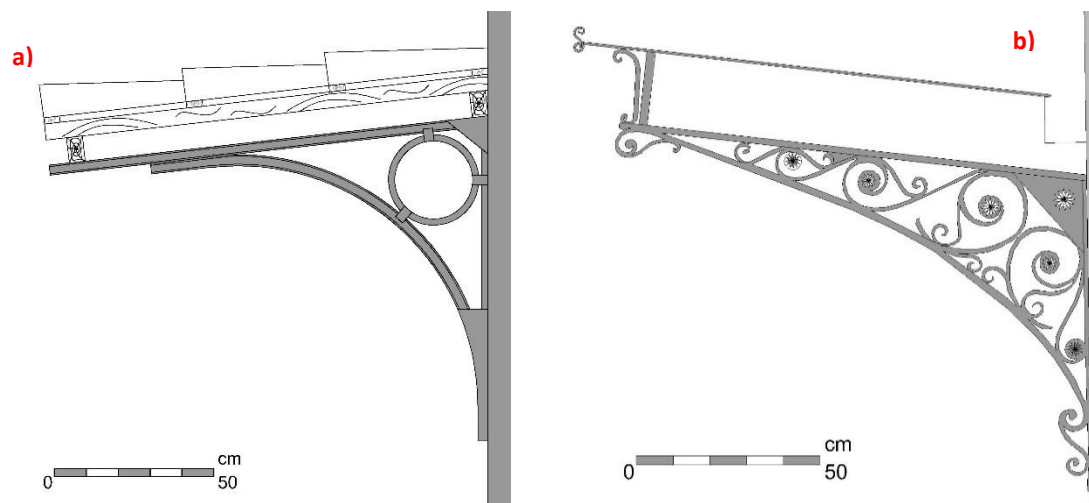
Figura 7.23 – (a) Cobertura com estruturas metálicas na Estação da Calçada; (b) cobertura da ala sul da antiga Faculdade de Medicina.



Fotografias do autor.

Além das coberturas grandiosas de equipamentos públicos, merecem destaques as coberturas singelas e graciosas encontradas, sobretudo, em edificações residenciais. Nessas edificações, o alpendre, com pilares metálicos, ou meias-treliças em balanço, marcavam os acessos e protegiam algumas paredes do ensolejamento direto. Alpendres estruturados em ferro podem ser encontrados por exemplo no Mercado de Santa Bárbara, no Palacete das Artes e no Palácio da Aclamação (Figuras 7.24 e 7.25).

Figura 7.24 – (a) Esquema dos alpendres estruturados em peças siderúrgicas do Mercado de Santa Bárbara; (b) esquema dos alpendres estruturados em peças siderúrgicas do Palacete das Artes.



Esquemas do autor.

Figura 7.25 – Alpendre do Palácio da Aclamação.

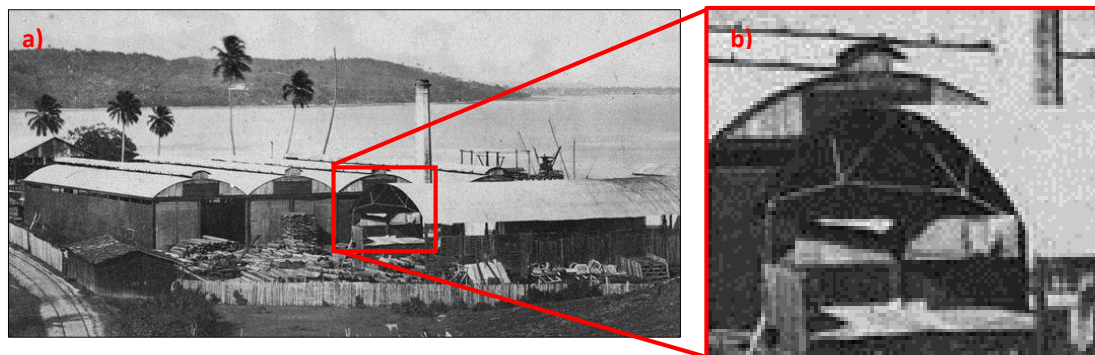


Fotografia do autor.

Os levantamentos realizados possibilitaram, também, o resgate da memória de bens que já não existem, como as treliças da cobertura das oficinas de trem de São Tomé de Paripe. De propriedade da *Bahia and San Francisco Railway Company*, as oficinas de Paripe contavam com coberturas estruturadas em treliças bastantes simples, similares às treliças *Polonceau*. Com apenas nove barras, sendo duas delas os banzos superiores curvos, as treliças das oficinas

venciam vãos, que conforme estimativa realizada a partir de fotografia (Figura 7.26) mediam aproximadamente 15 m.

Figura 7.26 – (a) Oficina de trens da *Bahia and San Francisco Railway Company*; (b) detalhe da treliça que sustentava a cobertura de um dos galpões da oficina. Fotografia da segunda metade do século XIX.



Fotografia de autor desconhecido. Imagem gentilmente cedida pela Companhia de Transporte da Bahia (CTB).

Nessas coberturas estudadas, as estruturas metálicas poderiam suportar telhas cerâmicas, telhas metálicas ou mesmo placas vidro. De acordo com as fontes pesquisadas, das edificações visitadas para a elaboração deste trabalho, apenas o Elevador do Taboão manteve as suas telhas originais (Figura 7.27); as demais, tiveram as telhas metálicas substituídas por outras, em fibrocimento e suas telhas cerâmicas ou em vidro substituídas por similares.

Figura 7.27 – (a) Vista lateral da estação de acesso superior do Elevador do Taboão com destaque para a cobertura; (b) fotografia do interior da estação de acesso superior do Elevador do Taboão.



Fotografias do autor.

7.2. Escadas

Segundo Silva (1987), as escadas em ferro, juntamente com os gradis para balcões e com as colunas, foram os primeiros exemplares oriundos da Arquitetura do Ferro a serem incorporados à arquitetura brasileira do século XIX. Nas edificações soteropolitanas visitadas, escadas em ferro foram encontradas no Palácio Rio Branco, na Faculdade de Medicina, na Estação da Calçada, no Solar Amado Bahia, no Hospital Santa Izabel, no Farol de Itapuã e no edifício do Jornal A Tarde.

No universo das escadas catalogadas, parte considerável apresenta planta circular e desenho helicoidal. Escadas com esse partido, nas edificações pesquisadas, via de regra, não ocupam o posto de principal via de circulação vertical, mas sim, garantem acessos secundários a ambientes de acesso restrito.

Nessas escadas, os degraus, que podem resultar de moldagem única ou ter espelhos e pisos como peças distintas, são sustentados por coluna central, que recebe o nome de mastro ou peão (VASCONCELLOS, 1979). As peças dessas escadas são solidarizadas entre si e ancoradas ao mastro através de porcas e de parafusos. Para a instalação dos parafusos, os desenhos dessas peças contam com orelhas dotadas de orifícios (Figuras 7.28).

Figuras 7.28 – (a) Vista da escada em ferro fundido da Estação da Calçada; (b) detalhes da conexão peão-degraus da escada em ferro fundido da Estação da Calçada.



Fotografias do autor.

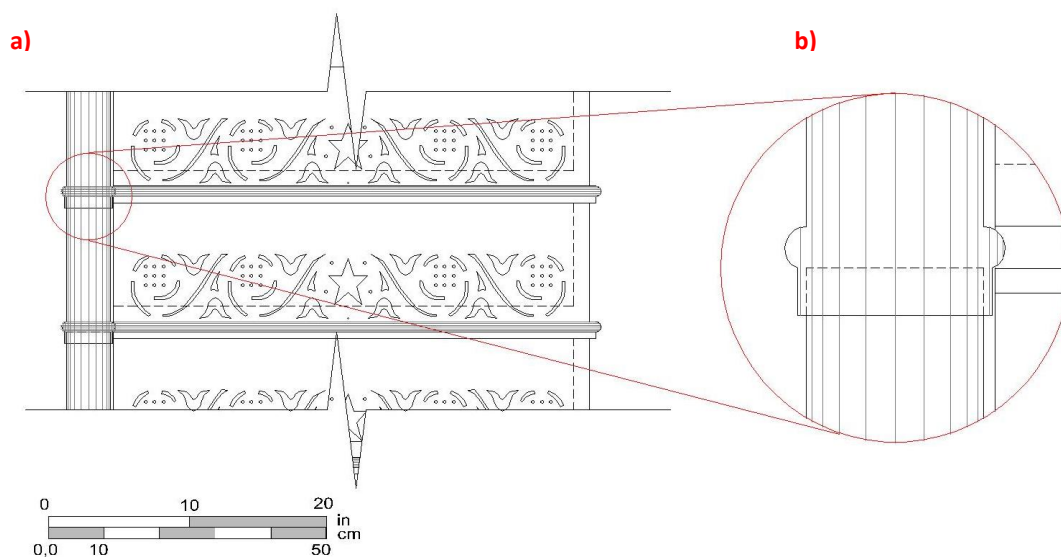
Um dos exemplares levantados (Figuras 7.29), pertencente ao antigo prédio do jornal A Tarde, na Praça Castro Alves, mostra um curioso sistema de encaixe, que dispensa o uso de parafusos na conexão dos degraus com o mastro. Os pisos e os espelhos desse exemplar possuem anéis periféricos que se encaixam e permitem também o uso de um perfil central, que cumpre a função de mastro (Figura 7.30).

Figura 7.29 – (a) e (b) Degraus da escada em ferro fundido do antigo edifício do jornal A Tarde.



Fonte: Acervo Mário Mendonça de Oliveira.

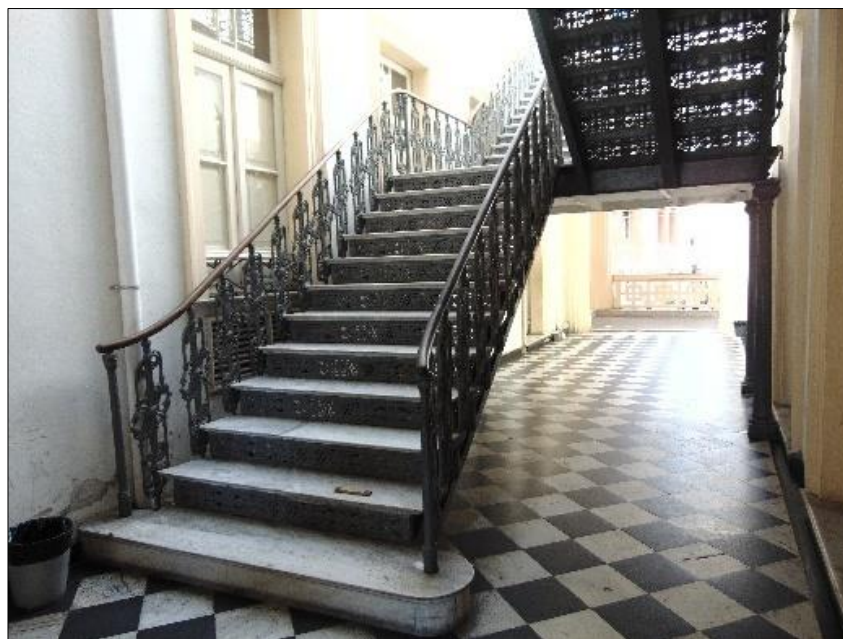
Figura 7.30 – Piso da escada em ferro fundido do edifício do jornal A Tarde (a) Esquema de encaixe; (b) detalhe de encaixe dos pisos.



Esquema do autor.

Nas escadas de lance reto inspecionadas, os degraus são conformados a partir de peças triangulares, instaladas com o uso de parafusos sobre vigas. Essas vigas tem feições e secções diversificadas, obviamente seguindo os princípios da inércia; as peças triangulares são fixadas às placas que compõem pisos e espelhos (Figura 7.31).

Figura 7.31 – Escada em ferro fundido, com lances retos, da antiga Faculdade de Medicina da Bahia.



Fotografia do autor.

Os espelhos dos degraus, de algumas dessas escadas, sejam elas helicoidais ou não, quando fundidos, apresentam desenhos vazados, que lhes conferem aspecto rendilhado, e que devem contribuir para a redução do peso próprio e do consumo do material. Os pisos, algumas vezes, são integralmente metálicos, como ocorre com as escadas da Estação da Calçada, ora recebem peças de madeira, pedra ou mesmo vidro. Escadas metálicas, com pisos em pedra, são verificadas na antiga Faculdade de Medicina da Bahia; pisos em vidro aramado são encontrados, por exemplo, na escadaria do Palácio Rio Branco (Figura 7.32).

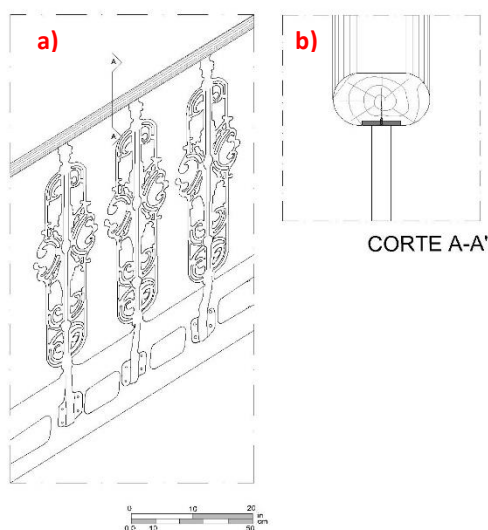
Figura 7.32 – Escada em ferro fundido do Palácio Rio Branco.



Fonte: Acervo Mário Mendonça de Oliveira.

Nas escadas inventariadas, os corrimãos são compostos por peças verticais fundidas, encimadas por finas chapas metálicas e, eventualmente, recebem peças em madeira como acabamento (Figura 7.33). Em geral, o primeiro e o último mastros, que tem desenhos diversos dos demais, funcionando como arranques, comumente, mais rebuscados. Os mastros apresentam pinos rosqueados em suas extremidades. Esses pinos permitem o encaixe e a fixação aos pisos e às chapas do corrimão.

Figura 7.33 – Esquema de fixação do corrimão da antiga Faculdade de Medicina da Bahia: (a) vista lateral parcial do corrimão; (b) corte esquemático A-A' do corrimão.



Esquema do autor.

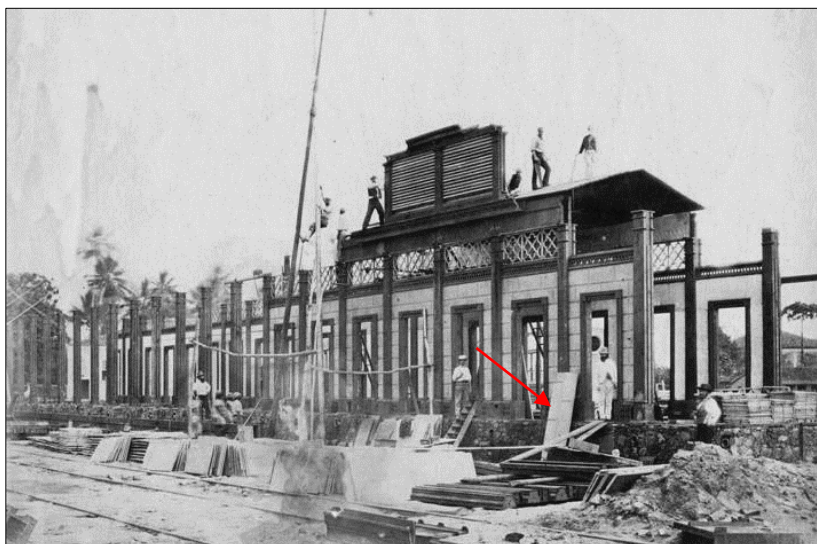
7.3. Elementos de vedação

7.3.1. Paredes

Nas edificações visitadas, o uso exclusivo de materiais siderúrgicos como vedação, isso é, na confecção de paredes, foi identificado apenas na Estação da Calçada, nos faróis de Itapuã e de Humaitá e na composição das lanternins das Igrejas de Santa Clara e dos Órfãos de São Joaquim. Na Estação, chapas grossas, de 2,30 m por 4,10 m, e espessura de 1,0 cm, encaixadas nas ranhuras dos pilares, duas a duas, cumprem a função de paredes. Nos demais casos citados, temos chapas menos robustas, com espessuras de até 3,0 mm, que soldadas ou rebitadas aos elementos estruturais internos, garantem a vedação das edificações.

Seguem imagens da construção da Estação da Calçada, onde ficam evidentes os painéis metálicos empregados (Figura 7.34) e a da clarabóia da igreja do Convento de Santa Clara do Desterro (Figura 7.35).

Figura 7.34 – Estação da Calçada, em construção, no ano de 1860. Destaque para as chapas metálicas utilizadas na execução de paredes.



Fonte: Foto de Benjamin Mullock, gentilmente cedida pela CTB.

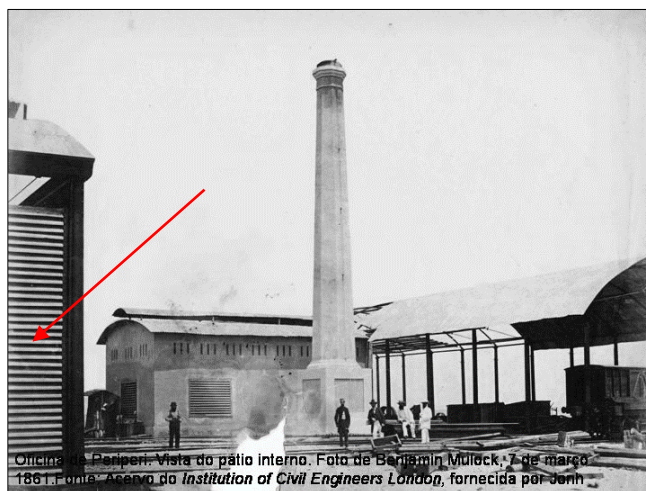
Figura 7.35 – Lanternim da Igreja do Convento de Santa Clara do Desterro.



Fotografia do autor.

De acordo com as fontes pesquisadas, é sabido que as vedações metálicas foram também empregadas em oficinas e em armazéns, que infelizmente não existem mais. Dentre esses edifícios, encontravam-se as já citadas oficinas da *Bahia and San Francisco Railway*, localizadas no bairro de Paripe, vedados com chapas metálicas onduladas (Figura 7.36).

Figura 7.36 – Oficina de Trens de Paripe, no ano de 1861. Destaque para as chapas metálicas utilizadas na execução de paredes.



Fotografia de Benjamin Mulock, pertencente ao acervo da *Institution of Civil Engineers of London*.

7.3.2. Elementos vazados e *brises soleils*

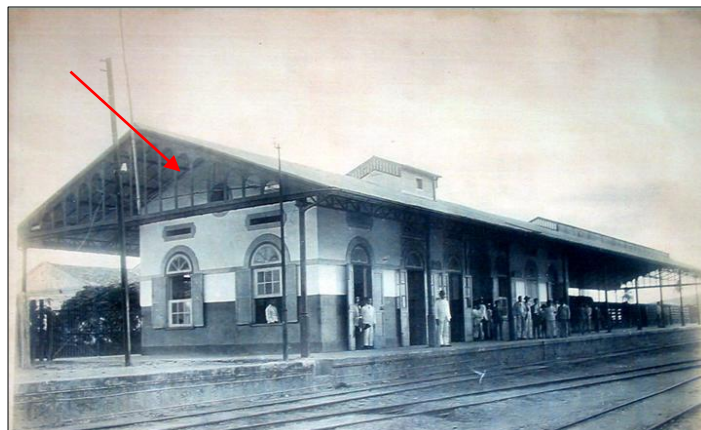
Além dos elementos de vedação, cheios, também fazem parte do repertório da arquitetura soteropolitana, produzida no período estudado, os artefatos siderúrgicos vazados e os *brises soleils* formados pela justaposição de perfis repetidos. *Brises* em chapa de ferro zincado ainda podem ser conferidos na Estação da Calçada (Figura 7.37). Elementos construtivos vazados, produzidos em chapas prensadas, compunham, por exemplo, a vedação das treliças da Estação de trens de Periperi (Figura 7.38).

Figura 7.37 – *Brises soleils* da Estação da Calçada.



Fotografia do autor.

Figura 7.38 – Estação de Trens de Periperi, com destaque para o vazado em ferro que encerra parcialmente a empena do edifício.



Fonte: Foto de Benjamin Mulock, cedida gentilmente pela CTB.

7.4. Gradis e portões

Adaptando o conceito de Ascis (2007), uma grade pode ser definida como um elemento construtivo formado por componentes lineares, cruzados ou entrelaçados, de modo a constituir um cercado em torno de um sítio que se deseja proteger. Os gradis são, então, empregados para garantir o controle e a delimitação de determinado espaço. No período estudado, na cidade do Salvador, as grades em ferro, tanto forjado quanto fundido, foram empregadas para encerrar vãos de esquadrias, balcões, adros, óculos, praças e, através dos seus portões, garantir o controle do acesso a alguns espaços.

Os motivos pelos quais os gradis metálicos foram bastante utilizados em Salvador, já foram mencionados: O uso desses gradis estava associado às imposições legais e à lógica de alteração e de importação das técnicas construtivas. Algumas tipologias de gradis, de tão utilizadas, chegaram a caracterizar a Soterópolis para o estrangeiro olhar de Maximiliano de Habsburgo, que, ao retratar a cidade escreveu: “[Uma cidade de sobrados] com inúmeras janelas de sacadas com grades de ferro...” (HABSBURGO, 1982, p. 15).

Nos gradis em ferro forjado, os elementos verticais são solidarizados por barras chatas, de orientação horizontal, e a conexão das peças é feita por solda, por encaixe, por parafusos ou com o uso de rebites. As barras dos gradis

apresentam secções curvas, retangulares ou quadradas, com larguras que variam de $\frac{1}{4}$ " a 2", que não à toa, coincidem com os perfis oferecidos pelos anúncios comerciais de jornais do período, o que evidencia que, além dos forjadores, muitos serralheiros atuavam no território soteropolitano. Segue fotografia de gradil feito com o trabalho de serralheiros e de forjadores (Figura 7.39).

Figura 7.39 – Gradil do adro da sede da Associação Comercial da Bahia, executado em barras de ferro forjado retorcidas.



Fotografia do autor.

Os gradis em ferro fundido, por sua vez, podem ser compostos por elementos lineares, que se agrupam formando grelhas, ou por peças vazadas inteiriças. Nesses gradis, geralmente, as peças fundidas apresentam alças perfuradas, que permitem a solidarização a partir do encaixe de peças diferentes ou da inserção de conectores. Seguem imagens (Figuras 7.40) que ilustram os gradis em ferro fundido e o detalhe citado.

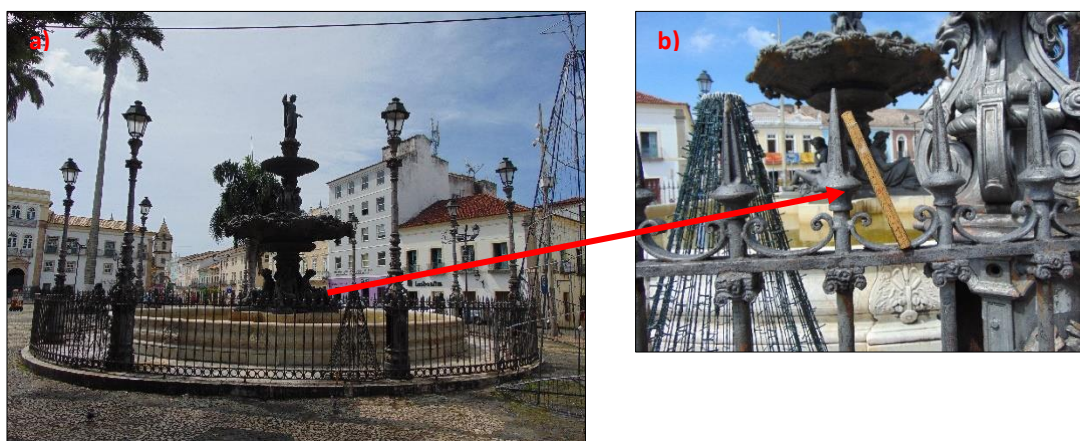
Figura 7.40 – Balcão com gradil, em painel inteiriço de ferro fundido, da Faculdade de Medicina da Bahia; respectivamente, vista do exterior (a) e do interior do edifício (b).



Fotografias do autor.

Foram identificados, também, gradis que contam tanto com componentes em ferro forjado/laminado quanto com peças fundidas. É comum, por exemplo, que as linhas verticais e horizontais dos gradis sejam confeccionadas com ferro forjado e que os elementos de arremate, de decoração ou de junção dessas peças, sejam fundidos (em ferro ou em chumbo) e solidarizados, com chumbo fundido, às peças forjadas. Deve-se ressaltar que alguns desses exemplares estão fadados à corrosão galvânica, proporcionada pelo contato das diferentes ligas e metais. O gradil do Chafariz do Terreiro de Jesus representa um dos exemplares dessa tipologia (Figuras 7.41).

Figura 7.41 – Chafariz do Terreiro de Jesus: (a) vista do chafariz; (b) detalhe das hastes forjadas, encimadas por setas em ferro fundido.



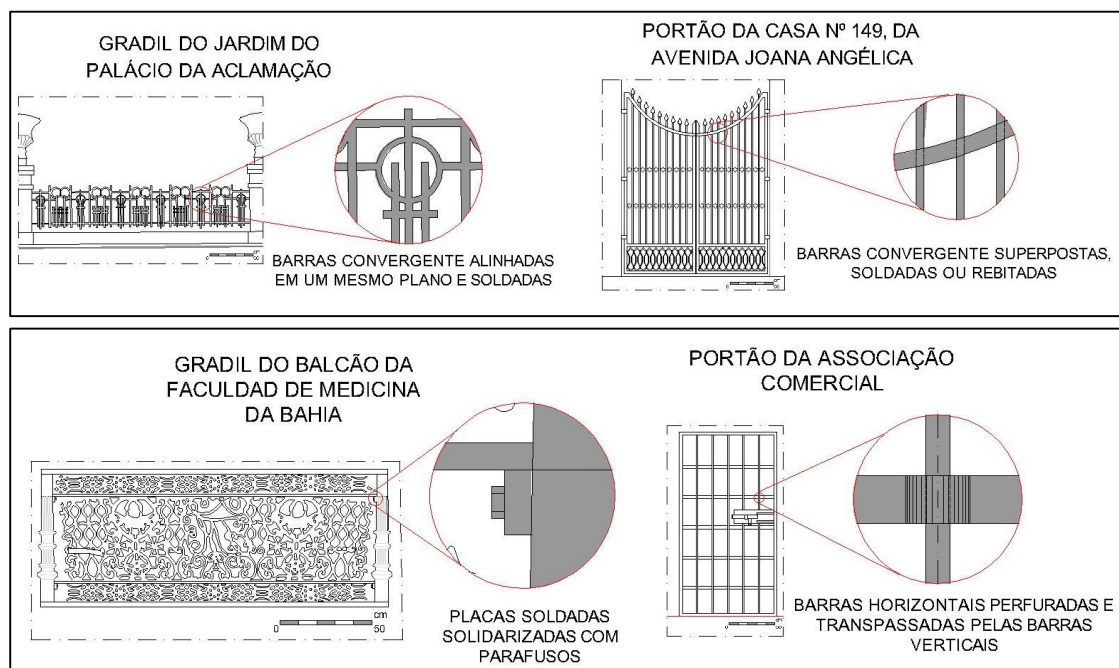
Fotografias do autor.

A existência desses exemplares demonstra a criatividade e a capacidade dos artífices locais de incorporar os artefatos industriais em sua produção,

enriquecendo a linguagem que eles dominavam. Infelizmente, esse caráter de troca e de antropofagia cultural, consciente ou não, é quase sempre esquecido pelos críticos da arquitetura industrializada e da adoção dos estilos europeus do século XIX, Ecletismo e Neoclassicismo, pelos brasileiros.

A criatividade dos produtores dos gradis e dos portões em ferro fica explícita, também, na variedade dos desenhos e na engenhosidade das soluções adotadas para a solidarização das peças, para a ancoragem dos gradis, para as trancas e para as dobradiças. Tem-se, na figura que segue, uma síntese das soluções para solidarização, encontradas nos exemplares catalogados (Figura 7.42).

Figuras 7.42 – (a) e (b) Esquemas de solidarização de barras nos gradis e portões catalogados.

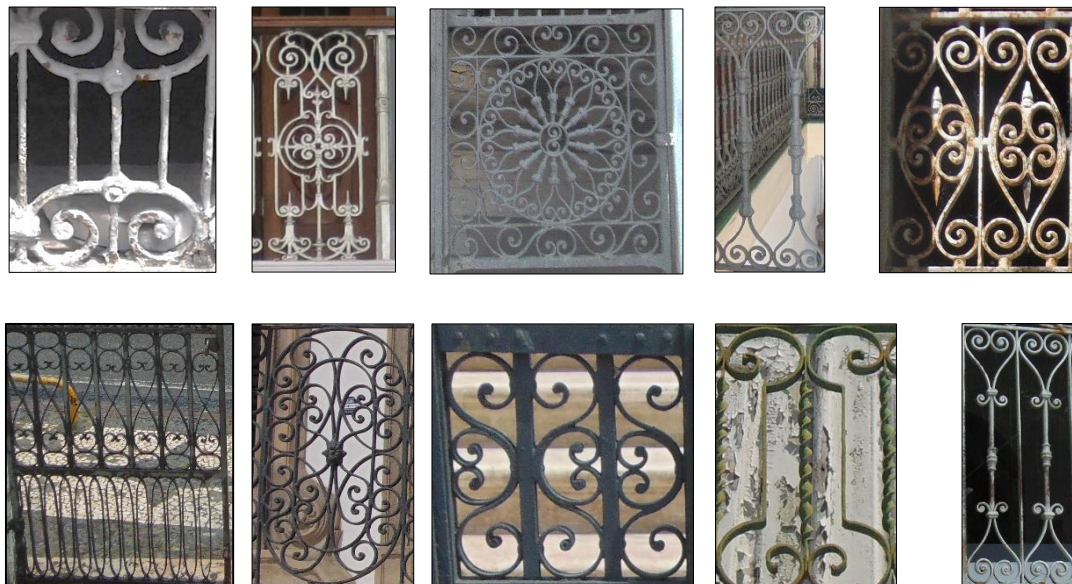


Esquemas do autor.

Os desenhos dos gradis inventariados são repletos de volutas, de gotas, de vírgulas e de tantas outras curvas, além de apresentarem uma infinidade de acréscimos – botões, floretes, bilros e presilhas – que garantem a amarração das barras e acrescentam sentido e beleza ao desenho dos exemplares (Figuras 7.43 e 7.44). Ascis (2007) destaca que, muitas vezes, os desenhos executados resultavam de cópias de gradis existentes; na ausência de catálogos, os clientes

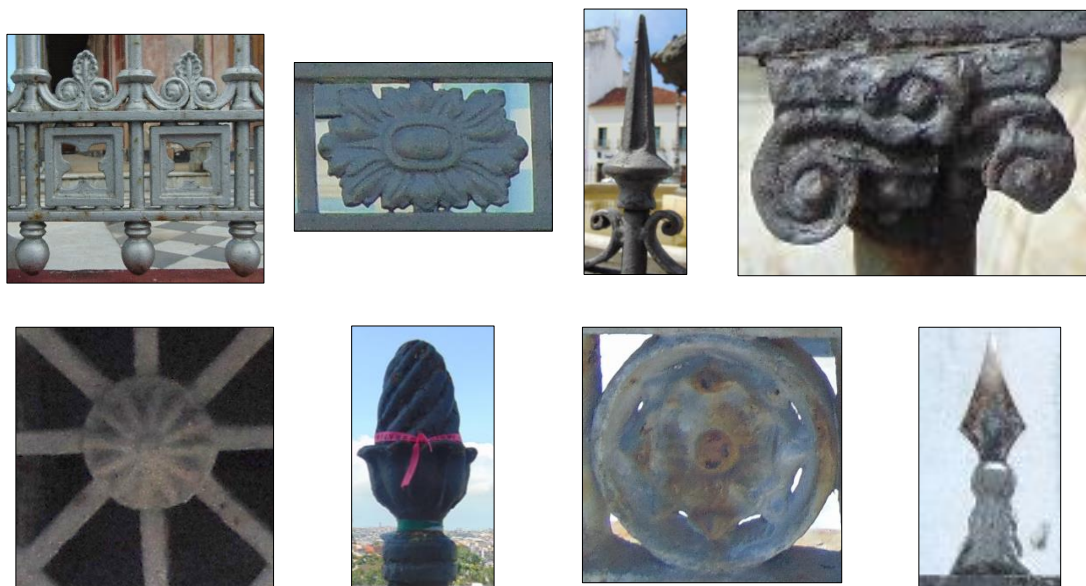
apresentavam referências aos ferreiros, que então se encarregavam de copiar os desenhos escolhidos.

Figura 7.43 – Exemplos de curvas encontradas nos gradis e portões da arquitetura soteropolitana produzida entre os anos de 1808 e 1939.



Fotografias do autor.

Figura 7.44 – Exemplos de acréscimos encontrados nos gradis e portões da arquitetura soteropolitana produzida entre os anos de 1808 e 1939.



Fotografias do autor.

As soluções adotadas para a ancoragem e para a estabilização dos gradis tem relação direta com o porte dos painéis. Os gradis pequenos mostram soluções de ancoragem similares àquelas relatadas para as colunas: alguns

gradis são ancorados diretamente no pavimento ou na alvenaria, com o uso de parafusos; outros, são chumbados com o uso de argamassa ou de chumbo fundido nas paredes e nos pisos que lhes são contíguos (BARRETO, 1859), como o gradil do adro da Igreja de Santana (Figura 7.45).

Figura 7.45 – Gradil do adro da Igreja de Santana, chumbado no piso e nos pilaretes em pedra.



Fotografia do autor.

Os gradis que cerceiam grandes áreas e que tem generosos painéis contam, além do chumbamento, com pilaretes ou então com escoras, que lhes conferem maior estabilidade. Esses pilaretes, ora são executados em ferro forjado, ora em ferro fundido. Quando executados em ferro forjado, eram fabricados pelo ferreiro, que respondia também pela produção do painel; quando em ferro fundido, poderiam ser executados em fábricas ou em fundições (inclusive estrangeiras), e apropriados pelos ferreiros locais para a instalação de grades aqui fabricadas, como nos gradis dos adros da Igreja de Nossa Senhora da Saúde e Glória e do Mosteiro de São Bento (Figura 7.46), assim como no adro da Igreja de Nossa Senhora do Pilar (Figura 7.47).

Figuras 7.46 – Pilaretes fundidos em gradis de ferro forjado na Igreja da Saúde e Glória (a) e no adro do Mosteiro de São Bento (b).



Fotografias do autor.

Figuras 7.47 – Gradil do adro da Igreja de Nossa Senhora do Pilar: (a) vista do conjunto; (b) vista parcial lateral do gradil com indicação dos contrafortes.



Fotografias do autor.

Não há também uniformidade nos modelos de dobradiças, nem das trancas, empregados. Nos levantamentos realizados, foram identificados desde os modelos rudimentares, como dobradiças sem pinos e trancas com gancho, até modelos mais elaborados, como fechaduras com chaves e dobradiças com pinos e anéis. As tipologias de trancas e de dobradiças encontradas são apresentadas nas figuras 7.48 e 7.49.

Figura 7.48 – Exemplos de dobradiças encontrados no levantamento realizado.



Fotografias do autor.

Figuras 7.49 – Exemplo de trancas encontradas no levantamento realizado.



Fotografias do autor.

Por fim, ao se tratar da diversidade dos gradis, não se pode esquecer dos exemplares temáticos, que trazem brasões e outros símbolos, feitos sob encomenda, exclusivamente, para os grandes monumentos e para os equipamentos públicos. A figura 7.50 traz o exemplo do portão lateral do Palácio Rio Branco, adornado com o brasão da República Brasileira.

Figura 7.50 – Portão lateral do Palácio do Rio Branco, com o brasão da República Brasileira.



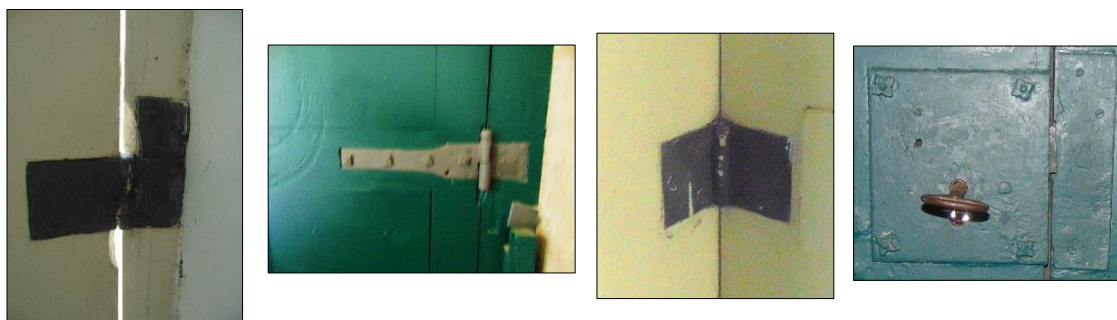
Fotografia do autor.

7.5. Esquadrias e ferragens

Na maior parte das edificações visitadas, os materiais siderúrgicos foram empregados com parcimônia na confecção de esquadrias. Via de regra, o uso do metal restringiu-se à confecção de ferragens (dobradiças, trancas e fechaduras), batedores, ou de grades para bandeiras, postigos, óculos ou para a segurança de vãos de portas e janelas. Esquadrias, majoritariamente metálicas, foram encontradas apenas na Estação da Calçada, no Cemitério Campo Santo e nas edificações de aspiração moderna ou *Decor*, construídas no começo do século XX.

Assim como as dobradiças e as trancas dos gradis, também nas esquadrias, as ferragens não têm uniformidade de desenho. Como demonstrado na figura 7.51, são encontradas tanto em modelos primitivos, quanto em exemplares de desenho e mecanismos rebuscados.

Figura 7.51– Exemplo de ferragens encontradas no levantamento realizado.



Fotografias do autor.

As grades de bandeiras, de postigos e de óculos, exibem características técnicas similares às já mencionadas para os gradis. Obviamente, tais grades apresentam singularidades, ligadas aos desenhos dos vãos ou à necessidade suportar cargas. A figura 7.52 apresenta exemplos desses gradis.

Figura 7.52 – (a) Gradil de segurança de vão de janela da casa nº 149 da Avenida Joana Angélica, de 1830, atual sede do Ministério Público; (b) porta com postigo gradeado do Palácio da Aclamação.



Fotografias do autor.

Dos exemplares de esquadrias, majoritariamente executados em peças siderúrgicas, podemos citar as esquadrias basculantes da Estação da Calçada e as inúmeras portas em ferro dos mausoléus do Cemitério Campo Santo. As esquadrias da Estação contam com caixilhos em ferro laminado; nos mausoléus

do Campo Santo e também no ossuário da Igreja da Venerável Ordem Terceira de São Francisco são encontradas portas em ferro fundido e em chapa prensada. Seguem imagens que atestam a existência das tipologias ora relatadas (Figuras 7.53).

Figuras 7.53 – (a) Esquadria da Estação da Calçada; (b) porta em chapa prensada em mausoléu do Cemitério do Campo Santo.



Fotografias do autor.

Na ausência de informações, nas fontes pesquisadas, supõe-se que o emprego restrito das esquadrias metálicas pode estar associado à facilidade de obtenção da madeira e à inconveniência dos caixilhos metálicos siderúrgicos, cujos perfis, ao menor sinal de corrosão e de expansão do material, comprometem a funcionabilidade do equipamento. O uso nos mausolés, por sua vez, pode estar associado ao fato de que muitos mausolés eram importados (MENDES, 2016).

7.6. Equipamentos para instalações hidráulicas

Nas edificações pesquisadas, poucos foram os equipamentos para instalações hidráulicas encontrados. Nas edificações onde os materiais siderúrgicos foram amplamente empregados ainda são verificados condutores verticais de águas pluviais e calhas, como os exemplos ora apresentados (Figura 7.54). Possivelmente, a maioria desses elementos foi perdida pela exposição

constante aos agentes de degradação e pela desvalorização, já que, infelizmente, esses artefatos são sempre entendidos como elementos secundários da arquitetura.

Figuras 7.54 – (a) Calha da Estação da Calçada; (b) condutor vertical de águas pluviais do Elevador do Taboão.



Fotografias do autor.

7.7. Mobiliário e decoração

No período estudado, além dos usos construtivos, as ligas siderúrgicas foram fartamente utilizadas na confecção de bens móveis, sobretudo mobiliário, utensílios e artigos para decoração. Anúncios coletados, em jornais antigos, atestam o quanto esses artefatos eram comercializados e, ainda mais, o quanto eram comercializados em armazéns que vendiam inclusive produtos siderúrgicos para a construção e equipamentos para ferreiros e fundidores (Figura 7.55).

Figura 7.55 – Anúncio da Loja do Estandarte, uma das muitas que comercializavam artigos siderúrgicos utilitários e para decoração.

LOJA
DO
ESTANDARTE
DE
Barboza Ferreira & C.
37 RUA DOS DROGUISTAS 37
Tem constantemente à venda o seguinte:

Bombas diversas para poços.
Bombas para jardins.
Fogões economicos, americanos.
Carros de madeira para carregar terra.
Camas de campanha.
Sortimento de latrinas francezas e inglezas, dito de
lustres de vidro e latão para gaz, dito de **aran-**
delas idem idem, dito de **cupulas** idem
idem, dito de **lavatorios** e **mijadouros** de
louça, dito de ditos e ditos de ferro esmaltado.
Materiaes para encanamento de
agua e gaz. **Tanques** de ferro para agua.
Forjas de ferro portateis. **Mezas** de dito para
jardins e cafés. **Machinas** para furar ferro, ditas para
copiar cartas, ditas para arrolhar garrafas.
Espingardas de um e dous canos para caça. **Rede**
de arame zincado para viveiros. **Apparelhos** de
ferro pintado para toilettes. E todos
os artigos de ferragens em geral, que vendem por
preços baratissimos.

BARBOZA FERREIRA & C.
37 RUA DOS DROGUISTAS 37

Fonte: Almanach do Diário de Notícias, do ano de 1881, p. 131.

Infelizmente, das edificações visitadas, apenas duas guardavam bens móveis que puderam ser datados como do período ora estudado: O Palácio da Aclamação e a FAMEB. O Palácio guarda dupla de vasos, em ferro fundido, identificados em fotografias antigas; a FAMEB, por sua vez, tem dois exemplares de bancos em ferro fundido e madeira, com motivos arbóreos, com placa identificativa da Fábrica Todos os Santos (Figura 7.56).

Figuras 7.56 – (a) Vaso em ferro fundido pertencente ao Acervo do Palácio da Aclamação; (b) banco pertencente ao acervo da Faculdade de Medicina da Bahia, este último, produzido na Fundição Todos os Santos.



Fotografias do autor.

7.8. Equipamentos urbanos

Conforme demonstrado no Capítulo 3, a Cidade do Salvador, no período estudado, passou por grandes transformações: sua população cresceu, o tecido urbano expandiu-se, reformas e intervenções urbanas foram executadas e muitos serviços públicos foram implantados. No contexto das reformas urbanas e da implantação dos serviços públicos, uma infinidade de equipamentos e de peças de mobiliário urbano, em ferro, foram instalados na cidade.

Na presente pesquisa, foram inventariados bens pertencentes às seguintes tipologias:

7.8.1. Postes e lâmpões

De acordo com Sampaio (2005), a instalação dos primeiros lâmpões nas ruas soteropolitanas aconteceu no ano de 1829; nesse momento, foram instalados lâmpões em flandres, abastecidos a óleo de baleia, nas ruas de Salvador. Quase 30 anos depois, em 1857, a Lei provincial nº 662 forneceu os parâmetros para o serviço de iluminação a gás, e o hidrogênio carbonetado (carbureto) passou a ser recomendado.

Após a citada Lei, foram feitos contratos com o empresário José de Barros Pimentel, para fornecimento de gás para a iluminação, tanto pública quanto privada. Simultaneamente à contratação de Barros Pimentel, foi firmado outro contrato, entre a administração provincial e a companhia inglesa *Bahia Gas Company Limited*, com as mesmas finalidades. Em 1860, a *Bahia Gas Company Limited* instalou nada menos que 90 postes nas ruas soteropolitanas. Entre os anos de 1860 e 1939, a iluminação pública foi difundida para os bairros periféricos e, em 1901, Salvador recebeu iluminação elétrica.

Dos postes e lampiões que remetem a esse contexto, restaram exemplares, sobretudo no centro da capital baiana. Alguns dos quais foram catalogados no presente trabalho.

Alguns dos postes metálicos levantados são ocos e constituídos por dois componentes: fuste e luminária. Há ainda exemplares que, além desses dois componentes, contam ainda com bases. Como as colunas siderúrgicas, os postes são ancorados diretamente no solo ou, com parafusos, fixados ao substrato do volume que lhes serve de base. De acordo com as pesquisas realizadas, sobretudo com as fotografias antigas, dos postes inventariados, poucos contam com os seus lampiões originais. Seguem fotografias de alguns dos exemplares levantados (Figuras 7.57):

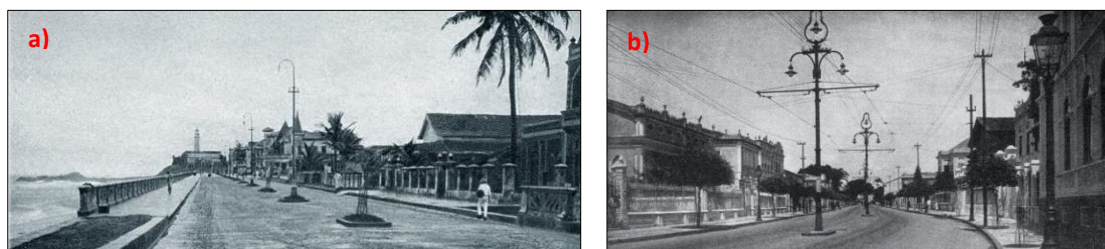
Figuras 7.57 – (a) Poste do Passeio Público; (b) poste da Praça Municipal.



Fotografias do autor.

A iconografia levantada para a elaboração deste trabalho recuperou a memória de belíssimos conjuntos de postes, já não existentes; conjuntos esses, pertencentes, por exemplo, às avenidas 7 de Setembro e Oceânica (Figuras 7.58).

Figuras 7.58 – Fotografias da Avenida Oceânica (a) e da Avenida 7 de Setembro (b), no começo do século XX.



Fotografias de autores não identificados. Fonte: <www.cidade-salvador.com>. Acesso em 05 de março de 2017.

7.8.2. Chafarizes

Os chafarizes e as fontes metálicas foram instalados, na capital baiana, no período investigado, pela Companhia de Águas do Queimado. Essa companhia foi criada, na década de 50 do século XIX, a partir da Lei Provincial de nº 451, de 17 de junho de 1852, por Francisco Pereira da Rocha e Bernadino Ferreira Pires, com a finalidade de promover o abastecimento de água regular para a cidade (AUGEL, 1980). De acordo com Sampaio (2005), a Companhia respondeu pela instalação de 22 chafarizes e inúmeras torneiras de combate a incêndio, abastecidos por águas da represa do Rio do Queimado, um dos afluentes do hoje poluído Rio Camurugipe. Quanto ao sistema de captação, convém acrescentar as observações tecidas por Maximiliano de Habsburgo:

A água é puxada por máquinas a vapor e sugada da terra daqui e levada para as partes mais distantes da cidade em diversos níveis de altitude.

(HABSBURGO, 1982. p.133)

De acordo com Sampaio (2005), os maiores fornecedores de peças hidráulicas para a Companhia do Queimado foram a Inglaterra e a Alemanha, e

não raro, a importação das peças era acompanhada por imbróglis, que envolviam os inspetores alfandegários e o questionamento dos usos que seriam dados a essas peças. Os chafarizes, por sua vez, segundo a mesma autora eram, em geral, encomendados na França.

Os chafarizes instalados pela companhia foram objetos de nota de muitos dos viajantes estrangeiros, que passaram pela Bahia no século XIX, como pode ser conferido nos textos de Habsburgo (1982):

Na cidade propriamente, não há nada digno de nota. Muitos mosteiros, muitas igrejas rococó, numerosas fontes de ferro do novo aqueduto – muito bonitas, as bicas em forma de crocodilos, peixes e crianças...

(HABSBURGO, 1982. p.133)

Dos escritos de alguns desses viajantes, pode-se apreender informações preciosas, que ratificam relatos de técnicas antigamente praticadas e citadas por outras fontes. É o caso dos relatos de Frei Vicente Viana, citado por Augel (1980), que descrevia a existência de muitos chafarizes em ferro fundido bronzeado, ratificando a prática de revestimento dos chafarizes com bronze pela *Val-d'Osne*, técnica essa citada por Dorel-Ferré (2005).

Seguem fotografias de alguns dos chafarizes inventariados (Figuras 7.59).

Figura 7.59 – (a) Chafariz do Terreiro de Jesus; (b) chafariz do Passeio Público.



Fotografias do autor.

7.8.3. Estátuas

No contexto citado, muitas das reformas e intervenções de espaços públicos eram acompanhadas pela instalação de estátuas em ferro fundido. Normalmente, essas estátuas representavam deuses e imagens de inspiração clássica. Foram estudadas, neste trabalho, a imagem da Deusa Flora (Figura 7.60), atualmente instalada no Itaigara, o grupo pertencente ao Monumento à Colombo, localizado em praça homônima no bairro do Rio Vermelho e o grupo encontrado na Praça da Piedade, no centro da capital baiana.

Figura 7.60 – Imagem da Deusa Flora.



Fotografia do autor.

7.8.4. Vasos

Além das estátuas, vasos em ferro fundido também eram empregados na decoração dos espaços públicos. A utilização desses elementos pode ser atestada, por exemplo, pela fala do Presidente da Província, o Conselheiro Antônio Coelho de Sá e Albuquerque, na abertura da Assembleia Legislativa, no ano de 1863. Ao tratar das obras de melhorias do Passeio Público, relata o presidente:

... Da Europa tem sido recebidos vários objetos de arame e ferro, vasos, berços, viveiros para aves, pés de ferro para bancadas,

algum gradil, sofá de moderno gosto, porta-arvores, balões esfericos...

(ALBUQUERQUE, 1863. p. 50)

Segue imagem de vaso de ferro do Passeio Público (Figura 7.61), provavelmente um dos citados pelo presidente Albuquerque.

Figura 7.61 – Vaso em ferro fundido, encontrado no Passeio Público.



Fotografia do autor.

7.9. Técnicas de proteção e de pintura identificadas

De acordo com as fontes pesquisadas e com o estudo tecnológico realizado (vide Capítulo 8. Estudo Tecnológico), referentes ao 131 anos estudados, predominaram as técnicas de proteção baseadas na galvanização zincada ou na aplicação de compostos plúmbeos e, as técnicas de pintura, na aplicação de tintas à óleo.

A galvanização era praticada tanto pelos grandes fabricantes, estrangeiros ou não, como por profissionais liberais que, em suas tendas, galvanizavam objetos metálicos siderúrgicos. De acordo com Dempsey (1851), a galvanização então baseava-se no banho com chumbo ou zinco. Anúncios de tendas de galvanizadores eram encontrados nos periódicos de então, como o exemplo que segue (Figura 7.62).

Figura 7.62 – Anúncio de um laboratório de metalurgia onde os banhos com chumbo e com zinco eram praticados.



Fonte: Almanak Administrativo, Mercantil e Industrial da Bahia, de 1855. p. 336.

Camadas de tetróxido de chumbo (Pb_3O_4), ainda hoje empregado, e conhecido como zarcão, eram empregadas como películas passivadora ou de proteção. Sobre as camadas de zarcão, eram aplicadas camadas de tinta à base de óleo de linhaça. Além do estudo tecnológico realizado (ver Capítulo 8. Estudo Tecnológico) para o presente trabalho, atestam o uso do zarcão e das tintas à base de óleo de linhaça, os relatórios de medição da Diretoria de Obras Públicas e Urbanismo da Secretaria de Viação e Obras Públicas, do ano de 1938, as recomendações de autores como Fryer (1876) e os anúncios encontrados em jornais do período, que tratam da comercialização destes produtos (Figura 7.63).

Figura 7.63 – Propaganda da venda de zarcão e óleo de linhaça para pintura, veiculada no Jornal de Notícias.



Fonte: Jornal de Notícias, do dia 14 de março de 1898, p. 2.

Algumas fontes pesquisadas relatam a busca por materiais novos e alternativos. Uma reportagem veiculada na edição 15, do ano de 1833, do Jornal da Sociedade de Agricultura, Commercio e Industria da Província da Bahia, tratava do emprego pioneiro do látex (borracha vegetal) na proteção de peças siderúrgicas. A reportagem relatava o emprego do material na Inglaterra e, ainda mais, experiências baianas, então em curso, que envolviam a imersão de peças de aço tratadas com borracha em recipientes com água: “Nestes últimos tempos, na Inglaterra, se tem servido da gomma elástica, para preservar da oxidação o ferro e o aço” (Jornal da Sociedade de Agricultura, Commercio e Industria da Província da Bahia, nº 15, 1833, p. 442).

8. ESTUDO TECNOLÓGICO

Este capítulo apresenta alguns casos de estudo tecnológico de amostras removidas dos bens abordados nesta dissertação. Infelizmente, durante as visitas realizadas para o desenvolvimento desta trabalho, foram obtidas amostras de poucos bens. A remoção de amostras é, quase sempre, recusada pelos responsáveis por monumentos e por prédios históricos, sobretudo quando a finalidade do estudo dessas amostras é acadêmica.

Apesar de abrangerem um número reduzido de bens, as amostras obtidas são de artefatos diversificados: foram obtidas amostras de pilares, de vigas, de gradis, de tela *deployé*, de parafusos, de calhas e de estátuas. Assim, se os resultados obtidos não foram suficientes para, por exemplo, estabelecer paralelos entre os produtores nacionais e os estrangeiros, as análises executadas, além de servirem como parâmetros para estudos futuros, permitiram que aspectos do fabrico e da história dos bens fossem desvelados, demonstrando como, no restauro de artefatos siderúrgicos, pesquisa histórica e análises laboratoriais são complementares.

8.1. Estação de Trens da Calçada

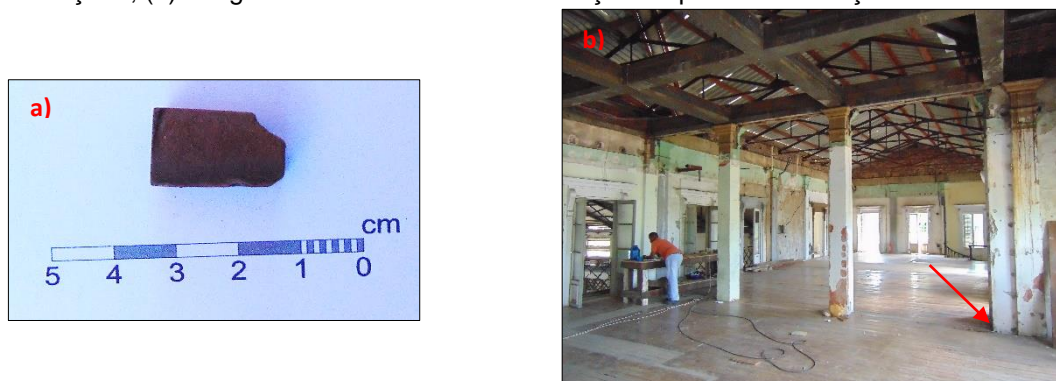
Construída no ano de 1861, pela firma inglesa *Bahia and San Francisco Railway Company*, como ponto de partida para a ferrovia que ligava Salvador ao sertão baiano (FERNANDES, 2006), a Estação de Trens da Calçada, ou antiga Estação da Jequitaia, é possivelmente o mais importante exemplar soteropolitano da Arquitetura do Ferro que restou. Na estação, com exceção de algumas esquadrias, dos pisos, das telhas e de alguma estrutura em madeira, todos os elementos construtivos são em ligas siderúrgicas.

Da Estação de Trens da Calçada, foram obtidas amostras de um dos pilares, de uma das vigas, da calha e de um dos parafusos responsáveis pela conexão viga/pilar. Com as amostras obtidas foram realizados ensaios de metalografia, microscopia eletrônica de varredura e massa unitária. Seguem os resultados dos ensaios realizados:

- **Pilar do mezanino da Estação de Trens da Calçada**

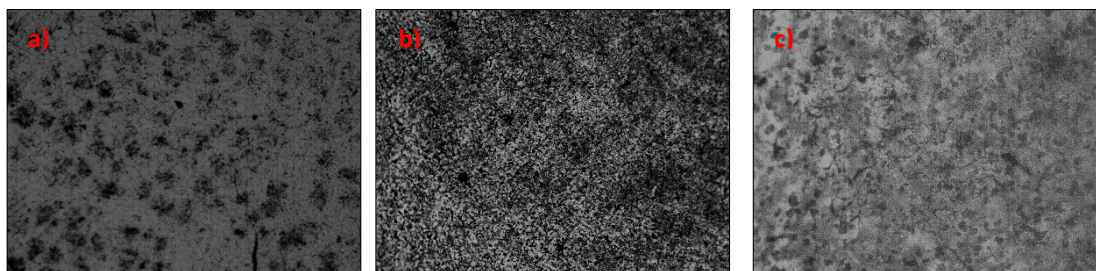
Da Estação da Calçada, uma das amostras obtidas é oriunda da base de um dos pilares do mezanino. Seguem as imagens da amostra, dos ensaios efetuados e a discussão resultados obtidos (Figuras 8.1 e 8.2):

Figura 8.1 – (a) Amostra removida de um dos pilares do mezanino da Estação de Trens da Calçada; (b) fotografia do mezanino com indicação do ponto de remoção da amostra.



Fotografias do autor.

Figura 8.2 – Micrografias da amostra do pilar da Estação de trens da Calçada. (a) Amostra não atacada com ampliação de 100x; (b) amostra atacada com ácido nítrico a 3% e ampliação de 100x; (c) amostra atacada com ácido nítrico a 3% e ampliação de 400x. Todas as imagens foram obtidas em microscópio ótico Olimpux BX 41, com lente ocular de aumento 10x.



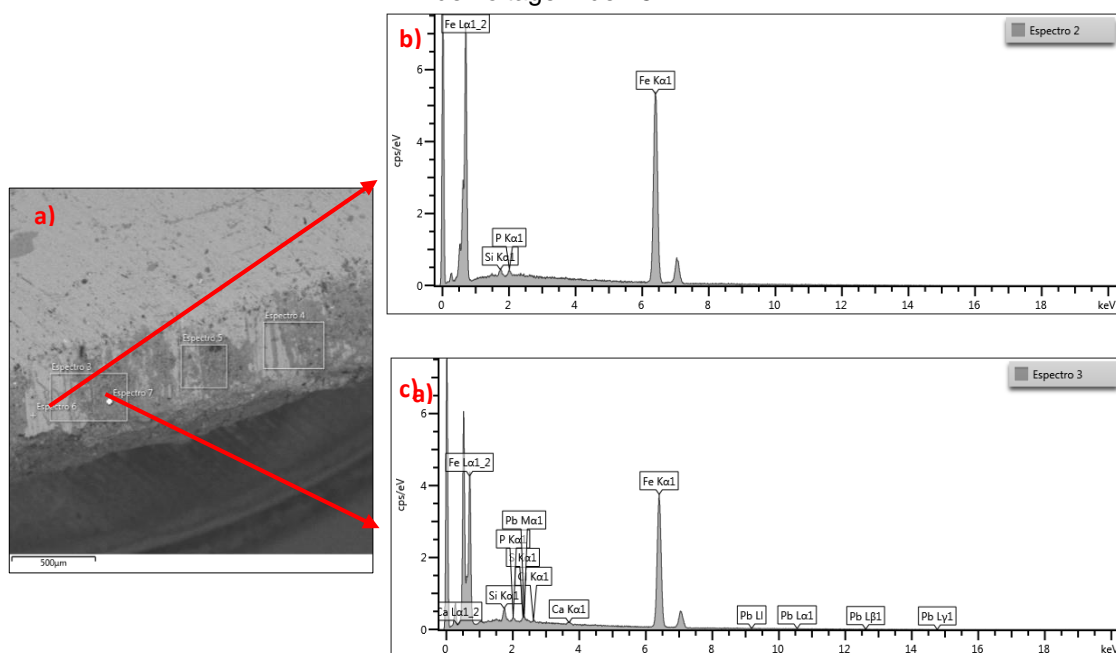
Imagens do autor.

O aspecto micrográfico da amostra e o ensaio de massa unitária ^{a)} indicam que se trata, provavelmente, de ferro fundido cinzento, com $7,30 \text{ g/cm}^3$ e com veios de grafita tipo D, imersos em dendritas e matriz ferríticas. Colpaert (1974) diz que a formação deste tipo de grafita acontece quando a concentração de elementos grafitizantes acelera a formação de novos veios de grafita, em detrimento do crescimento dos veios existentes. De acordo com Chiaverini (2008), secções como essa podem ser obtidas em temperaturas inferiores a

1200°C e com percentuais de carbono maiores que 1,5%, condições facilmente alcançadas pelos alto-fornos das fundições da família Watson, no século XIX.

Submetendo a mesma amostra à microscopia eletrônica de varredura e à análise química semi-quantitativa do sistema EDS, foram obtidos a imagem e os espectros que seguem (Figura 8.3):

Figura 8.3 – Imagem de elétrons (a) e espectros 2 (b) e 3 (c) obtidos com o EDS da amostra do pilar da Estação de Trens da Calçada. Imagens de elétrons secundários espectros obtidos em microscópio Tescan, modelo Vega 3, com aceleração de tensão de aceleração de tensão de 15 kV.



Imagens e espectros do autor.

A análise semi-quantitativa por EDS aponta, para o interior da peça (espectro 2), a presença de ferro (Fe) e de silício (Si), corroborando a hipótese de que se trata de uma peça de ferro fundido cinzento, grafitizado com silício. Essa análise aponta, ainda, a presença de fósforo (P), elemento que pode ter origem no minério utilizado, ou pode ter sido acrescido como fundente, conforme práticas inglesas do século XIX (FRYER, 1876), durante os processos de refino e/ou de moldagem.

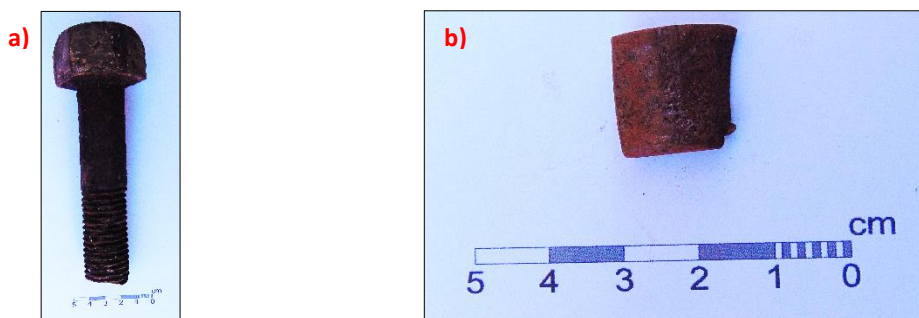
A imagem e a análise química da borda da amostra (espectro 3), apontam a existência de dois estratos de contornos irregulares, porém, bem individualizados: a matriz em ferro fundido cinzento, já descrita, e uma camada

superficial rica em chumbo (Pb) e em cálcio (Ca). Os contornos irregulares das camadas resultam, provavelmente, do uso de moldes de areia. A camada superficial, rica em chumbo, deve remeter aos métodos de proteção com chumbo fundido, empregados na Inglaterra, no século XIX, e descritos por Fryer (1876).

• Parafusos da Estação da Calçada

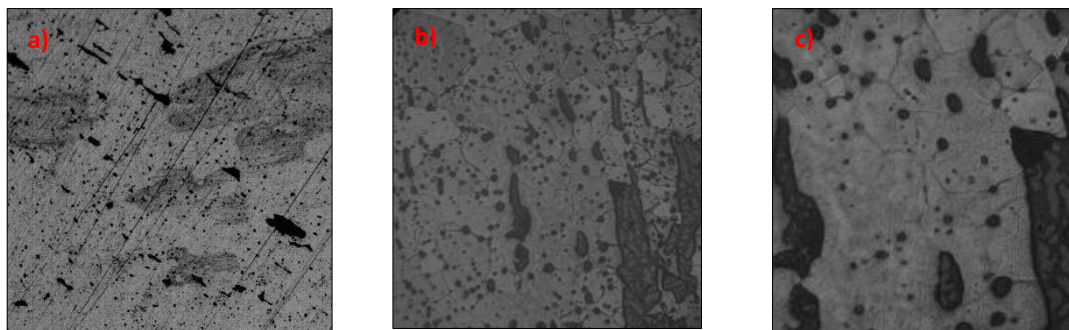
Do mezanino da Estação da Calçada, foi coletada também amostra de um dos parafusos empregados na conexão viga/pilar. Seguem as imagens do parafuso, da amostra, dos ensaios e a discussão a partir desses últimos gerada (Figuras 8.4 e 8.5).

Figuras 8.4 – Estação de Trens da Calçada (a) Parafuso; (b) amostra removida do parafuso.



Fotografias autor.

Figuras 8.5 – Micrografias da amostra do parafuso da Estação de Trens da Calçada: (a) amostra não atacada com ampliação de 100x; (b) amostra atacada com ácido nítrico a 3% e ampliação de 100x; (c) amostra atacada com ácido nítrico a 3% e ampliação de 400x. Todas as imagens foram obtidas em microscópio ótico Olympus BX 41, com lente ocular de aumento 10x.

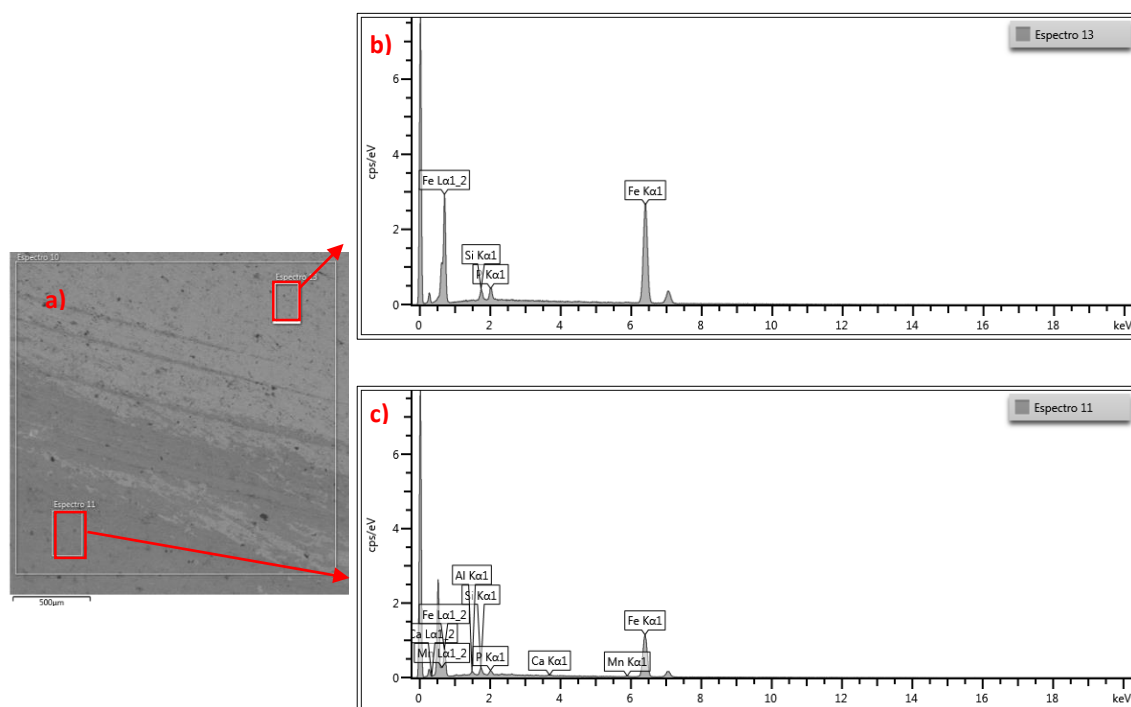


Imagens do autor.

O aspecto micrográfico da amostra e o ensaio de massa unitária indicam que se trata, provavelmente, de ferro fundido cinzento, com $7,54 \text{ g/cm}^3$ e com veios de grafita nodulares, vermiculares e inclusões, imersos em matriz de perlita e de ferrita, havendo predomínio da primeira sobre a segunda. De acordo com Chiaverini (1988), o padrão usual desse tipo de liga apresenta apenas a perlita, e a ferrita e os demais componentes podem ter resultado de algum tratamento térmico empregado.

O fragmento do parafuso foi submetido à microscopia eletrônica de varredura e à análise química semi-quantitativa do sistema EDS. Com esses procedimentos foram obtidos os espectros e a imagem seguintes (Figura 8.6):

Figura 8.6 – Imagem de elétrons secundários (a) e espectros 11 (b) e 13 (c) obtidos com o EDS da amostra do parafuso da Estação de Trens da Calçada. Imagens de elétrons secundários e espectros obtidos em microscópio Tescan, modelo Vega 3, com aceleração de voltagem de aceleração de voltagem de 15kV.



Imagens do autor.

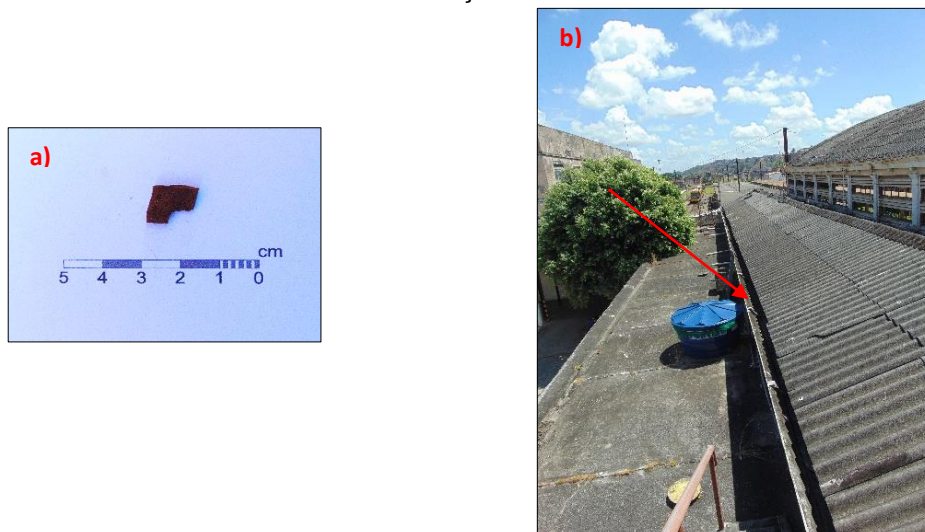
A imagem e as análises químicas da amostra apontam para a ocorrência de ferro (Fe), fósforo (P) e silício (Si), nos grãos mais claros (espectro 13), correspondentes à perlita e à ferrita, elementos aos quais são adicionados alumínio (Al), cálcio (Ca) e manganês (Mn), nas pontuações escuras,

correspondentes às inclusões e à grafita (espectro 11). Provavelmente, o cálcio e o alumínio podem resultar do minério empregado ou de contaminações. O manganês deve ter sido empregado como agente nodulizante, uma vez que a grafita em nódulos aumenta a resistência, melhorando as características mecânicas do parafuso, como descrito por Chiaverini (2008).

- **Calha da Estação da Calçada**

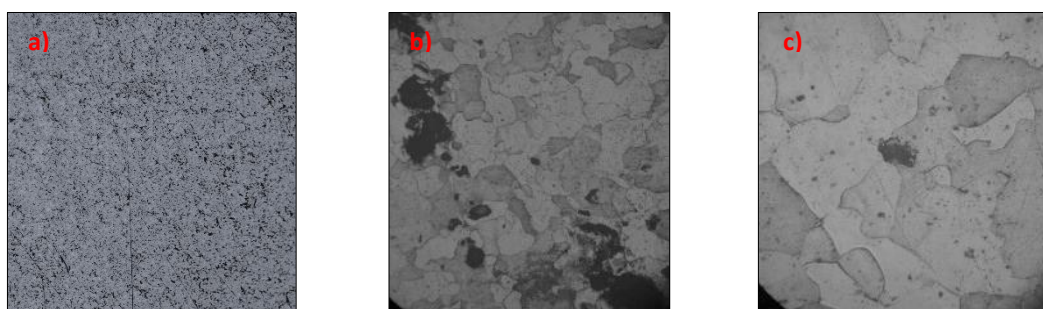
Da cobertura da ala direita da Estação da Calçada, foi coletada amostra da calha. Seguem as imagens da amostra, da localização da calha no edifício, dos ensaios (Figuras 8.7 e 8.8).e a discussão a partir desses últimos geradas.

Figura 8.7 – (a) Amostra da calha da Estação de Trens da Calçada; (b) indicação do ponto de remoção da amostra.



Fotografias do autor.

Figura 8.8 – Micrografias da amostra da calha da Estação de Trens da Calçada: (a) amostra não atacada com ampliação de 100x; (b) amostra atacada com ácido nítrico a 3% e ampliação de 100x; (c) amostra atacada com ácido nítrico a 3% e ampliação de 400x. Todas as imagens foram obtidas em microscópio ótico Olympus BX 41, com lente ocular de aumento 10x.



Imagens do autor.

O aspecto micrográfico da amostra e o ensaio de massa unitária indicam que se trata, provavelmente, de ferro fundido cinzento, com 7,11 g/cm³ e com grãos de grafita e inclusões, imersos em matriz de ferrita e de perlita, havendo predomínio da primeira sobre a segunda.

O fragmento da calha foi submetido a microscopia eletrônica de varredura e a análise química semi-quantitativa com sistema EDS. Com esses procedimentos foram obtidos os seguintes espectro e imagem (Figura 8.9):

Figura 8.9 – Imagem de elétrons secundários e o espectro 17 obtido com o EDS da amostra da calha da Estação de Trens da Calçada: (a) imagens de elétrons secundários; (b) espectro obtido em microscópio Tescan, modelo Vega 3, com aceleração de tensão de 15 kV.

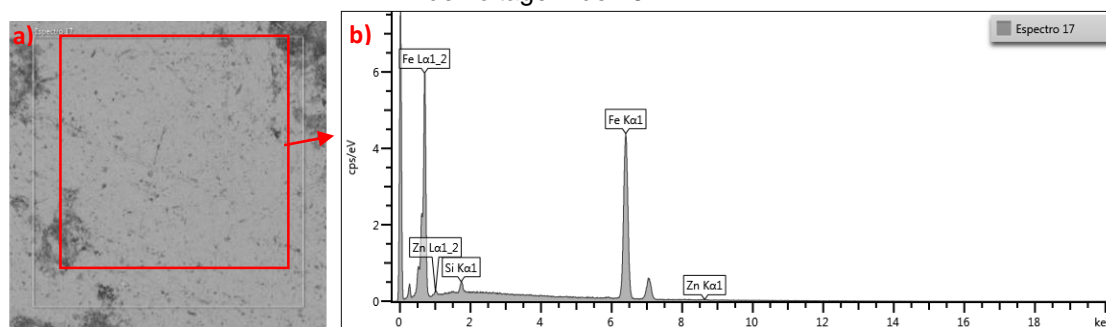


Imagem e espectro do autor.

A imagem e a análise química da amostra (espectro 17), apontam para a ocorrência de ferro (Fe), silício (Si) e zinco (Zn). Como nos demais casos estudados, os dois primeiros elementos são fundamentais ao ferro fundido, o terceiro pode ter origem residual de alguma antiga camada de proteção ou de galvanização, embora esta camada já não se apresenta individualizada e estratificada na imagem da amostra recolhida.

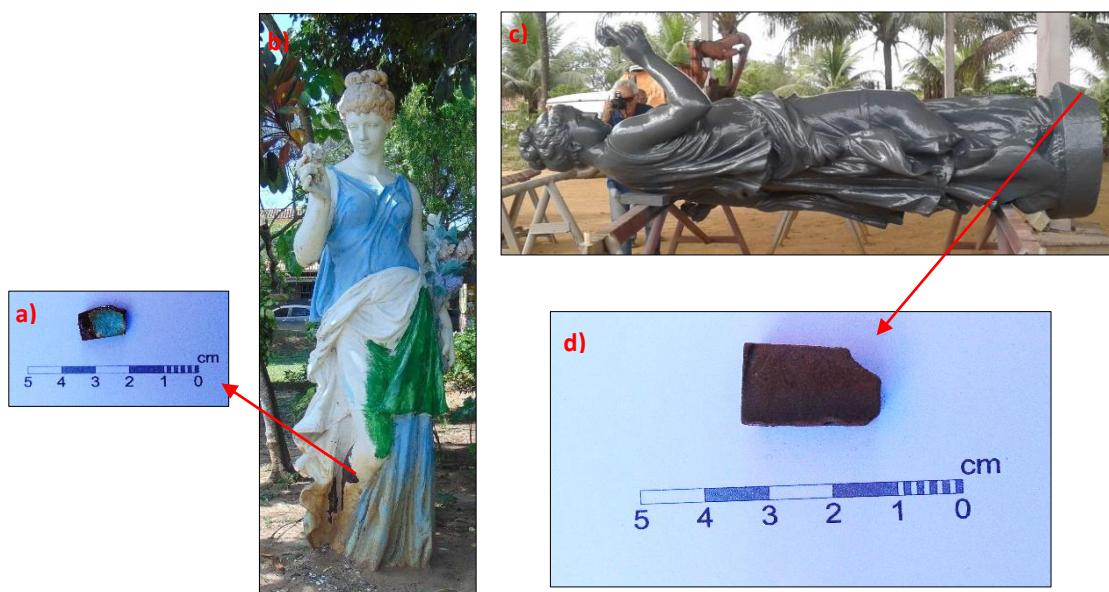
8.2. Estátua da Deusa Flora

Produzida pela fundição francesa *Fonderies du Val-D'Osne*, provavelmente no final do século XIX (imagens de Flora constavam no catálogo de 1861 da empresa), a estátua da Deusa Flora marcou a paisagem de muitos bairros soteropolitanos: a Estátua de Flora já foi instalada na Praça Municipal,

nos Jardins de Nazaré (PEREIRA, M. P., 1994), na Avenida Manoel Dias e na Praça Nossa Senhora da Assunção, no Itaigara. Instalada na Praça Nossa Senhora da Assunção, a imagem foi objeto de intervenções de restauro no ano de 2016.

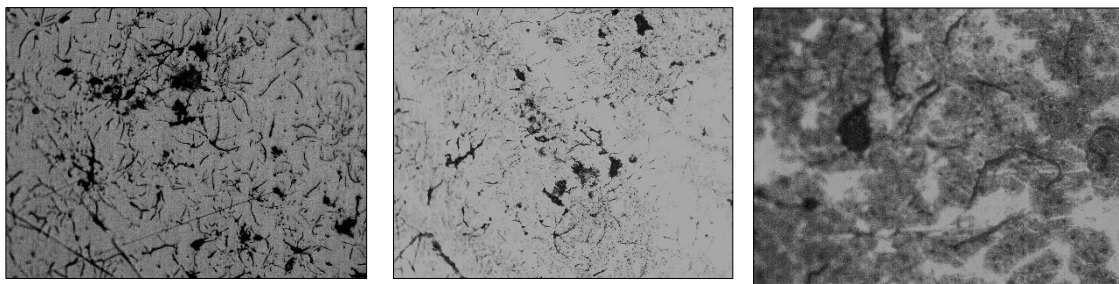
Da estátua da Deusa Flora, foram obtidas duas amostras: uma, anterior ao processo de restauração citado, com a matriz férrea bastante corroída, porém com inúmeras camadas de revestimento; outra, removida após o restauro, apresentando as camadas de revestimento aplicadas na recuperação da peça. Com as amostras obtidas, foram realizados ensaios de metalografia, de microscopia ótica e eletrônica de varredura e de massa unitária. Seguem as imagens da amostra, dos pontos de retirada, dos ensaios (Figuras 8.10 e 8.11), e a discussão a partir desses últimos gerada.

Figuras 8.10 – Estátua da Deusa Flora antes (a) e após restauração de 2016 (b). Indicação dos pontos de remoção das amostras e amostras removidas (c) e (d).



Fotografias do autor.

Figuras 8.11 – Micrografias da amostra removida da Estátua da Deusa Flora após a restauração. (a) amostra não atacada com ampliação de 100x; (b) amostra atacada com ácido nítrico a 3% e ampliação de 100x; (c) amostra atacada com ácido nítrico a 3% e ampliação de 400x. Todas as imagens foram obtidas em microscópio ótico Olympus BX 41, com lente ocular de aumento 10x.



Imagens do autor.

O ensaio de massa unitária e o aspecto micrográfico da amostra de metal sadio, removida após a restauração, indicam que se trata, provavelmente, de ferro fundido cinzento, com $6,73 \text{ g/cm}^3$ e com grãos de grafita tipo B (isto é, com aspecto radial, no entorno de núcleos, de aspecto eutético) e inclusões, imersos em matriz de ferrita e de perlita, havendo predomínio da primeira sobre a segunda.

Os fragmentos da estátua, removidos antes e após a restauração, foram submetidos à microscopia eletrônica de varredura e à análise química semi-quantitativa, com sistema EDS. Com esses procedimentos, foram obtidos os seguintes espectros e imagens (Figuras 8.12 e 8.13):

Figuras 8.12 – Imagem de elétrons da amostra removida da estátua da Deusa Flora, antes da restauração, com marcação das camadas de revestimento e dos espectros (a); espectros 43 (b), 44 (c) e 45(d) obtidos com o EDS. Imagens de elétrons secundários e espectros obtidos em microscópio Tescan, modelo Vega 3, com aceleração de tensão de 15 kV.

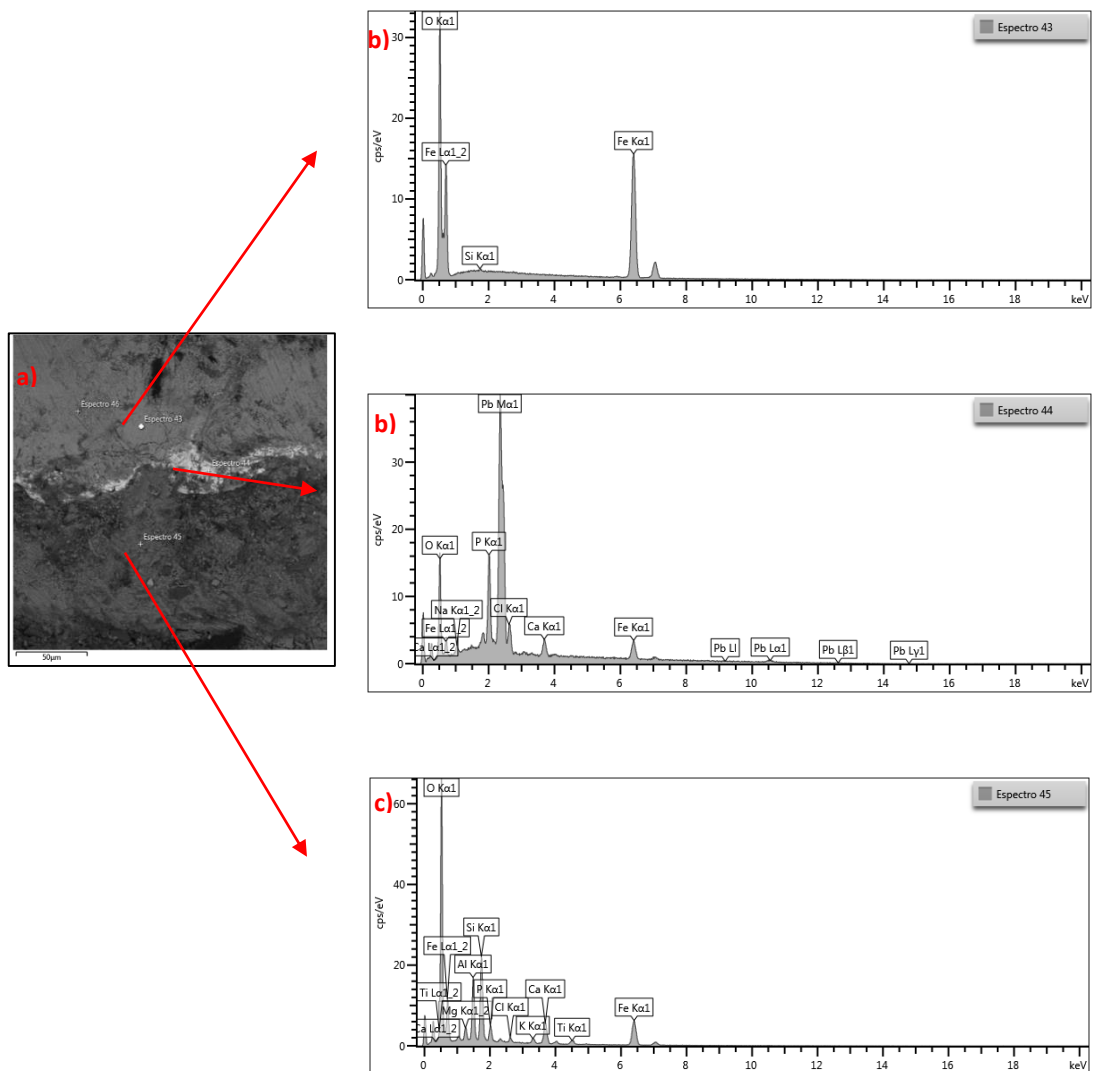


Imagem e espectros do autor.

Figuras 8.13 – Imagem de elétrons da amostra removida da estátua da Deusa Flora, após restauro, com marcação das camadas de revestimento e os espectros (a); espectros 21 (b), 22 (c) e 23 (d) obtidos com o EDS. Imagens de elétrons secundários e espectros obtidos em microscópio Tescan, modelo Vega 3, com aceleração de tensão de aceleração de tensão de 15 kV.

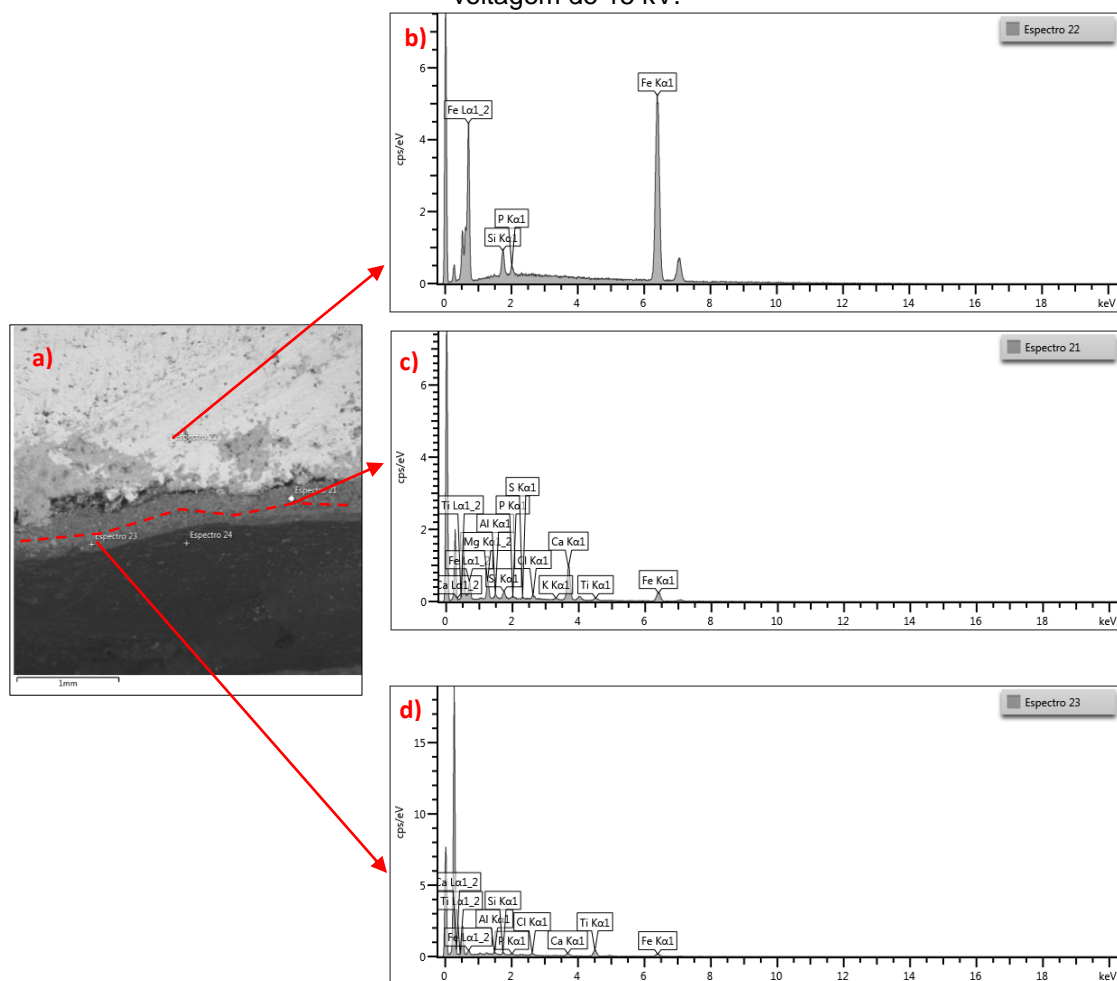


Imagem e espectros do autor.

A imagem e a análise química da amostra, que foi removida antes a restauração, apontam para a ocorrência de três camadas bastante individualizadas: a mais interna, formada pela matriz em ferro fundido cinzento, que conta com ferro (Fe), silício (Si) e oxigênio (O); a camada intermediária que apresenta chumbo (Pb), cálcio (Ca), ferro (Fe) e sódio (Na), provavelmente de alguma antiga camada de revestimento protetivo, sendo o sódio possivelmente um contaminante; e a camada mais externa que apresenta oxigênio (O), cálcio (Ca), titânio (Ti), fósforo (P), silício (Si) e ferro (Fe), de uma antiga camada de revestimento e cloro (Cl), provável contaminante.

A imagem e a análise química da amostra que foi removida após a restauração, apontam para a ocorrência de três camadas bastante individualizadas: a mais interna, formada pela matriz em ferro fundido cinzento, que conta com ferro (Fe) e silício (Si), e as duas externas, que correspondem às camadas de proteção e pintura, de base epóxi, aplicada à peça em dezembro de 2016, que apresentam cargas minerais, como titânio (Ti) e cálcio (Ca), normalmente empregadas, nas resinas de natureza epóxidica, como filtros para a radiação ultravioleta.

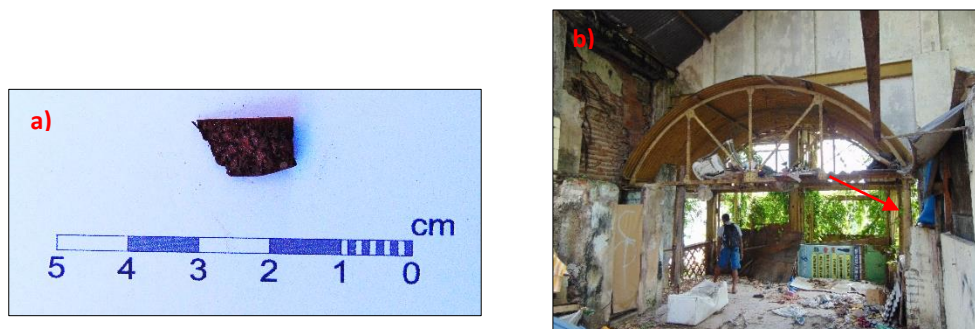
8.3. Elevador do Taboão

O elevador do Taboão foi construído em 1896, para ligar o Comércio à Baixa dos Sapateiros (ANDRADE JÚNIOR, 2006). Do Elevador do Taboão foram obtidas amostras de um dos pilares, do condutor vertical de águas pluviais e das telhas. Com as amostras obtidas foram realizados ensaios de metalografia, microscopia eletrônica de varredura e massa unitária. Seguem os resultados dos ensaios realizados:

- **Pilar do elevador do Taboão.**

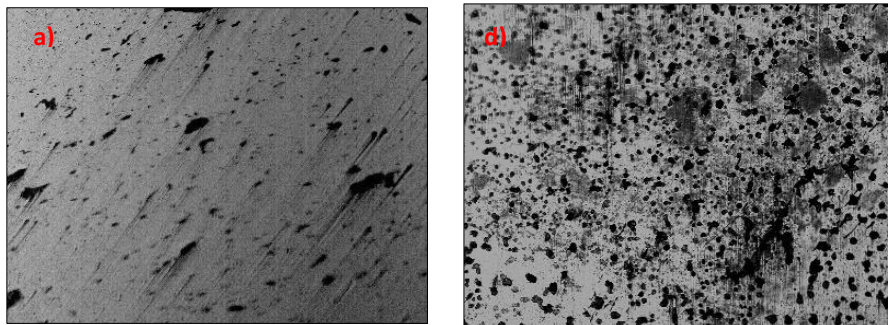
Do Elevador do Taboão, uma das amostras obtidas foi oriunda da base de um dos pilares do mezanino. Seguem as imagens da amostra, dos ensaios e a discussão dos resultados obtidos (Figuras 8.14, 8.15 e 8.16).

Figura 8.14 – (a) Amostra removida de um dos pilares do Elevador do Taboão; (b) fotografia da estação superior do ascensor, com a indicação do ponto de remoção da amostra.



Fotografias do autor.

Figuras 8.15 – Micrografias da amostra removida do pilar do Elevador do Taboão: (a) amostra não atacada com ampliação de 100x; (b) amostra atacada com ácido nítrico, a 3%, e ampliação de 100x. Todas as imagens foram obtidas em microscópio ótico Olímpux BX 41, com lente ocular de aumento 10x.



Imagens do autor.

O ensaio de massa unitária e aspecto micrográfico da amostra indicam que se trata, provavelmente, de aço fundido, com $6,91 \text{ g/cm}^3$, e que apresenta grãos de perlita, de ferrita, e com teores de carbono compreendidos entre 0,1 e 0,5 % (COLPAERT, 1974), além de numerosas inclusões.

A análise química da amostra, conforme imagem e espectro que seguem (Figura 8.16), demonstra que as matrizes siderúrgicas contem, além do carbono (C) e do ferro (Fe), fósforo (P), e que as inclusões são ricas em titânio (Ti), silício (Si) e alumínio (Al). A ausência do silício dissolvido corrobora a hipótese de tratar-se de uma peça de aço, e não de ferro fundido. As técnicas da difração de raios-X (DRX) e a eletroscopia ótica de emissão podem ser utilizadas para ratificar essa hipótese (CAMPOS, 2009 e BREHM, 1999).

Figura 8.16 – Imagem de elétrons (a) e espectros 8 (b) e 9 (c) obtidos com o EDS da amostra da estátua removida antes restauração. Imagens de elétrons secundários e espectros obtidos em microscópio Tescan, modelo Vega 3, com aceleração de voltagem de aceleração de voltagem de 15 kV.

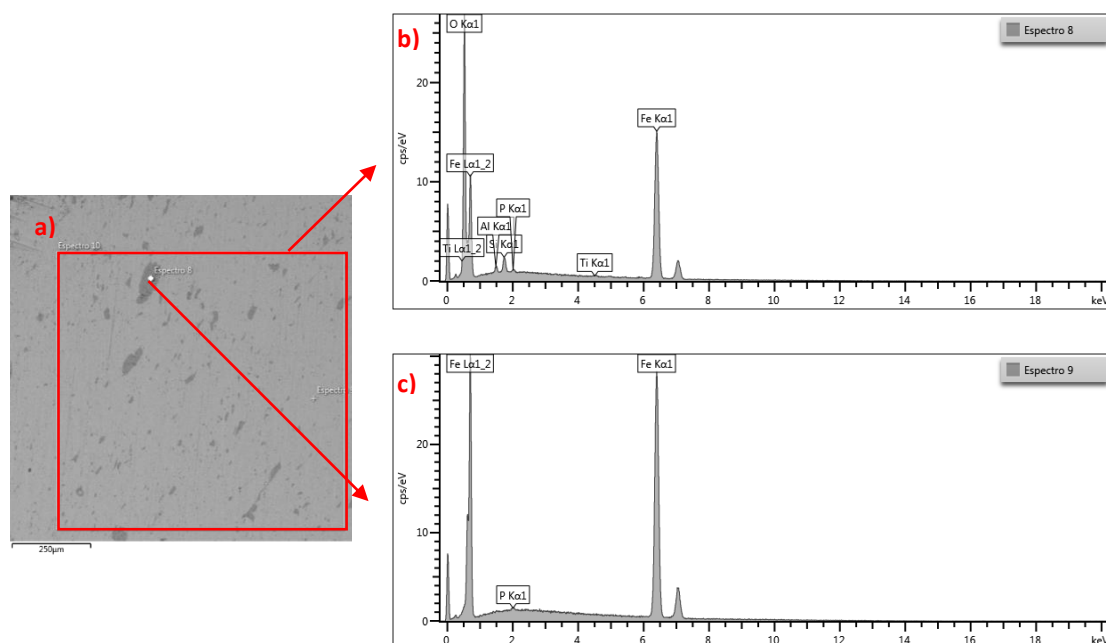
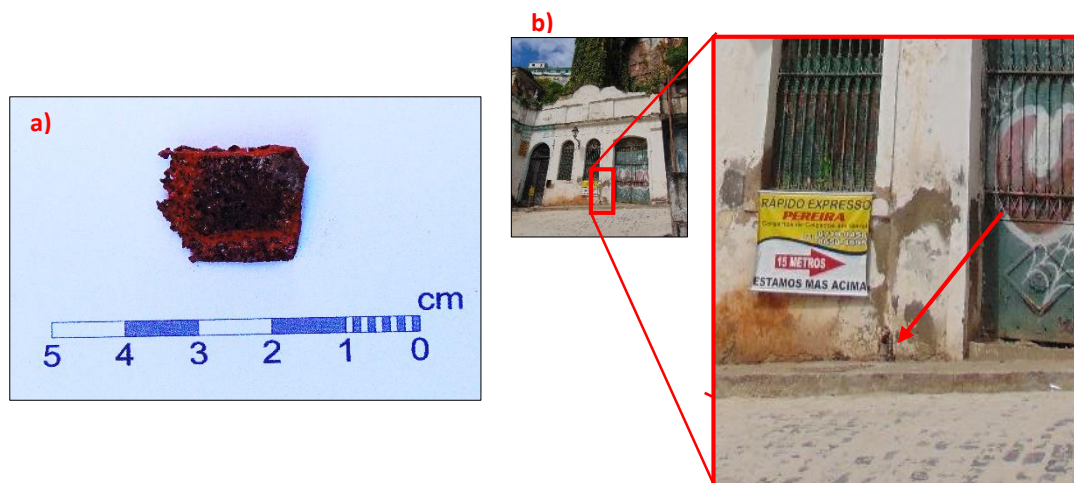


Imagem e espectros do autor.

- **Condutor vertical de águas pluviais da fachada frontal da estação do bairro do Comércio**

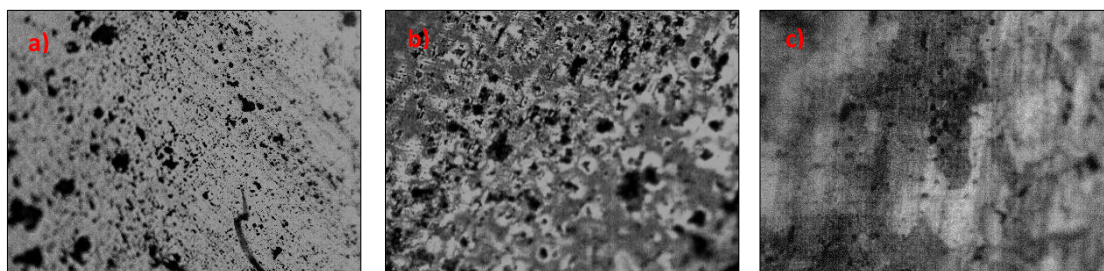
Da fachada frontal da estação do Comércio, do Elevador do Taboão, foi removida uma amostra do condutor vertical de águas pluviais. Seguem as imagens da amostra, dos ensaios e a discussão dos resultados obtidos (Figuras 8.17, 8.18, 8.19).

Figuras 8.17 – (a) Amostra removida de um dos condutores verticais de águas pluviais do Elevador do Taboão; (b) fotografia da fachada do ascensor, com a indicação do ponto de remoção da amostra.



Fotografias do autor.

Figura 8.18 – Micrografias da amostra removida do condutor de águas do Elevador do Taboão: (a) amostra não atacada com ampliação de 100x; (b) amostra atacada com ácido nítrico, a 3%, e ampliação de 100x; (c) amostra atacada com ácido nítrico a 3% e ampliação de 400x. Todas as imagens foram obtidas em microscópio ótico Olympus BX 41, com lente ocular de aumento 10x.



Imagens do autor.

O aspecto micrográfico da amostra do condutor vertical do Elevador do Taboão e o ensaio de massa unitária com essa amostra realizado indicam que se trata de ferro fundido cinzento, com $6,87 \text{ g/cm}^3$, com matriz de ferrita e de perlita, e carbono precipitado sobre a forma de grafita nodular, contendo ainda inclusões (CHIAVERINI, 2008).

O fragmento do condutor foi submetido à microscopia eletrônica de varredura e à análise química semi-quantitativa com o sistema EDS. Com esses procedimentos, foram obtidos a imagem e os espectros seguintes (Figuras 8.19):

Figura 8.19 – Imagem de elétrons (a) e espectros 11(b), 12 (c) e 13 (d) obtidos com o EDS da amostra do condutor de águas pluviais do Elevador do Taboão. Imagens de elétrons secundários e espectros obtidos em microscópio Tescan, modelo Vega 3, com aceleração de tensão de aceleração de tensão de 15 kV.

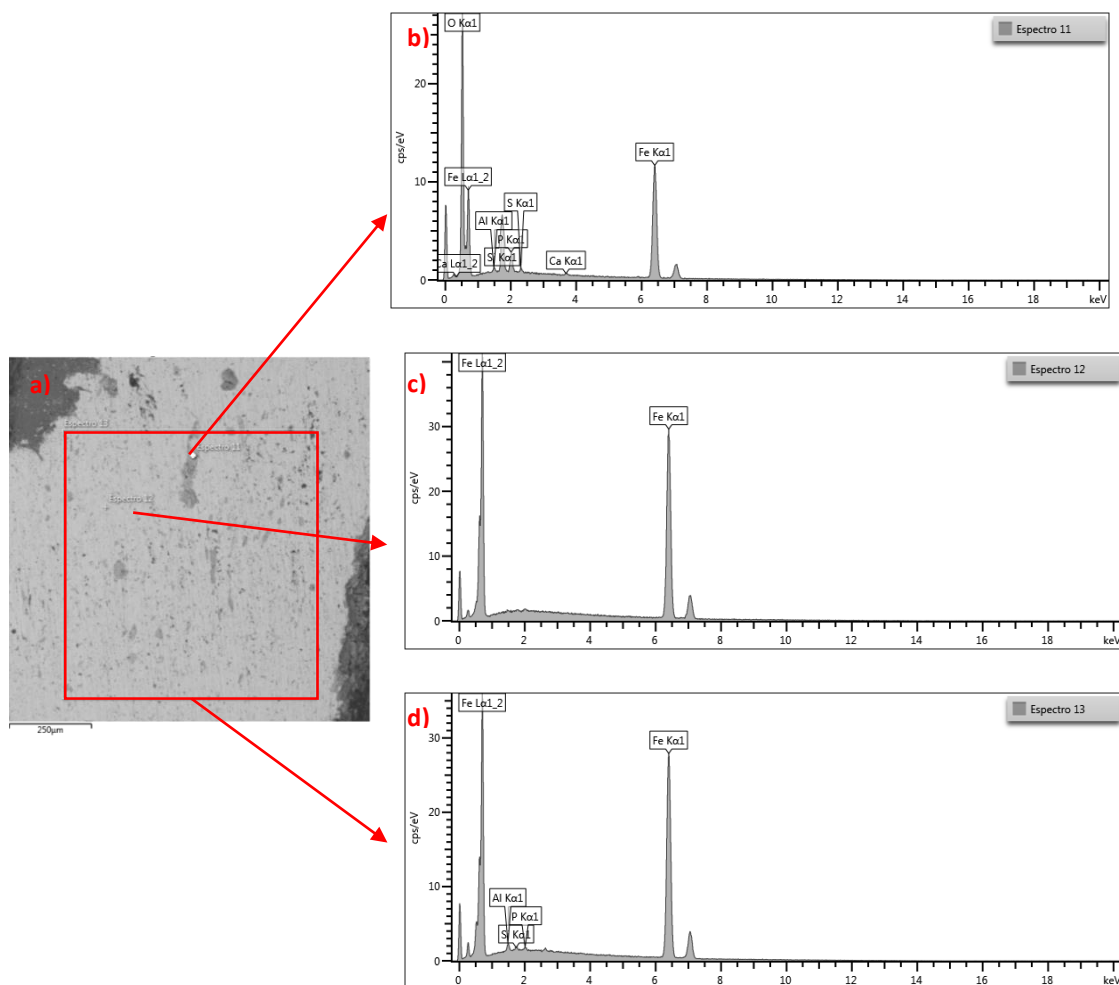


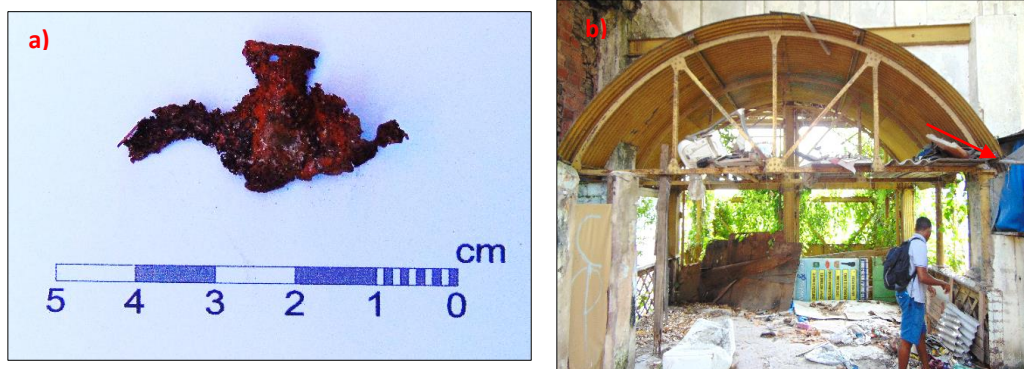
Imagem e espectros do autor.

A imagem microscópica e a análise química da amostra demonstram que as matrizes siderúrgicas contêm, além do carbono (C) e do ferro (Fe), fósforo (P) e silício (Si), característicos do ferro fundido cinzento. As inclusões são ricas em enxofre (S), alumínio (Al) e cálcio (Ca), que podem ter resultado do minério empregado.

- **Telha do Elevador do Taboão**

Da cobertura do Elevador do Taboão, foi removida uma amostra da telha. Seguem as imagens da amostra, dos ensaios e a discussão dos resultados obtidos (Figuras 8.20, 8.21 e 8.22).

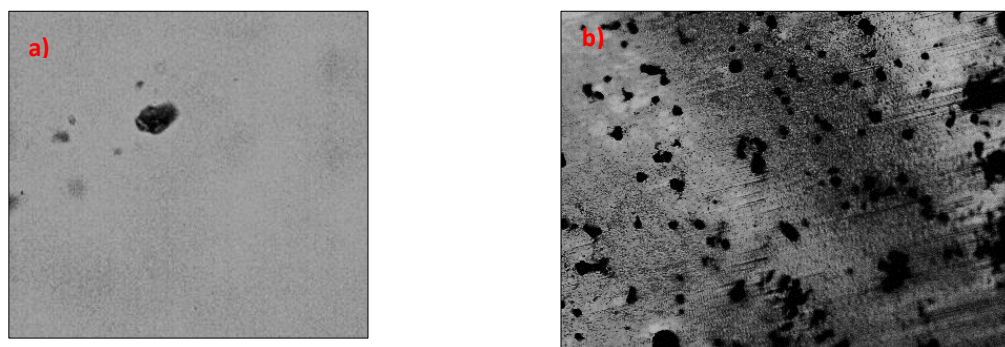
Figuras 8.20 – (a) Amostra removida da cobertura do Elevador do Taboão; (b) fotografia da cabine do ascensor com a indicação do ponto de remoção da amostra.



Fotografias do autor.

A micrografia da amostra (Figura 8.21) da telha do Elevador do Taboão aponta para a presença de ferrita e de perlita, sutilmente orientadas sob a forma de estrias. Esta orientação é, provavelmente, oriunda do método de laminação empregado no fabrico da telha. De acordo com o ensaio de massa unitária realizado, a amostra conta com $7,85 \text{ g/cm}^3$, bastante característica dos aços.

Figura 8.21– Micrografias da amostra removida da telha do Elevador do Taboão: (a) amostra não atacada com ampliação de 100x; (b) amostra atacada com ácido nítrico, a 3%, e ampliação de 100x. Todas as imagens foram obtidas em microscópio ótico Olympus BX 41, com lente ocular de aumento 10x.



Imagens do autor.

A imagem e a análise química semi-quantitativa, por EDS (Figura 8.22), da amostra da telha do Elevador do Taboão, apontam para a ocorrência de cinco camadas bastante individualizadas: a mais interna, formada pela matriz siderúrgica, que apresenta ferro (Fe), silício (Si) e potássio (K); uma camada intermediária, separada da matriz férrea por uma descontinuidade, e rica em cálcio (Ca), ferro (Fe) e oxigênio (O), possivelmente oriunda de antiga pintura de fundo; uma camada intermediária, rica em ferro (Fe) e fósforo (P), e duas

camadas mais externas, ricas em zinco (Zn) e chumbo (Pb), oriundas possivelmente de camadas de proteção e pintura.

Figura 8.22 – Imagem de elétrons (a) e espectros 14 (b) 16 (c), 17 (d), 18 (e) e 19 (f) obtidos com o EDS da amostra da telha do Elevador do Taboão. Imagens de elétrons secundários e espectros obtidos em microscópio Tescan, modelo Vega 3, com aceleração de voltagem de aceleração de voltagem de 15 kV.

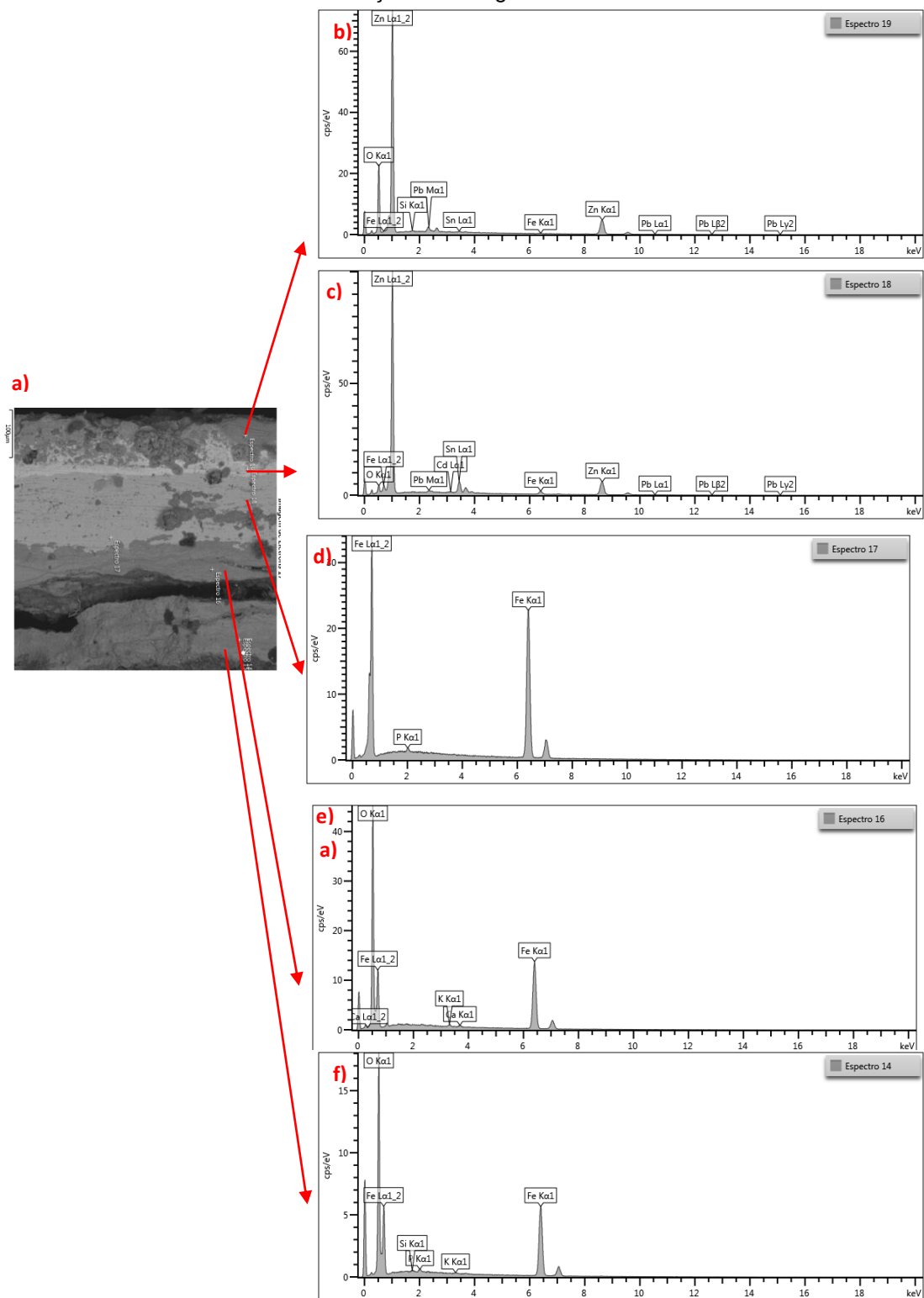
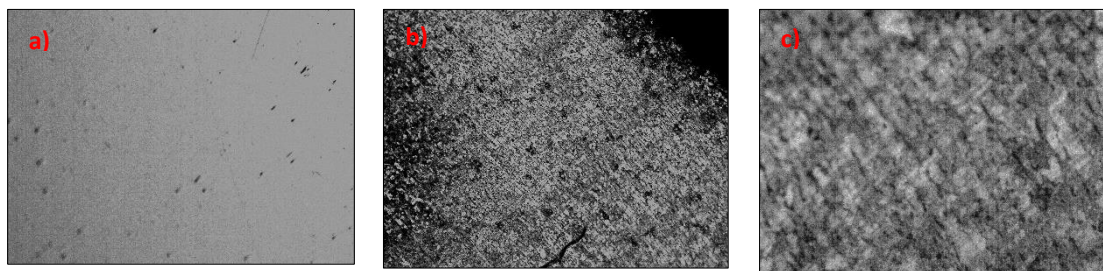


Imagem e espectros do autor.

8.4. Antiga Faculdade de Medicina da Bahia

O prédio da antiga Faculdade de Medicina da Bahia foi reconstruído, no começo do século XX, por Teodoro Sampaio, de acordo com projeto de Victor Dubugras (D’AFFONSÊNCIA, 2006). Nele são encontradas vigas, escadas e treliças siderúrgicas, além de estruturas armadas com perfis metálicos e telas *deployé*. Com uma amostra de uma dessas telas foram realizados ensaios de metalografia, microscopia eletrônica de varredura e massa unitária. Seguem os resultados dos ensaios realizados (Figuras 8.23 e 8.24).

Figuras 8.23 – Micrografias da amostra removida da tela *deployé* da FAMEB: (a) amostra não atacada com ampliação de 100x; (b) amostra atacada com ácido nítrico, a 3%, e ampliação de 100x; (c) amostra atacada com ácido nítrico, a 3%, e ampliação de 400x. Todas as imagens foram obtidas em microscópio ótico Olympus BX 41, com lente ocular de aumento 10x.



Imagens do autor.

A micrografia da amostra da tela *deployé* da FAMEB, aponta para a presença de ferrita, de perlita e de austenita. De acordo com o ensaio de massa unitária, a amostra conta com 7,28 g/cm³. Trata-se, de uma amostra de aço laminado. Percebe-se, na imagem com ampliação de 400x, a orientação dos grãos no sentido da laminação e da abertura da malha.

Com o uso do MEV e com a análise semi-qualitativa por EDS, foram obtidas a imagem e os espectros que seguem da amostra da tela *deployé* da FAMEB (Figura 8.24).

Figuras 8.24 – Imagem de elétrons (a) e espectros 49 (b) e 50 (c) obtidos com o EDS da amostra da telha do Elevador do Taboão. Imagens de elétrons secundários e espectros obtidos em microscópio Tescan, modelo Vega 3, com aceleração de voltagem de aceleração de voltagem de 15 kV.

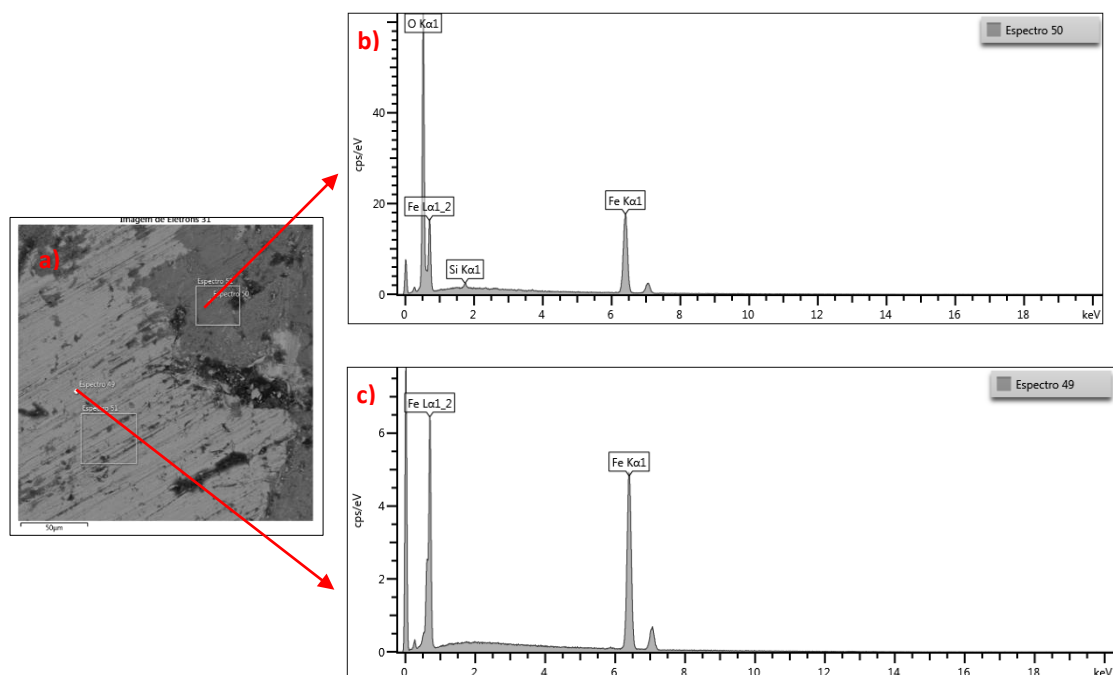


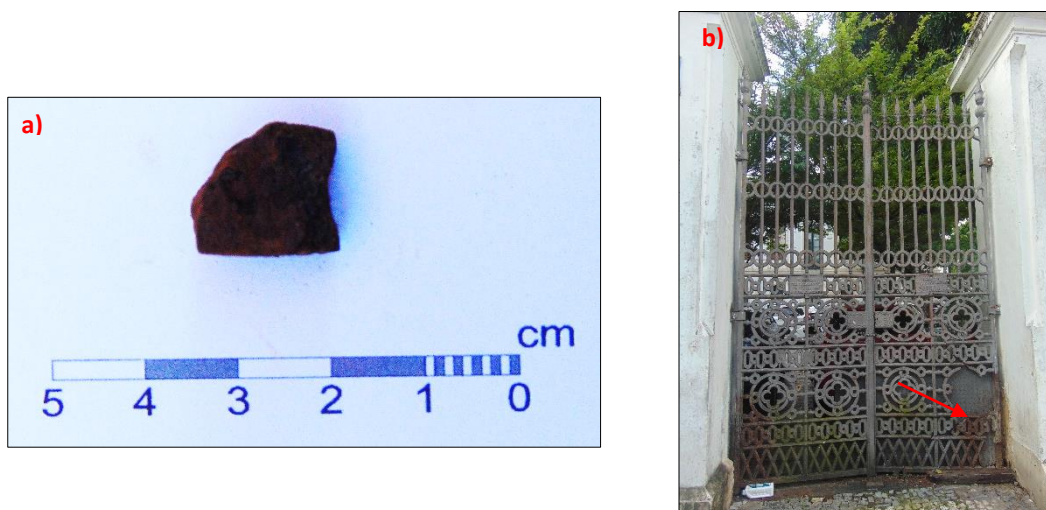
Imagem e espectro do autor.

8.5. Hospital Santa Izabel

A construção do Hospital Santa Izabel teve início em 1828, mas a casa de saúde criada e gerida pela Santa Casa de Misericórdia da Bahia, só foi inaugurada no ano de 1884. Para o presente estudo, foi obtida uma amostra do portão frontal do estacionamento do hospital. Este portão, assim como todo o gradil que encerra o terreno do prédio, foi fabricado pela fundição baiana Todos os Santos.

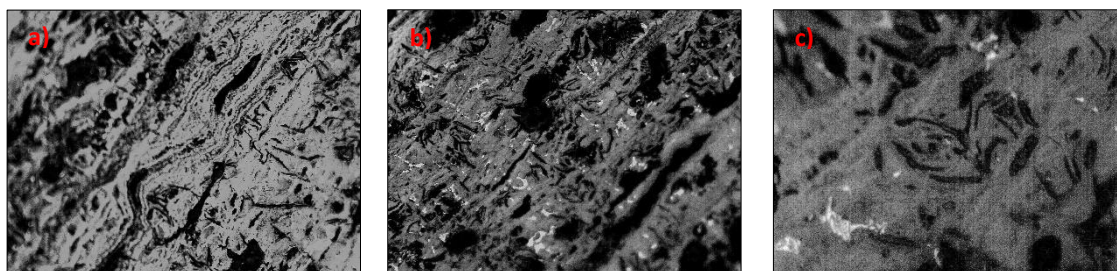
Com uma amostra do portão do hospital, foram realizados ensaios de metalografia, microscopia eletrônica de varredura e massa unitária. Seguem as imagens da amostra, dos ensaios realizados e a discussão dos resultados obtidos (Figuras 8.25, 8.26 e 8.27).

Figuras 8.25 – (a) Amostra removida do portão do Hospital Santa Izabel; (b) fotografia do portão com indicação do ponto de remoção da amostra.



Fotos do autor.

Figuras 8.26 – Micrografias da amostra removida do portão do Hospital Santa Izabel: (a) amostra não atacada com ampliação de 100x; (b) amostra atacada com ácido nítrico a 3% e ampliação de 100x; (c) amostra atacada com ácido nítrico a 3% e ampliação de 400x. Todas as imagens foram obtidas em microscópio ótico Olympus BX 41, com lente ocular de aumento 10x.



Imagens do autor.

O ensaio de massa unitária realizado e aspecto micrográfico indicam que se trata, provavelmente, de uma amostra de ferro fundido cinzento, com carbono precipitado sobre a forma de nódulos curvos e bifurcados e de grafita tipo A, acometida pela corrosão grafitizante, e por isso, com massa unitária de apenas 3,14 g/cm³. De acordo com Colpaert (1974, p. 343), ligas como essa podem ser obtidas em fornos que alcançam temperaturas de até 1130°C, suficiente para decompor a cementita e originar esse tipo de grafita. As faixas claras correspondem à matriz ferrítica, às pontuações escuras, à grafita de forma esférica, e os veios escurecidos e disformes, provavelmente, aos subprodutos da corrosão.

Com o uso do MEV e com a análise semi-qualitativa por EDS, foram obtidas a imagem e os espectros que seguem, da amostra do portão do Hospital Santa Izabel (Figuras 8.27).

Figura 8.27 – Imagem de elétrons (a) e espectros 25 (b), 26 (c), 28 (d) e 30 (e) e 50 (f) obtidos com o EDS da amostra da do portão do Hospital Santa Izabel. Imagens de elétrons secundários e espectros obtidos em microscópio Tescan, modelo Vega 3, com aceleração de voltagem de aceleração de voltagem de 15 kV.

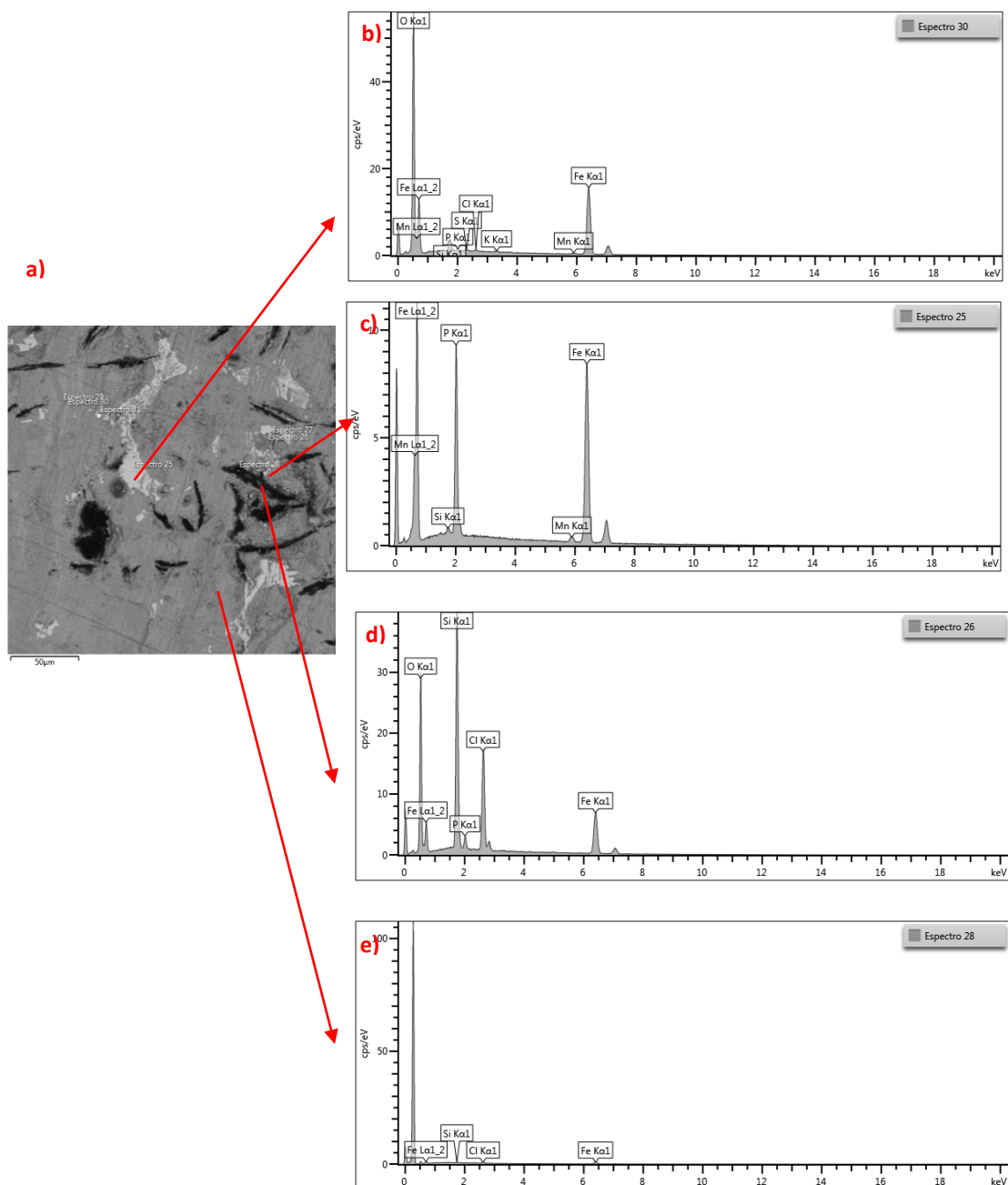


Imagem e espectros do autor.

A imagem e os espectros obtidos com a microscopia eletrônica e a análise de EDS, corroboram a hipótese aventada: nas zonas claras, são encontrados ferro (Fe), fósforo (P) e silício (Si), típicos do ferro fundido cinzento, e mangânes (Mn), agente nodulizante da grafita (espectro 25); nos demais veios são encontrados, além desses quatro elementos químicos citados, cloro (Cl) e enxofre (S), contaminantes oriundos da atmosfera e que devem atuar na corrosão da peça.

9. DIRETRIZES PARA DIAGNÓSTICO E RESTAURO

O restauro de bens siderúrgicos é um tema extremamente complexo e raramente abordado por aqueles que se propõem a escrever e a estudar a restauração. Os teóricos, apegados à manutenção da memória, esquecem que o restauro dessas peças requer medidas incisivas. Os técnicos da restauração, em seus manuais, apresentam as técnicas de forma simplista, como se não houvesse, por exemplo, diversas possibilidades de pintura e de soldagem, e como se os artefatos siderúrgicos, em função de suas ligas, não apresentassem comportamentos também diversos.

Esse capítulo é dedicado ao restauro dos artefatos siderúrgicos de valor histórico e cultural. Ele apresenta uma reflexão breve sobre algumas questões teóricas e uma listagem ampla das técnicas empregadas na recuperação desses artefatos. Espera-se, com este capítulo, fornecer subsídios consistentes que possam balizar a lida dos profissionais do restauro, para com essa tipologia patrimonial, na cidade de Salvador.

9.1. Algumas questões teóricas

Não há consenso sobre o que seja exatamente o restauro. Desde o surgimento, no século XIX, da disciplina restauração, até os dias de hoje, os teóricos divergiram sobre o significado do vocábulo e sobre a essência da atividade. Apesar das divergências, e conforme demonstrado por Cunha (2010) os entendimentos sobre o restauro sempre estiveram ligados à conservação de objetos dotados de valor histórico. Baseado nessa constatação e sem grandes pretensões, nesta dissertação, entende-se o restauro como qualquer ação que vise a conservação de um bem material e que se atenha aos seus valores estéticos e históricos.

As preocupações com o restauro do legado arquitetônico da industrialização, e de suas variantes, remontam à Inglaterra dos anos vizinhos a 1950, como demonstra Kühl (2008). No Brasil, ainda hoje, raramente são

debatidas as questões conceituais relacionadas à Arquitetura do Ferro e ao Patrimônio Industrial (KÜHL, 2008).

Existem documentos produzidos por entidades internacionais que balizam a lida com o patrimônio histórico e cultural que estabelecem princípios gerais para nortear as operações de restauro e de toda a seara das revitalizações, das requalificações e das operações afins. Alguns desses documentos são generalistas, isto é, debruçam-se sobre as variadas tipologias patrimoniais. Outros, são específicos, isto é, relativos a determinadas tipologias patrimoniais.

Dentre os documentos generalistas, merece destaque a Carta Internacional sobre Conservação e Restauração de Monumentos e Sítios, também chamada de Carta de Veneza. Redigida no ano de 1964, no II Congresso Internacional de Arquitetos e Técnicos dos Monumentos Históricos, organizado pelo Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (ICOMOS), a Carta de Veneza apresenta princípios do restauro referendados, ainda hoje, pelos teóricos da restauração e pelas cartas patrimoniais contemporâneas.

De acordo com Carta de Veneza, a restauração deve ser empreendida apenas quando a manutenção e a conservação já não forem suficientes para garantir a existência de um bem. Dentre os princípios do restauro expressos neste documento, estão: a reversibilidade, a distinguibilidade, o respeito pelas camadas do tempo, a execução das intervenções estritamente necessárias e a compatibilidade das técnicas e dos materiais. Os princípios da Carta de Veneza são, ainda hoje, referendados por importantes teóricos da restauração como Cesare Brandi (BRANDI, C., 2004).

Dentre os documentos específicos, há a Carta de Nizhny Tagil, redigida por *The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage (TICCIH)*, no ano de 2003, que trata especialmente do patrimônio industrial e, por isso, tangencia a tipologia patrimonial abordada nesta dissertação. As recomendações da referida carta apenas retomam os princípios discutidos e aprovados em Veneza. Os conceitos apresentados, pela carta, para o patrimônio industrial trazem, entretanto, contribuições preciosas, porque lembram que a singularidade desses bens não está nas particularidades estéticas refinadas,

mas no registro da memória de homens e de mulheres comuns e do engenho da sua criatividade (TICCIH, 2003).

As técnicas de recuperação de artefatos metálicos em muito confrontam esses princípios da restauração. Haverá como combater a corrosão, sem eliminar a ferrugem e as camadas de pintura, que testemunham as técnicas antigas e a passagem do tempo? Como garantir a aderência de nova camada de revestimento sem erodir a superfície do artefato metálico, apagando dele as marcas das ferramentas de seus fabricantes? Como garantir a reversibilidade da intervenção na soldagem de uma peça fraturada? Infelizmente, as técnicas disponíveis nem sempre respeitam os critérios de reversibilidade, tampouco permitem a perpetuação de marcas que contam a história da fabricação e do uso da peça.

A questão da preservação do patrimônio em ferro torna-se ainda mais complexa, na escala das edificações e dos conjuntos históricos. Normalmente, os artefatos siderúrgicos de valor histórico pertencem a equipamentos urbanos abandonados, localizados em áreas de ocupação antiga, que ora são supervalorizadas, ora esquecidas à decadência.

Haverá como seguir as recomendações das cartas patrimoniais e garantir a conservação desses equipamentos? Como garantir a adoção de usos que respeitem os agenciamentos espaciais e evoquem as funções originais dessas edificações? A conservação desses equipamentos só será viabilizada com medidas que permitam a adoção de usos compatíveis e que, por vezes, ultrapassem as dimensões do lote. Só será viabilizada a conservação de determinados equipamentos com ações que articulem e revitalizem áreas, bairros, cidades ou mesmo o território (KÜHL, 2008).

Demonstra-se, assim, o quão complexas são as questões teóricas que envolvem o restauro dos artefatos metálicos de valor histórico e cultural da Arquitetura de Ferro. O restauro dessa tipologia patrimonial, como destaca Kühl (2008, p. 32), “antes de ser meramente uma operação técnica, é um ato crítico, que requer ética e muita criatividade do restaurador”.

9.2. A prática do restauro dos bens siderúrgicos

Os próximos itens apresentam as etapas que, de acordo com as cartas patrimoniais, devem ser contempladas em projetos e em obras de restauração.

9.2.1. Diagnóstico e levantamento do histórico

A produção da proposta de restauro para um bem material siderúrgico deve ser iniciada com a elaboração do diagnóstico e do levantamento do histórico da peça. Nessas atividades, as seguintes etapas devem ser contempladas:

9.2.1.1. Identificação da liga metálica e das camadas de revestimento da peça

Para a identificação dos materiais que compõem o artefato, conforme Campos (2009) e Bhrem (1999), recomenda-se, além das técnicas de microscopia ótica e eletrônica de varredura, empregadas neste trabalho, as seguintes técnicas:

- Difração de Raios-X (DRX): a difração de raios-x pode ser empregada para a identificação dos compostos minerais presentes nas amostras;
- Fluorescência de Raios-X (FRX): esta técnica pode ser empregada para determinar as concentrações dos elementos químicos, através da espectrometria dos raios-X emitidos;
- Particle induced X-ray emission (PIXE): esta técnica permite que sejam identificados os componentes químicos das amostras e suas respectivas concentrações, através da emissão de raios-X característicos. É uma técnica não destrutiva.
- Eletroscopia ótica de emissão: pode ser empregada para determinar os percentuais de carbono presentes na liga.

Na impossibilidade de realização das análises laboratoriais, para a identificação das ligas, uma identificação primária, estimada, baseada nas características da peça, pode ser realizada. Obviamente, as probabilidades de acerto estão condicionadas à experiência do observador, e não são comparáveis às das análises laboratoriais. Filizola (2009) aponta algumas características que podem ser utilizadas nessa estimativa:

- Ferro fundido:
 - Apresenta a superfície pouco polida, sobretudo quando moldado com moldes de areia;
 - Mostra seções espessas, com cantos internos arredondados e externos vivos;
 - As peças em ferro fundido, em geral, tem mesas robustas e com feições arredondadas.
- Ferro forjado:
 - Superfícies mais lisas que as do ferro fundido;
 - Vigas de pequena altura;
 - Seções maiores compostas por chapas planas e rebites.
- Aço:
 - Similar ao aspecto do ferro forjado;
 - Seções padronizadas e com maiores alturas de laminação.

9.2.1.2. Identificação das patologias

Simultaneamente à identificação do material empregado, deve-se proceder a identificação das patologias existentes. As lesões necessitam ser analisadas e cadastradas; da mesma forma, o ambiente no qual se encontra a peça também carece de investigação. Sempre que possível, análises laboratoriais devem ser realizadas para a identificação dos subprodutos da degradação, dos revestimentos e dos agentes perniciosos. O objetivo desse

processo de anamnese não é apenas identificar os danos, mas encontrar, com segurança, os agentes e as causas das patologias

Na etapa do diagnóstico, procedimentos tradicionalmente utilizados pelos profissionais da mecânica automobilística, e pouco usuais no ramo da construção, podem ser empregados, como o ensaio com líquido penetrante. Nesse ensaio, a peça siderúrgica a ser inspecionada, depois de limpa, é submetida ao banho ou a aspersão de um líquido especial, capaz de penetrar nas descontinuidades; após a aplicação, os excessos do líquido penetrante devem ser removidos; aplica-se então o produto revelador, cujos excessos são também removidos.

Com a execução do ensaio com o líquido penetrante, as descontinuidades da peça ficarão impregnadas pelos produtos aplicados e as trincas, por menores e mais estreitas que sejam, tornar-se-ão visíveis. No mercado, são encontrados diversos tipos de *kits* para os ensaios de líquido penetrante, que se diferenciam pelo tempo de aplicação e pela composição.

Para as peças estruturais, recomenda-se que sejam feitas, ainda, verificações de estabilidade, que devem ser precedidas por ensaios de caracterização mecânica das ligas empregadas. A verificação da estabilidade é uma operação fundamental, sobretudo quando a edificação for alvo de reformas ou de readequações, que impliquem alterações no seu carregamento, nos seus apoios ou no sistema de travamento dos elementos estruturais existentes. Deve-se ressaltar que, em se tratando de estruturas metálicas, alterações mínimas, como a substituição ou remoção de um conector, conforme demonstrado (Figuras 9.1), podem alterar consideravelmente o comportamento de todo o sistema estrutural.

Figuras 9.1 – (a) Casa número 70, da Avenida Beira Mar, no bairro da Ribeira; (b) detalhe da coluna metálica, apoiando viga em madeira – a simples substituição da viga metálica, normalmente parafusada à coluna, por outra de madeira, não parafusada, representa modificação nas condições de vinculação da coluna.

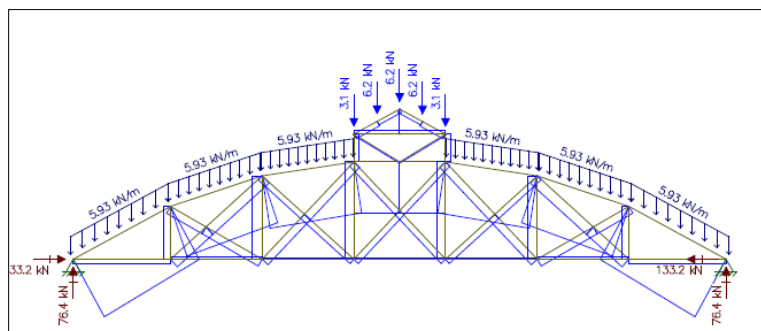


Fotografias do autor.

Na ausência de normas específicas que balizem o dimensionamento de artefatos arquitetônicos estruturais executados em materiais diversos, como o ferro fundido, ou das lajes em concreto armado com telas *deployé*, recomenda-se a adoção de normas como a NBR 8800, de 2008, que trata dos projetos para estruturas em aço e em aço e concreto ou a NBR 6118, do ano de 2014, que trata do projeto para as estruturas em concreto armado.

Durante a verificação da estabilidade das estruturas metálicas, merecem atenção especial as estruturas envelopadas com argamassa, as vigas e as treliças metálicas. Na verificação das primeiras, deve-se desconsiderar qualquer efeito resistente dos envelopamentos argamassados; quanto às vigas, deve-se lembrar que, conforme atesta Filizola (2009), estas raramente eram dimensionadas quanto à flambagem local, flambagem das almas e flambagem das mesas; no tocante às treliças, deve-se atentar para o fato de que, normalmente, os desenhos utilizados são incapazes de neutralizar os esforços horizontais (conforme demonstrado na Figura 9.2) e, por isso, transferem para as paredes e pilares momentos significativos, nem sempre absorvidos, que, a longo prazo, podem contribuir com a desestabilização da estrutura.

Figura 9.2 – Esquema de carregamento da treliça da Estação da Calçada, gerado no software Ftool 2.11. Esforços horizontais consideráveis atuam nos apoios.



Esquema do autor.

9.2.1.3. Levantamento histórico

Concomitantemente ao diagnóstico, devem ser realizadas atividades de levantamento do histórico da edificação ou do artefato, objeto da intervenção. A coleta de dados referentes ao fabrico, à aquisição, à instalação e às intervenções outrora realizadas, são fundamentais para garantir, não só a preservação da memória, mas também para compreender os fenômenos de degradação que afligem o bem.

9.2.2. Métodos de restauração

Como recomendam as cartas patrimoniais (CURY, 2004), os métodos de restauro devem ser empregados como opção última e sempre que as intervenções de manutenção não sejam suficientes para garantirem a preservação do bem. De modo geral, as intervenções de restauro devem deter o processo de deterioração, possibilitar a estabilização e, se necessário, recompor perdas que comprometam a leitura e o uso. Os procedimentos mais utilizados no restauro das peças de aço e ferro fundido são descritos nos subitens que seguem.

9.2.2.1. Recomendações gerais para o restauro e a consolidação de artefatos siderúrgicos de valor histórico

- **Lacunas**

As partes faltantes, sobretudo se a sua ausência comprometer a segurança, a leitura ou a funcionalidade do artefato ou do edifício, devem ser reintegradas ou recompostas.

A reintegração das peças dessolidarizadas (e não perdidas), preferencialmente, deve seguir o sistema de fixação existente, seja ele formado por pinos, rebites, soldas ou parafusos, garantindo, se possível, a preservação da técnica. Na impossibilidade de emprego de um sistema de fixação similar ao existente, Ireland (2008) recomenda o emprego de pinos em aço inoxidável ou em bronze, de desenho similar aos existentes, acompanhados de arruelas de nylon, para impedir o contato entre os materiais diversos e a ocorrência da corrosão galvânica. A mesma publicação recomenda ainda que, em último caso, a parte destacada seja colada com adesivo epóxi (IRELAND, 2008).

As lacunas formadas com a perda de partes ou de peças do artefato siderúrgico devem ser sanadas com procedimentos de recomposição. A recomposição deve ser realizada com a aplicação de próteses, de réplicas ou de enchimentos. As próteses, as réplicas e os enchimentos podem tanto ser confeccionados em materiais similares aos existentes quanto serem fabricados com resinas epoxídicas ou de poliéster, adicionadas ou não de cargas inertes, como microesferas de vidro, talco, pó de pedra ou reforçadas com fibra de vidro.

Deve-se atentar para o fato de que o contato entre peças metálicas, de composição similar, mas confeccionadas em diferentes momentos, pode também desencadear a corrosão. É conveniente, então, que as próteses e os enxertos, sempre que possível, sejam isolados do contato diretos com as demais superfícies da peça que se deseja recuperar.

Assim como para os casos de reintegração, as recomposições devem, quando possível, ser fixadas com sistemas similares aos existentes. Do mesmo modo, valem as observações feitas por Ireland (2008) para o uso de pinos em

bronze ou em aço inoxidável. Também, como para o caso das reintegrações, as recomposições podem ser fixadas com o uso de adesivo epóxi ou solda.

Por solda, deve-se entender o processo de união entre duas partes metálicas, a partir do uso do calor, com ou sem a aplicação de pressão (BRANDI, S., 2004). Há grande variedade de processos e de formas de soldagem, classificados de acordo com a fonte de energia empregada, ou com a natureza da ligação estabelecida. Independente do tipo, os processos de soldagem devem gerar uma quantidade de energia capaz de unir os materiais envolvidos na operação, remover contaminações das superfícies de trabalho, evitar que o ar atmosférico contamine a região durante a soldagem e propiciar controle das transformações de fase dos materiais envolvidos.

De acordo com Sérgio Brandi (BRANDI, S., 2004), Silveira (2004) e Canale (2005), para as ligas metálicas abordadas no presente trabalho, pode-se empregar os seguintes processos de soldagem:

- **Soldagem com arco:** a soldagem com arco é baseada na fusão dos metais das peças a serem unidas a partir do calor gerado por um arco voltaico, que se forma entre o eletrodo empregado e a dita peça trabalhada (BRANDI, S., 2004). De acordo com o mesmo autor, a emissão do calor da-se a partir da colisão dos elétrons livres uns com os outros e com os átomos e íons do material. Os elétrons, por sua vez, tornam-se livres quando recebem energia suficiente para mudar de órbita e deixar o campo eletromagnético do átomo ao qual pertence. O processo de arco voltaico baseia-se, portanto, na termoionização.

Há grande variedade de processos de soldagem que utilizam o arco voltaico. Esses processos diferenciam-se pelo tipo do eletrodo empregado, consumível ou não, revestido ou não, e pelo posicionamento do arco voltaico, submerso ou não na camada de fluxo. Dentre esses processos, pode-se citar o *Tungsten Inert Gas* (TIG), que utiliza eletrodo não consumível de tungstênio ou o *Metal Inert Gas* (MIG) e o *Metal Active Gas* (MAG), que utilizam eletrodos não revestidos e gases para a proteção da região de soldagem.

Os processos de arco voltaico possuem grande penetração e garantem altas taxas de deposição, proporcionando, em geral, boas propriedades da união

das peças soldadas. Esses processos têm como inconveniente, a concentração do aquecimento na zona soldada, que pode resultar em tensões internas, como lembra Canale (2005). Há ressalvas quanto às espessuras das peças a serem soldadas e ao *TIG*, não apropriado para a solda do ferro fundido, (BRANDI, S., 2004), entretanto as soldagens com arco podem ser empregadas, tanto em peças de aço quanto em peças ferro fundido.

Comercialmente, são encontrados eletrodos ricos em ferro, níquel, cromo e manganês, para a soldagem dos aços, e eletrodos ricos em ferro, níquel e cobre para a soldagem dos ferros fundidos (BRANDI, S., 2004). Estes eletrodos são extremamente específicos para cada material e para cada processo de soldagem empregado. No Brasil, a classificação dos eletrodos é regida pela norma ABNT-EB-79 (Eletrodos para a soldagem elétrica de aços-carbono e de aços-liga), que, por ser extremamente restrita, é, na prática, suplantada pelas normas da *America Welding Society*.

- **Soldagem com chama:** esse processo emprega a chama produzida pela combustão como fonte de calor. Da combustão participam, normalmente, o oxigênio e um gás combustível, em geral acetileno, podendo também ser empregados o hidrogênio, o metano, o propano e o etileno (BRANDI, S., 2004, p. 183). Na soldagem à chama, são empregados um maçarico – onde ocorre a combustão e a mistura dos dois gases – e os cilindros – que acondicionam os gases empregados e são dotados de válvulas que possibilitam o controle das propriedades da chama.

Como lembra Canale (2005), são características do processo de soldagem por chama, e em comparação com os processos que envolvem o uso do arco voltaico, o aquecimento e o resfriamento lentos e a modificação de zonas mais extensas. De acordo com Sérgio Brandi (BRANDI, S., 2004), a solda com chama pode ser aplicada tanto em peças de aço quanto em artefatos de ferro fundido, sem restrições quanto à espessura das peças.

- **Brasagem:** o processo de brasagem caracteriza-se pela fusão única e exclusiva do metal de adição, ou seja, nesse processo, o metal base permanece em estado sólido, não sofre aquecimento excessivo nem alterações consideráveis, em sua estrutura cristalina, tampouco, deformações em sua

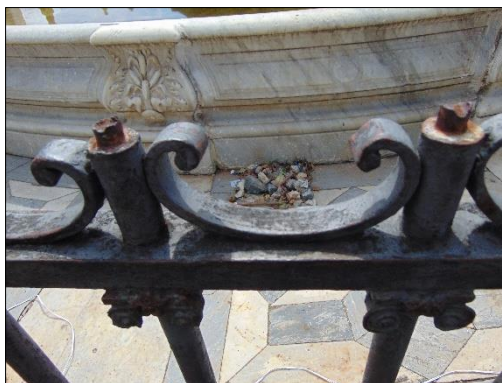
geometria (BRESCIANE FILHO, 2004). Na brasagem, a aderência entre as partes soldadas é obtida pela difusão atômica, que se forma entre o metal de adição liquefeito, capaz de penetrar nos poros das peças soldadas e o metal base, que permanece no estado sólido.

Os procedimentos de soldagem mais utilizados, que envolvem a execução da brasagem, compreendem: limpeza das peças com remoção total de óxidos, carepas e sujidades; fluxagem das peças, ou seja aplicação dos fluxos, produtos químicos responsáveis pela remoção de eventuais resíduos de óxidos e pela criação de atmosfera propícia à fusão do eletrodo; posicionamento das peças a serem soldadas, com estabelecimento de fresta para preenchimento com o metal de adição; aquecimento das regiões a serem brasadas; aplicação do metal de adição, na junta de soldagem, normalmente sob a forma de pó, pasta ou fio; fusão do metal, normalmente com maçarico; limpeza da peça, com banho em solução ácida.

Na brasagem, como apenas o metal de adição é fundido, o eletrodo empregado deve ter ponto de fusão inferior ao da liga ou ao do metal base. Em geral, são empregados nos processos de brasagem ligas de prata, de cobre, de estanho ou de chumbo, que possuem pontos de fusão próximos aos 400°C. Para o restauro de peças siderúrgicas, possui grande relevância o processo de brasagem com chumbo, que, como já descrito, foi largamente empregado na solidarização de peças de gradis e na colmatação de juntas e de frestas formadas entre artefatos estruturais justapostos.

Sérgio Brandi (BRANDI, S., 2008) recomenda a brasagem para a solidarização de peças de ferro fundido ou de aço que tenham espessuras inferiores a 19 mm. Ireland (2009) recomenda a brasagem com chumbo, como forma de resgate e de manutenção do testemunho técnico e material, e Bresciane Filho (2004) lembra-nos que peças siderúrgicas brasadas com chumbo ficam, também, susceptíveis à corrosão galvânica, devendo, por isso, receber proteção superficial. A figura 9.3 apresenta um exemplo de reintegração onde a brasagem poderia ser utilizada.

Figura 9.3 – Setas perdidas no gradil do chafariz do Terreiro de Jesus. As setas perdidas, ou as suas próteses, se metálicas, podem ser fixadas com o uso da brasagem.



Fotografia do autor.

- **Outros métodos:** além dos métodos citados, os autores pesquisados apontam para a soldagem dos artefatos em aço ou em ferro fundido, métodos da soldagem por feixe de elétrons, por laser e por eletroescória. Os dois primeiros métodos baseiam-se na fusão da metal base, isto é, do metal que compõe as partes a serem soldadas a partir da incidência de feixes de elétrons acelerados ou de raios laser, procedimentos que se dão em meio ao vácuo, produzido no interior de caros e pequenos equipamentos. Na eletroescória, a fusão do metal base e dos eletrodos é promovida pela imersão da peça em escória ou fundente mantido em altas temperaturas (TANIGUCHI, 2004).

O custo elevado e as restrições dimensionais dos equipamentos empregados para a soldagem, inviabilizam, via de regra, o emprego da eletroescória, da soldagem a laser e do feixe de elétrons no âmbito da restauração. Quiçá, esses métodos possam ser empregados na soldagem de artefatos minúsculos e dotados de grande valor, mas, mesmo para esses casos, convém questionar a viabilidade desses, já que, para os artefatos diminutos e dotados de grande valor, raramente são prescritas intervenções irreversíveis e tão invasivas como a soldagem.

A soldagem de peças de aço, laminado ou forjado, é bastante corriqueira; empregando qualquer um dos métodos e dos eletrodos citados, e valendo-se da experiência de um bom profissional, o resultado na recuperação de peças, provavelmente, será satisfatório. Para as peças em ferro fundido, cuidados

adicionais devem ser tomados, porque o aquecimento descontrolado de peças fundidas, ou de partes delas, durante o processo de soldagem, pode resultar na formação de compostos frágeis e quebradiços, acentuando a degradação do artefato arquitetônico e contribuindo para a perda do testemunho material que ele representa.

De acordo com Canale (2005), a formação dos compostos frágeis está relacionada à dissolução do carbono da grafita, que, a depender das temperaturas empregadas, pode resultar na formação dos frágeis carbonetos e martensitas²⁵. O mesmo autor nos lembra que, durante a solda, a decomposição da grafita pode ser acentuada pela vaporização de elementos grafitizantes, como o magnésio e o silício, e que a fragilidade da ligação pode resultar ainda da porosidade que se forma com a eliminação destes elementos (CANALE, 2005).

O sucesso das operações de soldagem do ferro fundido depende, então, de cuidados especiais que devem ser adotados, antes, durante e após a operação da soldagem. Dentre estes, podemos citar:

- **Esmerilhamento e eliminação da grafita da superfície a ser soldada:** Canale (2005) recomenda que a superfície a ser soldada passe por esmerilhamento e por limpeza prévia com hidróxido de sódio (NaOH), para a eliminação da grafita.

- **Pré-aquecimento da peça:** as peças fundidas, sempre que possível, e exceto quando forem executadas em ferro fundido maleável, devem passar por aquecimento antes da solda. Esse aquecimento prévio reduz a concentração de tensões, ligadas à variação volumétrica da parte da peça aquecida para a soldagem, evitando, portanto, o aparecimento de trincas.

De acordo com Canale (2005), as temperaturas do pré-aquecimento devem ser superiores a 230°C (exceto para os ferros fundidos nodulares, para os quais temperaturas de 150°C bastam),

²⁵ Microscopicamente, a martensita é caracterizada pela estrutura acicular e pela fratura mais clara que a da perlita (COLPAERT, 1969. p. 45).

para evitar a formação da martensita, e devem ser definidas de acordo com as características geométricas e os compostos gráfiticos apresentados pela peça.

Ainda, segundo o mesmo autor, as temperaturas ideais são compreendidas entre 600 a 650°C. As temperaturas muito elevadas, próximas aos 800°C, apesar de garantirem a eliminação dos carbonetos frágeis, não seriam recomendadas porque podem resultar em deformações indesejáveis.

Para os artefatos siderúrgicos de grandes dimensões, para quais o aquecimento seja inviável, recomenda-se que, ao menos as partes das peças localizadas nas proximidades das superfícies a serem soldadas, sejam aquecidas.

- Pós-aquecimento e resfriamento lento: o pós-aquecimento é também recomendável, uma vez que, a depender da temperatura, pode evitar a decomposição da grafita e a formação da martensita, diminuindo a fragilidade da zona soldada. Além de pós-aquecida, é fundamental que a peça em ferro fundido recém-soldada, ou ao menos as partes próximas à solda, resfrie lentamente, tendo, assim, as suas tensões internas aliviadas de maneira gradual. O resfriamento lento pode ser garantido com o uso de um forno ou com a cobertura por manta isolante. O tempo de pós-aquecimento e as temperaturas devem ser determinadas de acordo com as características do material. Canale (2005) recomenda, para os ferros fundidos cinzentos, temperaturas de 600 a 650°C por 1,5 horas para cada 25 mm de espessura da peça e de 510-680°C por 1,5 horas para cada 25 mm de espessura da peça para os ferros fundidos nodulares.

Além desses cuidados, na soldagem dos ferros fundidos, deve-se realizar os cordões de solda, curtos, estreitos e de forma alternada ao longo da linha de soldagem. Se possível, deve-se ainda optar por eletrodos que contenham os

elementos grafitizantes, que podem ser perdidos durante a soldagem, conforme sugere Canale (2005).

- **Descontinuidades**

As peças metálicas que sofram com descontinuidades, isso é, que apresentem lacunas, trincas ou fissuras (Figura 9.4), podem ter sua integridade reestabelecida com o emprego de soldas, com o uso de adesivos à base epóxi ou com a realização de costuras, chamadas também de *stich repair*. Para os adesivos epóxis e para as soldas, valem as observações tecidas no item anterior, devendo-se acrescentar que a soldagem das trincas e das fissuras, normalmente envolve um preparo prévio que contempla a demarcação do comprimento da lesão, limpeza e escarificação chanfrada da lesão.

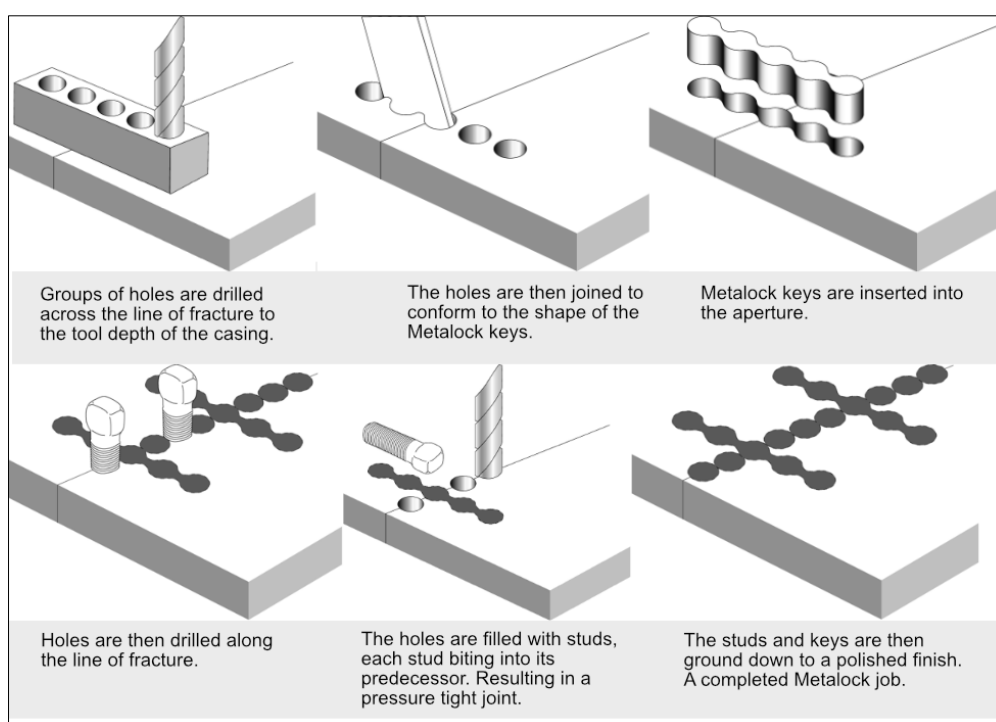
Figura 9.4 – Lacunas de corrosão e trinca em pilarete do Solar Amado Bahia.



Fotografia do autor.

Para a realização das costuras, por sua vez, e conforme demonstrado por Ireland (2009), há necessidade de execução de uma série furos, ao longo do comprimento da lesão e transversalmente a ela. Após a perfuração, as cavidades criadas recebem parafusos metálicos inoxidáveis, que, por atrito, garantem a solidarização da lesão. Ao fim, as extremidades dos parafusos e dos blocos são cortadas e recebem polimento. Destaca-se que se houver repintura da peça, a costura ficará praticamente imperceptível. A figura 9.5 demonstra a execução esquemática das costuras (*stich repair*).

Figura 9.5 – Procedimento esquemático para a execução do *stich repair*.



Fonte: <<http://www.metalockinternational.org>>. Acesso em 06 de setembro de 2017.

O *stich repair* é executado com frequência na recuperação de monumentos siderúrgicos na Inglaterra, conforme figura 9.6, onde há, inclusive, empresas especializadas unicamente nesta técnica. Havemos de questionar, entretanto, se a inclusão dos pinos inoxidáveis, e as tensões que envolvem as perfurações e o atrito gerado entre tais pinos, não seriam suficientes para desencadear a corrosão na peça siderúrgica. Talvez uma alternativa menos arriscada e invasiva seja a substituição dos furos por recortes, e preenchimento de toda a lesão com adesivo epóxi.

Figura 9.6 – Técnica do *stitch repair* aplicada na recuperação de peça do Albert Memorial, em Londres.



Fonte: <<http://www.metalockinternational.org>>. Acesso em 06 de setembro de 2017.

- **Tratamento e prevenção à corrosão**

O tratamento das peças siderúrgicas, acometidas pela corrosão, inclui a remoção do subproduto da corrosão e a proteção da peça, para que o processo corrosivo não seja retomado. Na construção civil, a remoção da ferrugem é executada a partir dos métodos mecânicos apresentados nos itens que seguem. A proteção da peça, por sua vez, costuma ser empreendida com a criação de uma película que separa o metal-base do meio corrosivo (CHIAVERINI, 2008), película essa que pode ter caráter passivador²⁶, ou simplesmente isolando o metal do seu meio, com os métodos de pintura apresentados a seguir. Os procedimentos que devem ser adotados para recuperação das peças corroídas são os seguintes:

²⁶ “Chama-se passividade a capacidade de certos metais e de ligas de manterem-se inalterados em meios circunvizinhos” (CHIAVERINI, 2008. p. 386). O ferro fundido e o aço não são passivos, mas a passividade pode ser adquirida com a adoção de certas substâncias como o cromo, o níquel, o cobre, o silício e o molibdênio.

- Inspeção visual prévia

O artefato corroído deve passar por inspeção visual prévia para avaliação do seu comprometimento, para a detecção de eventuais contaminantes (como óleos e gorduras) e para a detecção de defeitos. Normas, como a ISO 8501-1, a SSPC – VIS 4/ NACE – VIS e a ASTM D610, estabelecem parâmetros de comprometimento, por corrosão, de peças de aço, respectivamente, para as peças novas e para as peças que já passaram por pintura.

Obviamente, para bens culturais, os parâmetros dessas normas deveriam ser reconsiderados. As recomendações de reaproveitamento, por exemplo, ao menos quando se tratarem de peças não estruturais, não podem ser consideradas. Isso porque o valor de bem histórico ultrapassa, em muito, a sua integridade material. Por exemplo: não há porque se descartar uma peça siderúrgica ornamental de grande valor histórico e cultural, apenas porque ela encontra-se gravemente acometida pela corrosão. Pode-se restaurar uma peça dessas usando inibidores e conversores de ferrugem assim como próteses. Não se poderia, entretanto adotar o uso de inibidores e de conversores de ferrugem para recuperação de uma viga metálica.

- Lavagem e remoção dos contaminantes

A inspeção deve ser seguida por lavagem para a remoção das sujidades e dos contaminantes. A princípio, deve-se utilizar água e sabão neutro, para a remoção das sujidades leves; solventes específicos podem ser utilizados para a remoção de contaminantes gordurosos. Na limpeza, pode-se empregar água pressurizada; cuidados devem ser tomados para que o uso da pressão não favoreça a penetração da umidade nas frestas e trincas da peça (IRELAND, 2009). Após a lavagem, a referida peça deve ser completamente seca e reavaliada.

- Remoção de defeitos

Defeitos, como rebarbas e respingos de solda ou incrustações podem ser removidos de maneira controlada com o auxílio de um esmeril ou de uma lima.

- Limpeza mecânica e preparo da superfície

Nunes e Lobo lembram que o desempenho da camada de proteção e de pintura dependem, significativamente, da limpeza e do preparo da superfície (NUNES; LOBO, 2007). Essa etapa do processo de restauro deve garantir a remoção de materiais que possam impedir o contato direto da tinta com a superfície metálica e de contaminantes que possam implicar a continuidade ou a promoção dos fenômenos corrosivos (sais e resquícios de corrosão, por exemplo), comprometendo a adesão da tinta e a eficiência do método; esses procedimentos de preparo devem ainda dotar a superfície da rugosidade necessária à adesão da tinta.

Recomenda-se, para o preparo e a limpeza da superfície, o jateamento abrasivo com alumina, escória de ferro ou microesfera de vidro ou o hidrojateamento. Na impossibilidade de execução desses métodos mecanizados, ou para a limpeza de pequenas áreas de peças parcialmente afetadas pela corrosão (IRELAND, 2009), pode-se realizar a limpeza manual com o uso de escovas, lixas, martelos, ponteiros ou pistolas de agulhas. Para a limpeza de componentes metálicos arquitetônicos, em ambientes altamente agressivos (como é o caso da maior parte do território de Salvador), Nunes e Lobo (2007) recomendam jateamento abrasivo, grau Sa 3 ou Sa 2 ½ da Norma ISO 8501-1 (Figura 9.7), o hidrojateamento nos graus WJ-2 da NACE-VIS 7 ou, em último caso, a limpeza mecânica manual no grau St 3 da Norma ISO 8501-1.

De acordo com as normas citadas, esses graus de jateamento correspondem, respectivamente, à limpeza do metal ao quase branco ou branco (Norma ISO 8501-1), isso é, a remoção total ou quase total dos óxidos e da

carepa de laminação²⁷, conforme exemplo da Figura 9.7. Deve-se salientar que, conforme os mesmos autores (NUNES; LOBO, 2007), o hidrojateamento, apesar das vantagens de não gerar resíduos, nem grandes riscos ambientais, e de favorecer a dessalinização da peça (IRELAND, 2009), tem o inconveniente de não gerar rugosidades sobre a superfície trabalhada, não contribuindo, assim, para a aderência das camadas de proteção e de pintura. O grau St 3 da Norma ISO 8501-1, recomendado para a limpeza manual, corresponde à remoção total dos materiais não aderentes.

Figura 9.7 – Jateamento abrasivo da imagem da estátua da Deusa Flora, ao grau Sa 2 1/2.



Fonte: Acervo Dolmen Restauro e Decorações Ltda.

Convém lembrar que cada abrasivo é capaz de gerar rugosidades diferentes conforme seu tipo e sua granulometria e que, de acordo com Nunes e Lobo (2007), a rugosidade ideal deve ficar compreendida entre 1/4 e 1/3 da espessura total da camada de tinta, atentando-se para que os picos da rugosidade não fiquem expostos após a aplicação da primeira demão de tinta.

Alguns manuais de restauro consultados condenam a limpeza nos graus severos ora apontados, alegando que a limpeza profunda pode representar a perda da textura, testemunho das operações de fabrico da peça siderúrgica. Do mesmo modo, recomendam que a remoção da ferrugem e da pintura existentes

²⁷ Os graus Sa 2 ½ e WJ-2, que tratam da remoção quase total dos óxidos, admitem que os resíduos oxidados, a olho nu, recubram até, no máximo, 5% da superfície da peça.

sejam restritas tão só à área afetada pela corrosão, como forma de garantir a manutenção do testemunho da pintura existente.

Ressalta-se que, para as peças fragilizadas, com feições finas, marcas do método de fabrico, pinturas preciosas e sem uso estrutural, podem ser utilizados conversores de ferrugem – produtos que convertem os compostos instáveis da corrosão, em compostos estáveis (OLIVEIRA, M., 2006) – ou limpeza química, com soluções diluídas de ácido fosfórico ou clorídrico (OLIVEIRA, M., 2006; IRELAND, 2009) e limpezas parciais, estritamente localizadas nas áreas afetadas pela corrosão.

Caberá ao profissional responsável pelo restauro ponderar se o testemunho das texturas e das pinturas são de fato valiosos e se esses métodos de limpeza, menos invasivos, serão capazes de livrar o artefato siderúrgico do avanço da corrosão.

A operação de limpeza e o preparo da superfície, qualquer que seja ela, devem ser seguidos pelo jateamento com ar seco. Com esse jato de ar, deve-se eliminar todo o material pulverizado que possa impedir a adesão das camadas de pintura.

Ressalta-se que não convém remover os subprodutos da corrosão de peças diminutas ou que não tenham funções estruturais, nas quais a remoção das camadas de ferrugem represente perda significativa das feições.

- Pintura

Após o preparo da superfície, deve-se proceder imediatamente a aplicação da pintura. A pintura, além de funcionar como barreira anticorrosiva, apresentará funções estéticas e de acabamento, com a diminuição da rugosidade da superfície. A camada de revestimento poderá ainda acrescentar proteção extra, através da passivação, conferida pela aplicação das tintas de fundo que, em geral, contem pigmentos inibidores (NUNES; LOBO, 2007).

A espessura da camada da pintura deverá ser definida a partir das condições atmosféricas do local onde a peça venha a ser instalada, e do estado

de conservação da peça. Para um artefato instalado em atmosfera altamente agressiva – como a soteropolitana – Nunes e Lobo (2007) recomendam a espessura mínima de 250 μm . Para peças submersas, como nos chafarizes, essa espessura pode ser aumentada para 300 μm . Os autores recomendam ainda que, para peças dotadas de rugosidade oriundas da corrosão, a camada de pintura corresponda ao triplo da rugosidade média apresentada pela superfície.

Há uma infinidade de tipos de tintas e de métodos de aplicação de pintura. As condições atmosféricas e de uso da peça, as características geométricas da peça, a existência de camadas antigas de pintura, assim como os recursos e os prazos disponíveis devem ser considerados, na escolha do método a ser utilizado. Obviamente, os requisitos básicos de uma tinta – coesão entre as partículas e adesão ao substrato – devem ser atendidos, sobretudo quando se optar por executar a pintura sobre uma camada pré-existente.

Para as peças em ferro fundido ou aço, no caso de repinturas totais, recomenda-se o uso de tintas à base de resinas epoxídicas ou então poliuretânicas. As tintas à óleo, que já foram largamente utilizadas, conforme exposto, apesar de indicadas por Ireland (2009), são recomendadas, apenas, quando compatíveis com os revestimentos pré-existentes e para recomposições de pinturas, não sendo indicadas para repinturas totais. Apesar do valor histórico que tem, as tintas à base de óleo são saponificáveis em atmosferas agressivas e ricas em cloretos (NUNES; LOBO, 2007), como a de Salvador.

As resinas epóxi são obtidas pela reação entre a epicloridrina e o bisfenol. As tintas epóxis tem, em geral, bom desempenho e baixo custo, não resistindo bem, entretanto aos raios ultravioletas. Estas tintas são fornecidas, normalmente, em dois componentes, um contendo um pré-polímero e o outro um catalizador, normalmente uma amina ou uma amida.

Os epóxis catalisados com amina resistem bem aos ataques atmosféricos e tem bom tempo de secagem. Em compensação, quando aplicados sob alta umidade atmosférica, podem ter suas características alteradas, a partir da reação da amina com a umidade, e seu desempenho é comprometido. As resinas epóxis catalisadas com poliamida, por sua vez, resistem menos ao

ataque químico e demoram mais a secar, porém catalisam em ambiente úmido, sem prejuízo para a película de pintura (NUNES; LOBO, 2007).

As resinas de poliuretano, por sua vez, são obtidas a partir da reação de um isocianato com um álcool. As tintas à base de poliuretano apresentam bom desempenho, resistem ao ataque químico, à abrasão e retêm a cor e o brilho, mesmo quando submetidas à exposição dos raios ultravioletas.

As tintas de fundo possuem componentes metálicos que se precipitam sobre as áreas anódicas das células de corrosão, funcionando como inibidores anódicos. Foram e são bastante empregadas tintas à base de óxidos de chumbo (Pb_3O_4 , PbO), comumente chamadas de zarcão, e citadas no capítulo 7. São mais recomendadas, entretanto, pela baixa toxicidade, se comparada à do zarcão, para os artefatos siderúrgicos, as tintas à base de fosfato de zinco $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ ou silicato inorgânico de zinco e o etil-silicato de zinco, veiculadas em resina epóxi.

As tintas podem ser aplicadas através dos métodos mais tradicionais, com trinchas, rolos e pincéis, com pistolas ou mesmo com métodos mais modernos, que envolvem a deposição eletrostática e a eletroforese. No preparo da tinta, cuidados especiais devem ser tomados, quanto à mistura e a homogeneização dos componentes e à adição do solvente. Tintas não homogeneizadas, e solventes adicionados em excesso, resultarão em películas porosas e descontínuas, incapazes de garantir a proteção do metal. Na aplicação, cuidados devem ser tomados para que a camada de tinta tenha a espessura homogênea e adequada, sobretudo nos vértices e nas arestas vivas (NUNES; LOBO, 2007).

Se a técnica e a pintura existentes, antes da restauração, apresentarem valor, pode-se optar por reproduzir um sistema de pintura tradicional, adotando-se o modo de aplicação, a textura, a cor e o brilho, similares ao de outrora. Se a pintura não tem valor, pode-se empregar outros sistemas e outras cores. Prospeções e microscopia devem auxiliar na escolha das cores; é preciso, entretanto, que o restaurador atente para o fato de que algumas das camadas encontradas nesses procedimentos podem corresponder a camadas de preparo e de proteção, não sendo, necessariamente, camadas de pintura de acabamento.

- **Peças estruturais**

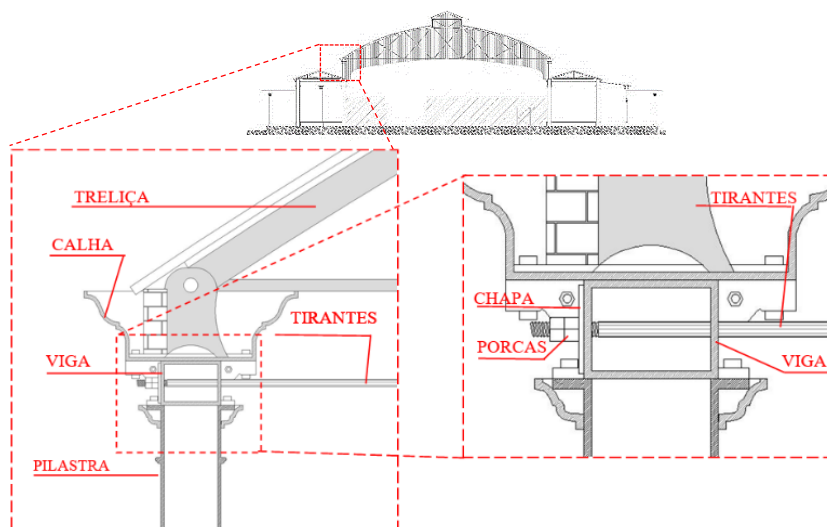
O restauro dos artefatos siderúrgicos estruturais, além de contemplar as recomendações gerais já descritas, deve abarcar ainda, se necessário, a adoção de medidas de reforço e de estabilização. Para autores como Filizola (2009), essas intervenções só devem ser propostas para as estruturas que, não se comportando como previram os seus projetistas, não aparentem ter atingido um novo equilíbrio. Na impossibilidade de constatação desse novo equilíbrio, porque alguns efeitos perniciosos dos carregamentos, como as deformações e o colapso por fadiga, só podem ser constatados em longos períodos, recomenda-se que as intervenções de reforço e estabilização sejam empreendidas sempre que resultarem em alívio de cargas e na neutralização de esforços.

Não existem procedimentos padrão que possam ser recomendados para todos os casos de reforço e de estabilização de estruturas metálicas. Cabe à criatividade, ao bom senso e ao conhecimento do projetista, a elaboração de propostas capazes de sanar o problema, sem comprometer a leitura e a integridade do bem que se deseja salvaguardar. Assim, os itens que seguem apresentam apenas as soluções mais usuais, que podem servir como parâmetros para casos similares:

- **Neutralização do empuxo gerado por treliças**

A neutralização dos empuxos, gerados pelas estruturas das coberturas, pode ser alcançada com a instalação de tirantes metálicos. Discretos, sem serem miméticos, esses tirantes são vantajosos, uma vez que marcam a intervenção e não estabelecem conflitos com a estrutura existente. Deve-se atentar para o material de confecção dos tirantes e dos retentores que, de natureza metálica diferente daquela verificada na estrutura existente, pode desencadear a formação de pilhas galvânicas e a ocorrência da corrosão. O isolamento desses retentores e desses tirantes pode ser obtido, por exemplo, com o uso de arruelas e revestimentos plásticos, conforme esquema proposto para a gare da Calçada (Figura 9.8).

Figura 9.8 – Esquema de instalação de tirantes para a neutralização de empuxos das treliças da gare da Calçada.

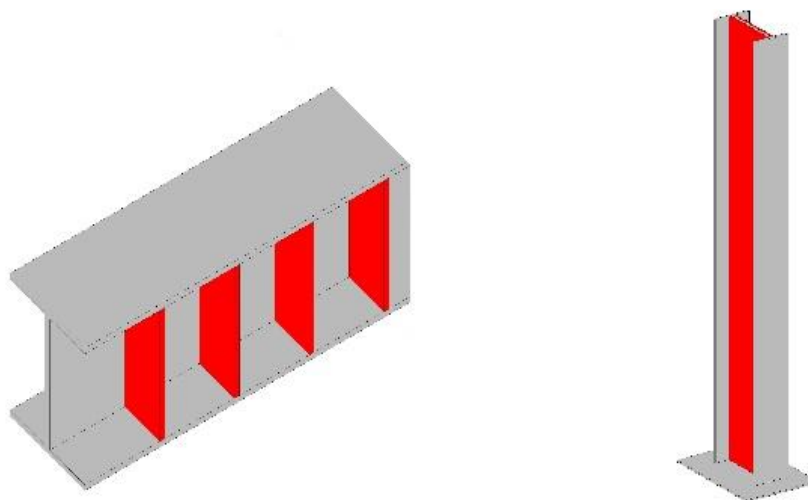


Esquema do autor.

- **Reforço de pilares e de vigas metálicas**

Pilares e vigas que apresentarem seções insuficientes para suportar, com segurança, as cargas às quais estão submetidos (seja pelo subdimensionamento, seja pela perda da seção provocada pelo avanço da corrosão), poderão ser reforçados, com o acréscimo de perfis e de chapas, soldados às almas e às mesas, como recomenda Palácios (2011) e como pode ser conferido na Figura 9.9. Quando ocos, vigas e pilares podem ser reforçados com a inserção de novos perfis metálicos em suas cavidades, como sugere Ireland (2009). Obviamente, os perfis de reforço inseridos ou justapostos à peça antiga, devem ser protegidos e devidamente isolados para que não forme com a peça antiga uma pilha eletrolítica.

Figura 9.9 – Esquema para reforço de vigas e pilares com soldagem de chapas às almas e às mesas.



Esquema do autor.

- **Recomendações para elementos envelopados**

A recuperação de elementos estruturais siderúrgicos envelopados, isto é, envoltos por camadas argamassadas ou em concreto, requerem os seguintes procedimentos: remoção do material de revestimento; recuperação do material siderúrgico (limpeza; reforço, se necessário, e proteção); aplicação de *primer* adesivo e recomposição da camada argamassada (ou concretada) envoltória. Esses procedimentos, que são comumente executados para o restauro de estruturas de concreto armado, podem envolver a verificação da resistência residual e são prescritos por autores como Helene (1992). Procedimentos similares foram adotados na recuperação das vigas metálicas do Palácio Rio Branco, na década de oitenta, do século passado, o que pode ser conferido na figura 9.10.

Figura 9.10 – Recuperação das vigas do Palácio Rio Branco.



Fonte: Acervo Mário Mendonça de Oliveira.

Essas recomendações são inviáveis para os casos de recuperação de estruturas armadas com telas *deployé*. A seção reduzida dos componentes dessas malhas e seu aspecto não linear inviabilizam a sua recuperação. Em geral, a estabilização desses tipos de estrutura envolve a remoção de todo o material comprometido, e a execução de uma estrutura de reforço justaposta à existente. Intervenções como essas foram executadas no restauro das lajes da Faculdade de Medicina da Bahia (Figura 9.11), registrados e relatados nos trabalhos de Dourado, d’Affonsêca e Barbosa (2010).

Figura 9.11 – Recuperação de laje em concreto armado com tela *deployé* na Faculdade de Medicina. A camada inferior de concreto foi removida, assim como toda a tela degradada. Sob a laje existente foi concretada nova laje em concreto armado.



Fonte: Dourado, d’Affonsêca e Barbosa (2010, p. 9)

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS x CONCLUSÕES

Os anos compreendidos entre 1808 e 1939 foram marcados, mundialmente, pelo crescimento do emprego do ferro na arquitetura. No mundo, até o começo do século XIX, o uso construtivo do metal era restrito; a partir desse momento, invenções e descobertas ligadas às revoluções industriais, conduziram à disseminação do uso do metal. O aumento do emprego, somado às possibilidades de produção, em ferro, de quase todos os elementos construtivos que compõem uma edificação, fizeram surgir nova linguagem arquitetônica, a Arquitetura do Ferro.

Caracterizada pelo uso majoritário das ligas do metal na construção, pelas contribuições de estilos arquitetônicos como o *Art Nouveau* e o *Art Decor*, e contando com vocabulário bastante vasto, a Arquitetura do Ferro foi a linguagem adotada por muitos arquitetos do período, para atender às necessidades de seus clientes e aos novos programas que as modificações sociais impunham à arquitetura. Demonstrou-se que, majoritariamente em ferro, foram construídos, na Europa de então, teatros, galerias, bibliotecas, estações de trens, estabelecimentos fabris e, até mesmo, residências e templos religiosos.

O ímpeto imperialista europeu do século XIX e do começo do século XX, sobretudo dos ingleses e dos franceses, fez com que a Arquitetura do Ferro, ou mesmo, o emprego secundário dos artefatos siderúrgicos construtivos, fosse difundido por outras partes do globo. As relações comerciais dos europeus daquele momento fizeram com que os artefatos construtivos em ferro, que poderiam ter valor patrimonial local, integrassem o patrimônio e a história de diversos países, e ainda mais, fossem constituídos como importantes testemunhos da arquitetura, da indústria e do desenvolvimento tecnológico da humanidade.

No Brasil, as relações comerciais internacionais, seja enquanto Império, seja como República, favoreceram a importação e o emprego dos artefatos siderúrgicos europeus. Fatores ligados ao crescimento das cidades, da economia e da população, favoreceram ainda mais o emprego destes artefatos

e o surgimento da produção local. Nas crescentes cidades brasileira, enriquecidas com a exportação de gêneros tropicais, como Rio de Janeiro, São Paulo, Belém e Fortaleza foram construídos teatros, viadutos, hospitais e estações ferroviárias usando vigas, pilares, escadas e coberturas de ferro.

A cidade de Salvador, no período estudado, passou por crescimento populacional vertiginoso, como já destacado, o seu tecido urbano foi expandido e os serviços urbanos foram implementados. Entre 1808 e 1939, a população soteropolitana, ou pelo menos boa parte dela, passou a ser servida por sistemas de transporte, de abastecimento de água, por novos hospitais, por novos cemitérios e passou a contar com um número maior de instituições de ensino. Todas essas transformações traduziram-se em um boom imobiliário e construtivo.

Da pesquisa de campo realizada, conclui-se que a arquitetura do Ferro europeia teve consideráveis rebatimentos sobre a construção civil soteropolitana do período estudado. Nas construções soteropolitanas desse período, fossem elas novas ou resultantes de reformas e de ampliações, foram empregados, majoritariamente ou de forma avulsa, aparente ou não, perfis, vigas, pilares, grades, ferragens e equipamentos hidráulicos siderúrgicos. Algumas das construções executadas na Salvador de então apresentam as ligas de ferro como principal material. Essas edificações constituem verdadeiros exemplares da Arquitetura do Ferro.

De acordo com as fontes consultadas, pode-se concluir que o emprego dos artefatos siderúrgicos na arquitetura de Salvador, entre os anos de 1808 e 1939, não deve ser associado a um único fator. Se, em cidades como Belém e São Paulo, o emprego do ferro na arquitetura está associado ao crescimento econômico, o mesmo não se pode afirmar sobre o caso soteropolitano. Na história de cada edificação da capital baiana, do período estudado, há um conjunto de causas que levaram os projetistas e os construtores ao emprego dos artefatos siderúrgicos. Obviamente, a versatilidade dos materiais siderúrgicos, as possibilidades estruturais e a rapidez da execução – vantagens que atraíram os europeus – somados aos modismos e aos interesses de empreiteiros e de

importadores, foram decisivos para o emprego dos artefatos siderúrgicos na arquitetura de então.

A pesquisa realizada para a redação do presente trabalho demonstrou que de fato, parte considerável dos artefatos siderúrgicos empregados em construções na capital baiana foi produzida em nações europeias, sobretudo na Inglaterra, na França e na Alemanha. Da pesquisa, podemos concluir, entretanto, que, infelizmente, os manuais de história da arquitetura brasileira e alguns dos autores que trataram da Arquitetura do Ferro no Brasil cometeram pequenos enganos, no que tange à produção local desses artefatos.

De acordo com os autores pesquisados, a produção brasileira foi tímida e restrita aos acessórios e às peças para engenhos. Contrariando essas fontes, com a pesquisa realizada, foi demonstrado que as fundições e os ferreiros locais, soteropolitanos ou de outras cidades, mesmo que não tivessem a tradição e a abundância de matéria-prima das fundições da Europa, foram capazes de produzir exemplares siderúrgicos significativos, sobretudo em ferro fundido e em ferro forjado.

Ainda que não produzissem edificações em série, as fundições locais legaram não apenas ornatos, portões e gradis, mas também artefatos de usos estrutural, que integram, inclusive, o acervo de importantes monumentos da capital baiana. A atividade de fundições baianas, como a Todos os Santos e a Companhia Metropolitana, e os bens delas oriundos, vide as colunas da escadaria da antiga Faculdade de Medicina da Bahia, ou o conjunto de portões do Hospital Santa Izabel, atestam a capacidade produtiva dos fabricantes locais. Pode-se mesmo arriscar que, não fossem as condições adversas da economia brasileira, essas unidades produtivas poderiam representar o germinar da indústria nacional e, como algumas das suas concorrentes europeias, poderiam ainda hoje encontrar-se em pleno funcionamento.

Na pesquisa realizada, foram identificados, em Salvador, artefatos siderúrgicos produzidos, por exemplo, no Rio de Janeiro e em São Paulo. Foram identificados, também, registros que tratam da compra de ferro gusa produzido no sudeste do país para o uso nas obras realizadas em terras baianas. Conclui-

se daí que houve intercâmbio de matérias-primas e de produtos siderúrgico industrializados entre a Bahia e as demais províncias.

Os artefatos siderúrgicos construtivos, no século XIX e no começo do século XX, eram ofertados por seus fabricantes em impressos. As grandes fundições europeias publicavam catálogos anuais e ofereciam seus produtos no exterior por meio de representantes. Das fontes consultadas depreende-se que os produtores baianos não publicavam catálogos de circulação internacional, mas veiculavam anúncios em periódicos de circulação local. Curiosamente, os pequenos produtores soteropolitanos, ferreiros, fundidores e galvanizadores individuais, também propagavam os seus serviços em jornais e em revistas.

O estudo tecnológico realizado para este trabalho, mesmo restrito, demonstrou a variedade das ligas metálicas utilizadas e dos produtos empregados no fabrico e no tratamento dos artefatos construtivos siderúrgicos da arquitetura de Salvador, do período estudado. Ainda a partir do estudo tecnológico, foram inferidos aspectos ligados ao fabrico e ao uso das peças estudadas. As diretrizes apresentadas para o diagnóstico e para as intervenções de restauro, por sua vez, abordaram a complexidade das questões teóricas e práticas relacionadas à conservação dos elementos construtivos siderúrgicos.

Do estudo tecnológico e das citadas diretrizes, pode-se ratificar que as intervenções de restauro devem ser calcadas, simultaneamente, nas pesquisas laboratoriais, no levantamento histórico e em reflexões profundas acerca do conceito de patrimônio. Ao intervir sobre um bem siderúrgico, o restaurador deve entender, com clareza, quais singularidades desse bem fazem dele um registro precioso, quais de suas feições podem ser sacrificadas para a sanidade das demais e quais devem, a todo custo, ser preservadas.

O trabalho documental realizado nesta dissertação validam o uso de tecnologias digitais – a fotografia, a fotogrametria e as tecnologias CAD – como importantes ferramentas da documentação arquitetônica. As fotografias e os desenhos, apresentados no corpo do texto, e nos apêndices, garantirão o registro de numerosos exemplares siderúrgicos da arquitetura soteropolitana do período estudado e, conseqüentemente, a sua memória.

Da pesquisa e dos levantamentos realizados em campo, conclui-se também que o crescimento da capital baiana no século XIX, e a falta de políticas patrimoniais que valorizassem a produção siderúrgica, culminaram com o desaparecimento de bens preciosos. O desaparecimento do antigo Mercado Modelo, do píer da antiga Alfândega (atual Mercado Modelo), o descaso com os vestígios da estrutura original da Ponte D. João VI, por exemplo atestam esse fato.

Convém ressaltar que a presente dissertação é pioneira, já que, de acordo com as pesquisas realizadas, a temática do ferro na arquitetura antiga soteropolitana **nunca foi objeto de estudo acadêmico**. Pelas contribuições e por seu pioneirismo, esta monografia poderá servir como base para trabalhos e para pesquisas futuras; o seu catálogo poderá ser atualizado e complementado com a adição de informações e de exemplares, por hora, não contemplados. Se o descaso dos agentes envolvidos na preservação do patrimônio edificado, para com os artefatos arquitetônicos em ferro, continuar e esses exemplares forem perdidos, aos menos restará, para as próximas gerações, esta dissertação, como um registro desses bens.

11. FONTES CONSULTADAS

PUBLICAÇÕES:

AGUIAR, Durval Vieira de. **Descrições práticas da Província da Bahia: com declaração de todas as distâncias intermediárias das cidades, vilas e povoações**. 2º ed. Rio de Janeiro: Cátedra; Brasília: Instituto Nacional do Livro, 1979.

AGRICOLA, Georgius. **De Re Metallica**. 1556. Traduzido por Herbert Clark Hoover e Lou Henry Hoover. New York: *Dover Publications*, Inc., 1950.

A ILUSTRAÇÃO BAHIANA: JORNAL ILLUSTRADO E SCIENTÍFICO. Salvador: A. Fonseca Sobrinho, 1881.

ALBUQUERQUE, Antônio Coelho de Sá e. **Falla que recitou na abertura d'Assembléia Legislativa da Bahia pelo presidente da provincia o conselheiro Antonio Coelho de Sa e Albuquerque, no dia 1 de março de 1863**. Salvador: Poggetti de Tourinho, Dias e Cia., 1863.

ALMANACH DA FAMÍLIA. Salvador: Lithografia de J. G. Tourinho, 1877.

ALMANACH DO DIÁRIO DE NOTÍCIAS DA BAHIA DO ANO DE 1881. Salvador: Lithographia Guedes, 1881.

ALMANACH PARA O ANNO DE 1845. Salvador: Typographia de M. A. dos S. Serva, 1844.

ALMANAK ADMINISTRATIVO, MERCANTIL E INDUSTRIAL DA BAHIA DE 1855. Salvador: [s.n], 1855.

ALMEIDA, Miguel Calmon du Pin e. Discurso da acta da Assembleia Geral da Sociedade de Agricultura e Commercio. *In* **Jornal da Sociedade de Agricultura, Commercio e Industria da Província**. Edição nº 15 de fevereiro de 1836. Salvador: Typografia de Moreira. Disponível em <<http://www.memoria.bn.br/>>. Acesso em 30 de outubro de 2016.

ALMEIDA, Roberta Barreto de. Traços da história econômica da Bahia no último século e meio. *In* **Revista de Desenvolvimento Econômico**. Ano 10, nº 19, janeiro de 2009. Salvador: UNIFACS, 2009.

ALMEIDA, Thomaz Xavier Garcia de. **Falla que recitou o presidente da província Thomaz Xavier Garcia de Almeida, n'abertura da Assembléia Legislativa da mesma província em 2 de fevereiro de 1840**. Salvador: Typ. de Manoel Antônio da Silva Serva, 1840.

A LOCOMOTIVA. Edição número 21. Disponível em <<http://www.memoria.bn.br/>>. Acesso em 03 de novembro de 2017.

ALVES, Marieta. **Dicionário de artistas e artífices na Bahia**. Salvador: Universidade Federal da Bahia, Centro Editorial e Didático, Núcleo de Publicações, 1976.

AMARAL, Manoel Maria. **Falla em que abriu a Assembléia Legislativa da Bahia o vice-presidente da província, conselheiro Manoel Maria do Amaral no dia 1º de março de 1864**. Typographia Poggetti Tourinho, Dias e Cia., 1864.

ANDRADE, Adriano Bittencourt; BRANDÃO, Paulo Roberto Baqueiro. **Geografia de Salvador**. 2 ed. Salvador: EDUFBA, 2009.

ANDRADE JUNIOR, Nivaldo Vieira de Andrade. **A Influência Italiana na Modernidade Baiana: o caráter público, urbano e monumental da arquitetura de Filinto Santoro**. Rio de Janeiro, V. I, N. 4, out. 2007. Disponível em <<http://www.dezenovevinte.net>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2017.

_____. **A rede de ascensores urbanos de salvador: do guindaste dos padres aos dias de hoje**. 2007. Disponível in <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivosVI_coloquio_t5_rede_ascensores_urbanos.pdf>. Acesso em 28 de janeiro de 2018.

ANDRIEUX, Jean-Yves. **Les travailleurs du fer**. Paris: Gallimard, 1991.

ASCIS, Ilber. **O gradil de ferro em Salvador no século XIX**. Salvador: Caixa Cultura, 2007.

AUGEL, Moema Parente. **Visitantes Estrangeiros na Bahia Oitocentista**. São Paulo: Editora Cultriz, 1980.

AZAMBUJA, José Bonifácio Nascentes de. **Relatório com que o excelentíssimo senhor doutor José Bonifácio Nascentes de Azambuja, presidente da província, abriu a Assembléia Legislativa da Bahia no dia 1º de março de 1868**. Bahia: Typ. de Tourinho e Comp., 1868.

AZEVEDO. Paulo Ormindo de. **A Alfândega e o Mercado: Memória e Restauração**. Salvador: Secretaria de Planejamento, Ciência e Tecnologia do Estado da Bahia, 1985.

BAHIA, Governo do Estado da. **Palácio da Aclamação: restauração**. Salvador: Governo do Estado da Bahia; Movimento e Ação Integrada Socias, 1991.

_____. **IPAC-BA Inventário de proteção do acervo cultural; monumentos do município de Salvador**. Salvador: Secretaria da Indústria, Comércio e Turismo, 1984.

BAHIA ILLUSTRADA. Edição de dezembro de 1917.

BARBOSA, Francisco de Assis. **D. João VI e a Siderurgia no Brasil**. Rio de Janeiro: Batel Editora, 2010.

BARRETO, Francisco Xavier Paes. **Falla recitada na abertura da Assembléia Legislativa da Bahia pelo presidente da provincia, doutor Francisco Xavier**

Paes Barreto, em 15 de março de 1859. Bahia, Typ. de Antonio Olavo da França Guerra, 1859.

BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de construção.** 2 Volumes. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

BENSABATH, Geraldo Raymundo; FREIRE, Maria Alice Mercês da Silva. **Palácio Rio Branco (Casa dos Governadores).** Salvador: Empresa Gráfica da Bahia, 1973.

BOCHICHIO, Regina. Plano Inclinado do Pilar volta à ativa. **A Tarde.** Salvador, edição do dia 27 de março de 2006.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos. **Concreto armado eu te amo:** para arquitetos. 2º ed. São Paulo: Blucher, 2011.

BRANDI, Cesare. **Teoria da Restauração.** Cotia: Ateliê Editorial, 2004.

BRANDI, Sérgio Duarte. Classificação dos processos de soldagem. *In* WAINER, Emílio; BRANDI, Sérgio Duarte; MELLO, Fábio Décourt Homem de (coord.). **Soldagem:** processos e metalurgia. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. p. 1 a 8.

_____. Processo MIG/MAG. *In* WAINER, Emílio; BRANDI, Sérgio Duarte; MELLO, Fábio Décourt Homem de (coord.). **Soldagem:** processos e metalurgia. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. p. 99 a 132.

_____. Processo TIG. *In* WAINER, Emílio; BRANDI, Sérgio Duarte; MELLO, Fábio Décourt Homem de (coord.). **Soldagem:** processos e metalurgia. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. p. 60 a 98.

_____. Transferência metálica em soldagem com arco elétrico. *In* WAINER, Emílio; BRANDI, Sérgio Duarte; MELLO, Fábio Décourt Homem de (coord.). **Soldagem:** processos e metalurgia. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. p. 9 a 30.

BREHM, Feliciane Andrade. **Emissão óptica de uma liga de aço AISI/SAE 10.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Minas, Metalurgia e em Materiais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999.

BRESCIANE FILHO, Ettore. Processo de brasagem e soldagem branda. *In* WAINER, Emílio; BRANDI, Sérgio Duarte; MELLO, Fábio Décourt Homem de (coord.). **Soldagem:** processos e metalurgia. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. p. 180 a 200.

CALMON, Francisco Marques de Goes. **Mensagem apresentada pelo Exmo Snr. Dr. Francisco Marques de Goes Calmon Governador do Estado da Bahia a Assembleia Geral Legislativa por occasiao da abertura da 1 reuniao ordinaria da 17 legislatura em 7 de abril de 1924.**

_____. **Mensagem do presidente Francisco Marques de Góes Calmon de 07 de abril de 1925.**

CAMPOS FILHO, Maurício Prates. **Introdução a metalurgia extrativa e siderúrgica**. Fundação de Desenvolvimento da UNICAMP: Campinas, 1981.

CAMPOS, Guadalupe. Técnicas microanalíticas da arqueometalurgia. *In* **Revista Artes e Ofício**: Metais, Restauração e Conservação. Rio de Janeiro: In-Fólio, 2009. p. 79 a 83.

CANALE, Anderson Júnior. **Estudo da soldagem de recuperação do ferro fundido vermicular através do processo oxiacetilênico**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da em Ciências e Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Santa Catarina, para a obtenção do grau de mestre. Florianópolis, 2005.

CANDEIAS, António. **Modernidade, Educação e Estatísticas na Ibero-América dos Séculos XIX e XX**: Estudos Sobre Portugal, Brazil e Galiza. Lisboa: Educa, 2005.

CARDOSO, Sandra Zagari. **Avenida Central: Arquitetura e Tecnologia no Início do Século XX**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008.

CARVALHO, Inaiá Maria Moreira de; PEREIRA, Gilberto Corso. **As cidades de Salvador**. Salvador: Edufba, 2008.

CHAVES, José Augusto de. **Falla que recitou na abertura da Assembléia Legislativa da Bahia o vice-presidente da provincia, dr. José Augusto de Chaves no dia 1º de setembro de 1861**. Bahia: Typ. de Antônio Olavo da França Guerra, 1861.

CHIAVERINI, Vicente. **Aços e ferros fundidos: Características gerais, tratamentos térmicos e principais tipos**. 6º ed. São Paulo: Associação Brasileira de Metais, 2008.

COLPAERT, Hubertus. **Metalografia dos produtos siderúrgicos comuns**. 2. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 1969.

_____. _____. 3 ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 1974.

COMTE, Auguste. Curso de filosofia positiva. *In* **Auguste Comte**: seleção de textos de José Arthur Giannotti; traduções de José Arthur Giannotti e Miguel Lemos. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

CORREIO MERCANTIL. Edições nº 145, 150, 180, 190, 195 e 230 Disponível em <<http://memoria.bn.br/>>. Acesso em 29 de outubro de 2016.

COSTA, Cacilda Teixeira da. **O Sonho e a Técnica: A Arquitetura de Ferro no Brasil**. 2º ed. São Paulo: EDUSP, 2001.

COSTA, Paulo Segundo da. **Campo Santo**: resumo histórico. Salvador: Contexto e Arte Editorial, 2007.

_____. **Hospital de Caridade São Cristóvão/ Santa Izabel da Santa Casa de Misericórdia da Bahia: 450 anos de funcionamento 1549-1999.** Salvador: Contexto e Arte Editorial, 2006.

COTTRELL, Alan H. **Introdução à metalurgia.** Tradução de M. Amaral Fortes e J. Pedroso Botas. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 1993.

CUNHA, Cláudia dos Reis. **Restauração: diálogos entre e teoria e a prática no Brasil nas experiências do IPHAN.** Tese apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de doutor. São Paulo: 2010.

CURY, Isabelle. **Cartas Patrimoniais.** 3ª ed. Rio de Janeiro: IPHAN, 2004.

D’AFFONSÊCA, Sílvia Pimenta. Os sistemas construtivos da Faculdade de Medicina. 2007. 1er. In **Congreso Iberoamericano y VIII Jornada: “Técnicas de Restauración y Conservación del Patrimonio”.** Disponível em <<http://www.digital.cic.gba.gob.ar>>. Acesso em 24 de fevereiro de 2017.

D’ANDREA, Francisco José de Sousa Soares. **Fala dirigida a Assembléia Legislativa Provincial da Bahia, na abertura da sessão ordinária do anno de 1845 pelo presidente da provincia, Francisco José de Sousa Soares d’Andrea.** Salvador: Typografia de Galdino José Bizerra e Companhia, 1845.

_____. **Fala dirigida a Assembléia Legislativa provincial da Bahia, na abertura da sessão ordinária do anno de 1846 pelo presidente da provincia, Francisco José de Sousa Soares d’Andrea.** Salvador: Typ. de Galdino José Bizerra [i.e. Bizerra] e Companhia, 1846.

D’AZEVEDO, Antônio Ignácio de. **Fala que recitou o presidente da Provincia da Bahia, o conselheiro Antônio Ignácio d’Azevedo, n’abertura da Assembléia Legislativa da mesma província em 2 de fevereiro de 1847.** Bahia: Typ. do Guaycurú de D. Guedes Cabral, 1847.

DEMPSEY, G. Drysdale. ***The builder’s guide: a practical manual for the use of builders, clerks of works, professional students, and others, engaged in designing or superintending the constructions of buildings.*** Londres: Atchley & Co., Architectural & Engineering Publishers, 1851.

DOREL-FERRÉ, Gracia. ***Atlas du patrimoine industriel de Champagne-Ardenne. Les racines de la modernité.*** Reims: Le Réveil de la Marne, 2005.

DOURADO, Luiz; D’AFFONSÊCA, Sílvia; BARBOSA, Antônio Carlos. A restauração da Faculdade de Medicina – um exemplo de parceria interna na UFBA. In **Gazeta Médica da Bahia.** Páginas 3 a 21. Volume 80, nº 2, ano 144. Salvador: UFBA, 2010.

FAUSTO, Boris. **História do Brasil.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995.

FERNANDES, Etelvina Rebouças. **Do mar da Bahia ao Rio do Sertão: Bahia and San Francisco Railway.** Salvador: Secretaria de Cultura e Turismo, 2006.

FIESCHI, Roberto. **A Evolução das técnicas**. Biblioteca de conhecimentos básicos. Lisboa: Editorial Notícias, 19??.

FILIZOLA, Geraldo. Restauração de estruturas metálicas. *In* **Revista Artes e Ofício**: Metais, Restauração e Conservação. p. 29 a 34. Rio de Janeiro: In-Fólio, 2009.

FLETCHER, D. P; FLETCHER, J. C. **Brazil and Brazilians**. Philadelphia: Childs e Peterson, 1857.

FLEXOR, Maria Helena. Salvador e o Higienismo nos séculos XIX e XX. *In* GAMA, Hugo; NASCIMENTO, Jaime (orgs). **A urbanização de Salvador em três tempos**: Textos críticos de história urbana. Salvador: Instituto Geográfico e Histórico da Bahia, 2011.

FOLHA ILUSTRADA, nº 21, Anno I, de 15 de agosto de 1889.

FONTES D'ART. BARBEZAT ET CIE. MAITRES DE FORGES CATALOGUE. Haut-Fourneaux et Fonderies. Paris: 18??.

FONTES DE FER: CATALOGUE DE MODELES. A L'USAGE DES CONSTRUCTEURS-MECANICIENS ET DES ETABLISSEMENTS INDUSTRIELS. *Rowcliffe-Barker et Fils*. Rouen: Editora de E. Cagniard, 1865.

FRAMPTON, Kenneth. **História Crítica da Arquitetura Moderna**. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

FREYRE, Gilberto. **Ferro e civilização no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Record, 1988.

_____. **Inglêses no Brasil**. 3º Ed. Rio de Janeiro: TopBooks, 2000.

FRYER, W.J. **Architectural Iron Works**. New York: John Wiley & Sons, 1876.

FURSMAN, William Hiram. **Design of a Foundry Building**. Trabalho apresentado a Universidade de Illinois, para obtenção de título de Bacharel em Ciência e Engenharia Civil. Illinois, 1904.

FURTADO, Celso. **Formação Econômica do Brasil**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2003.

GAZZETA COMMERCIAL DA BAHIA. Edição nº 496, de 21 de outubro de 1836.

GENTIL, Vicente. **Corrosão**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois S.A., 1982.

GIEDION, Sigfried. **Espaço Tempo e Arquitetura**. Tradução de Alvarar Lamparelli. Revisão da tradução por Ana Luiza Nobre e por Denise Chini Solot. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

GROETELAARS, Natalie J.; AMORIM, Arivaldo L. A fotogrametria digital na documentação do patrimônio arquitetônico. *In* **Fórum Patrimônio: ambiente construído e patrimônio sustentável**. V.2. N. 2. Ago. de 2008. Belo Horizonte.

GROETELAARS, Natalie J. **Um estudo da fotogrametria digital na documentação de formas arquitetônicas urbanas**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2004.

HABSBURGO, Maximiliano. **Bahia 1860. Esboços de Viagem**. Tradução de Antonieta da Silva Carvalho e Carmem Sílvia Medeiros. Rio de Janeiro: Tempo; Bahia: Fundação Cultural do Estado da Bahia, 1982.

HANNA, Vera Lúcia. **“Está bem bom para inglês ver”: a influência da língua e da cultura inglesa no Brasil (1808-1920)**. In Revista Todas as Letras. Nº 6. Ano 6. Páginas 63 a 71. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2004.

HELENE, Paulo. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2º ed. São Paulo: Pini, 1992.

HENRIQUES, João Antônio de Araújo Freitas. **Falla com que o excelentíssimo senhor desembargador João Antônio de Araújo Freitas Henriques abriu a 1.a sessão da 19.a legislatura da Assembléia Provincial da Bahia em 1ª de março de 1872**. Salvador: Typographia do Correio da Bahia, 1872.

HIGGS, Malcom. **The exported iron buildings of Andrew Handsyside e Co**. In *Jornal of the Society of Architectural Historian*. p. 175 a 180. London, 1970.

HISTORIENS & GEOGRAPHES. Nº 398 mai. de 2007. *Association des Professeurs d'Histoire et de Géographie*. Disponível em <<https://www.aphg.fr>>. Acesso em 13 de fevereiro de 2017.

IMBRIGHI, Giampaolo. **I materiali dell'Architettura: Tra tecnologia e ambiente**. Roma: Edizione Kappa, 1992.

IRELAND, Government of. Iron: the repair of wrought and cast ironwork. Dublin: Government Publications, 2009.

JORNAL A CAPITAL. Edição do dia 16 de outubro de 1926.

JORNAL A IDADE DO OURO. Edições nº 9, 19, 20, 21, 24, 26, 35, 36, 38, 41, 43, 44, 45, 47, 65 e 103. Salvador: Typografia da Viuva Serva e carvalho. Disponível em <<http://www.memoria.bn.br/>>. Acesso em 30 de outubro de 2016.

JORNAL DA SOCIEDADE DE AGRICULTURA, COMMERCIO E INDUSTRIA DA PROVINCIA. Edições nº 15 de 1833. Salvador: Typografia de Moreira. Disponível em <<http://www.memoria.bn.br/>>. Acesso em 30 de outubro de 2016.

JORNAL DE NOTÍCIAS. Edições dos dias 23 de abril de 1892 e 14 de março de 1898. Disponível em: <<http://www.memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=222216&pesq=zar%C3%A3o>>. Acesso em 15 de novembro de 2017.

JORNAL GAZETA DA BAHIA. Edições: 347 e 496. Disponível em <<http://www.memoria.bn.br/>>. Acesso em 29 de outubro de 2016.

JORNAL O CAPITAL. Edição do dia 11 de novembro de 1926.

KÜHL, Beatriz Mugayar. **Algumas questões relativas ao patrimônio industrial e à sua preservação.** 1998. Disponível em <<http://www.iphan.gov.br>>. Acesso em 28 de fevereiro de 2017.

_____. **Preservação do Patrimônio Arquitetônico da Industrialização – Problemas teóricos do restauro.** Cotia: Ateliê Editorial, 2008.

LANDGRAF, Fernando José G.; TSCHIPTSCHIN, André P.; GOLDSTEIN, Hélio. Notas sobre a história da metalurgia no Brasil (1500-1850). In VARGAS, Milton (org.). **História da Técnica e da Tecnologia no Brasil.** p. 107 a 130. São Paulo: Unesp, 1995.

LE MOS, Carlos Alberto Cerqueira. **Arquitetura Brasileira.** São Paulo: Melhoramentos, 1979.

_____. **Alvenaria Burguesa.** São Paulo: Nobel, 1989.

LE MOS, Renato. **Nossa História:** Vale. São Paulo: Verso Brasil Editora, 2012.

LIMA, Álvoro Tibério de Moncorvo e. **Falla recitada na abertura da Assembléia Legislativa da Bahia pelo presidente da provincia, o doutor Álvaro Tibério de Moncorvo e Lima, no dia 14 de maio de 1856.** Salvador: Typ. de Antônio Olavo da França Guerra e Comp., 1856.

LOURENÇO, Barão de S. **Relatório que apresentou a Assembléia Legislativa da Bahia o excelentíssimo senhor Barão de S. Lourenço, presidente da mesma província, em 11 de abril de 1869.** Bahia: Typ. de J. G. Tourinho, 1869.

MAC FARLANE'S ARCHITECTURAL IRON WORKS. Walter Mac Farlane & Co. Saracen Foundry. Glasgow: 1865.

MAC FARLANE'S ARCHITECTURAL IRON WORKS. RAIN WATER HEADS DA SARACEN FOUNDRY, Walter Mac Farlane & Co. Saracen Foundry. Glasgow: 1925.

MAC FARLANE'S CASTING. ORNAMENTAL FOUNTAINS, PARK AND GARDEN SEATS, & C. Walter Mac Farlane & Co. Saracen Foundry. Glasgow: 1885.

MACHADO, Antônio Candido da Cruz. **Falla com que o exm. Sr. Comendador Antônio Candido da Cruz Machado abriu a 1ª sessão da vigésima legislatura da Assembléia legislativa provincial da Bahia no dia 1 de março de 1874.** Salvador: Typographia do Correio da Bahia, 1874.

MARTINS, Francisco Gonçalves. **Fala que recitou o presidente da provincia da Bahia, o desembargador conselheiro Francisco Gonçalves Martins, n'abertura da Assembléia Legislativa da mesma província em 4 de julho de 1849.** Bahia: Typ. de Salvador Moitinho, 1849.

_____. **Fala que recitou o presidente da provincia da Bahia, o conselheiro desembargador Francisco Gonçalves Martins, n'abertura da Assembléia Legislativa da mesma província em 1 de março de 1850.** Bahia: Typ. Constitucional, 1850.

_____. **Fala que recitou o presidente da provincia da Bahia, o conselheiro desembargador Francisco Gonçalves Martins, n'abertura da Assembléia Legislativa da mesma província em 1 de março de 1851.** Bahia: Typ. Constitucional, 1851.

_____. **Fala que recitou o presidente da provincia da Bahia, o conselheiro desembargador Francisco Gonçalves Martins, n'abertura da Assembléia Legislativa da mesma província em 1 de março de 1852.** Bahia: Typ. Const. de Vicente Ribeiro Moreira, 1852.

MATTOSO, Kátia M. de Queirós. **A cidade do Salvador e seu mercado no século XIX.** São Paulo: Hucitec, 1978.

MELLO, Firmo José de Mello. Relatório de obras. *In* BARRETO, Francisco Xavier Paes. **Falla recitada na abertura da Assembléia Legislativa da Bahia pelo presidente da provincia, doutor Francisco Xavier Paes Barreto, em 15 de março de 1859.** Salvador: Typ. de Antonio Olavo da França Guerra, 1859.

MENDES, Cibele de Mattos. **A Cantaria de lioz na Arquitetura Funerária de Salvador no século XIX.** Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2016.

MIGUEZ, Saulo; CORDEIRO, Hilza. Solar Amado Bahia vai a leilão; veja fotos internas e conheça a história do antigo casarão. **Correio da Bahia**, edição de 1º de agosto de 2017.

NASCIMENTO, Anna Amélia Vieira. **Memória da Federação das Indústrias do Estado da Bahia.** Salvador: FIEB, 1997.

NUNES, Laerce de Paula; LOBO, Alfredo Carlos O. **Pintura industrial na proteção anticorrosiva.** Rio de Janeiro: Interciência, 2007.

OLIVEIRA, Carolina Bortolotti de. A arte na engenharia do século XIX. *In* **Anais do VI Encontro Nacional de História da Arte.** p. 93 a 102. Campinas: Unicamp, 2010.

_____. A Estética da Máquina: padrões decorativos no desenho industrial e nos projetos da engenharia britânica, 1850-1880. *In* **Anais do XXV Simpósio Nacional de História.** Fortaleza: ANPUH, 2009.

OLIVEIRA, Mário Mendonça de. **Tecnologia da Conservação e da Restauração: Materiais e Estruturas.** 3. ed. Salvador: EDUFBA, 2006.

_____. **A documentação como ferramenta de preservação da memória.** Brasília DF: IPHAN/Programa Monumenta, 2008.

OLIVEIRA, Waldir Freitas de. **A industrial cidade de Valença: um surto de industrialização na Bahia do século XIX**. Salvador: Centro de Estudos Baianos da Universidade Federal da Bahia, 1985.

PALÁCIOS, Flávia Olegário. **Estudo Tecnológico do Chalé de Ferro IOEPA: subsídios para a salvaguarda da arquitetura de ferro no Brasil**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2011.

PENNA, Herculano Ferreria. **Falla recitada na abertura da Assembléia Legislativa da Bahia pelo presidente da provincia, o conselheiro e senador do Imperio Herculano Ferreira Penna, em 10 de abril de 1860**. Salvador: Typ. de Antônio Olavo da França Guerra, 1860.

PEREIRA, Manoel Passos. **História do bairro de Nazaré: uma experiência participativa em Salvador**. Salvador: Fundação Cultural do Estado da Bahia/Faculdade de Turismo da Bahia, 1994.

PEREIRA, Manoel da Silva. Relatório de obras. *In* WANDERLEY, João Maurício. **Falla recitada na abertura da Assembleia Legislativa da Bahia pelo presidente da província, o doutor João Maurício Wanderley, no 1º de março de 1855**. Salvador: Typ. de Antonio Olavo da França Guerra e Comp., 1855.

PETRUCCI, Eládio G. R. **Materiais de Construção**. São Paulo: Globo, 1995.

PEVSNER, Nikolaus. **Origens da arquitetura moderna e do design**. Tradução de Luiz Raul Machado. 3ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

_____. **Os pioneiros do desenho moderno**: de William Morris a Walter Gropius. 3.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

PIMENTEL, Esperidão Eloy de Barros. **Falla com que o ilm. e exm. Sr. Dez. Esperidão Eloy de Barros Pimentel abriu a 2ª sessão da 25ª lesislatura da Assembléia Provincial da Bahia em 1º de maio de 1885**. Salvador: Typografia do Diário da Bahia, 1885.

PINA, João. Tratado da arte de ensayar e fundir cobre, ferro e aço com o modo de fazer as fornalhas, com outras curiosidades pertencentes a dita arte. *In* ZEQUINI, Anicleidi. **Arqueologia de uma fábrica de ferro: morro de Araçaioba. Séculos XVI-XVIII**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arqueologia do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

PINHEIRO, Eloísa Petti. Intervenções na freguesia da Sé (1850-1920). *In* GAMA, Hugo; NASCIMENTO, Jaime (org). **A urbanização de Salvador em três tempos**: Textos críticos de história urbana. Salvador: Instituto Geográfico e Histórico da Bahia, 2011.

PINHO, João Ferreira de Araújo. **Mensagem do presidente João Ferreira de Araújo Pinho de 07 de abril de 1911**.

PINTO, Antônio da Costa. **Falla recitada na abertura d'Assembléia Legislativa da Bahia pelo presidente da província Antonio da Costa Pinto no dia 1º de março de 1861**. Bahia: Typ. de Antônio Olavo da França Guerra, 1861.

PUPPI, Marcelo. **A nova história do século XIX e a redescoberta da dimensão imaginária da arquitetura**. Disponível em <<http://www.vitruvius.com.br>>. Acesso em 22 de novembro de 2015.

RAPOSO, Nível Nunes. **Serralheria – do Século XVII ao Século XIX**: estudo sobre a serralheria no tradicional Português das cidades maranhenses de São Luís e Alcântara. Projeto de pesquisa apresentado ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2005.

REBOUÇAS, Daniel. **Indústria na Bahia**. Salvador: EPP Publicações e Publicidade, 2016.

REIS FILHO, Nestor Goulart. **Quadro da Arquitetura no Brasil**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1983.

REVUE GENERALE DE L'ARCHITECTURE ET DES TRAVAUX PUBLICS. 8º Volume. Paris; Ducher et cie, 1849. Disponível em <www.catalog.hathitrust.org>. Acesso em 21 de janeiro de 2017.

REVUE METTALURGIQUE, COMMERCIALE ET FINANCIERE. Nº 27, de 4 de julho de 1882. Paris: [s.n], 1882.

ROWCLIFF-BARKER ET FILS CASTING. Inglaterra: 1865.

SALES, José Jairo de; MUNAIAR NETO, Jorge; MALITE, Maximiliano; DIAS, Antônio Alves; GONÇALVES, Roberto Martins. **Sistemas estruturais: teoria e exemplos**. São Paulo: EESC-USP, 2009.

SAMPAIO, Consuelo Novais. **50 Anos de Urbanização: Salvador da Bahia no Século XIX**. Rio de Janeiro: Versal, 2005.

SEGURADO, João Emílio dos Santos. **Elementos de Metalurgia**. Biblioteca de Instrução Profissional. Portugal: [1920].

SANTOS, Milton. **O centro da cidade de Salvador**: estudo de geografia urbana. 2 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; Salvador: Edufba, 2008.

SANTOS, Nívea Alves dos. O culto de Santa Bárbara na Bahia. In BAHIA, Governo do Estado. **Festa de Santa Bárbara**. Salvador: Fundação Pedro Calmon, 2010.

SHIELDS, Charles Culver. **A design of a modern foundry**. Trabalho apresentado a Universidade de Illinois, para obtenção de título de Bacharel em Ciência e Engenharia Civil. Illinois, 1909.

SILVA, Geraldo Gomes da, 1940. **Arquitetura de Ferro no Brasil**. 2 ed. São Paulo: Nobel, 1987.

_____. Arquitetura do Ferro na América Latina, Caribe e Antilhas. *In* **Revista Artes e Ofício**: Metais, Restauração e Conservação. p. 15 a 20. Rio de Janeiro: In-Fólio, 2009.

_____. **Arquitetura do Ferro**. *In* Revista AU, nº 90. Julho de 2000. Disponível em <<http://www.au.pini.com.br>>. Acesso em 25 de fevereiro de 2017.

SILVEIRA, Rosnei. **Revestimento superficial em componente fundido de máquina agrícola**. Dissertação apresentada ao Mestrado Profissionalizante em Engenharia da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

SINIMBU, João Lins Vieira Cansansão. **Falla recitada na abertura da Assembléia Legislativa da Bahia pelo presidente da provincia, o desembargador João Lins Vieira Cansansão de Sinimbu, no 1º de setembro de 1857**. Salvador: Typographia de Antonio Olavo da França Guerra e Comp., 1857.

SOCIÉTÉ ANONYME DU HAUT-FOURNEAX ET FONDERIES DU VAL D'OSNE. **Catalogue**. Paris: 1881.

SUZIGAN, Wilson. **Indústria Brasileira**: origem e desenvolvimento. São Paulo: Editora Brasiliense, 1986.

TANIGUCHI, Célio. Soldagem por eletroescória e eletrogás. *In* WAINER, Emílio; BRANDI, Sérgio Duarte; MELLO, Fábio Décourt Homem de (coord.). **Soldagem**: processos e metalurgia. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. p. 274 a 284.

TEIXEIRA, Cid. **Salvador**: História Visual. Salvador: Correio da Bahia, 2001.

TELLES, Pedro Carlos da Silva. **História da Engenharia no Brasil**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1984.

THE INTERNATIONAL COMMITTEE FOR THE CONSERVATION OF THE INDUSTRIAL HERITAGE. **Carta de Nizhny Tagil sobre o patrimônio industrial. 2003**. Disponível em <<http://www.chrome-extension://oemmnndcbldboiebfnladdacbdmfmadadm/http://ticcih.org/wp-content/uploads/2013/04/NTagilPortuguese.pdf>>. Acesso em 13 de maio de 2018.

TRAITE DE SERRURERIE ET CONSTRUCTIONS EN FER. Paris: H. Vial, 1889.

TRINCHÃO, Gláucia Maria Costa. **O Parafuso: de meio de transporte a cartão postal**. Salvador: EDUFBA, 2010.

_____. Os ascensores de Salvador: os planos inclinados e o elevador Lacerda. *In* GAMA, Hugo; NASCIMENTO, Jaime (org). **A urbanização de Salvador em três tempos**: textos críticos de história urbana. Salvador: Instituto Geográfico e Histórico da Bahia, 2011.

VASCONCELLOS, Joaquim José Pinheiro de. **Fala que recitou o presidente da província o conselheiro Joaquim José Pinheiro de Vasconcellos, n'abertura da Assembléia Legislativa da mesma província em 2 de fevereiro de 1842.** Salvador: Typ. de J. A. Portella e Companhia, 1842.

_____. **Fala que recitou o presidente da província o conselheiro Joaquim José Pinheiro de Vasconcellos, n'abertura da Assembléia Legislativa da mesma província em 2 de fevereiro de 1843.** Salvador: Typ. de J. A. Portella e Companhia, 1843.

VASCONCELLOS, Sylvio de. **Arquitetura no Brasil: sistemas construtivos.** Apostila do Curso de Especialização em Restauração e Conservação de Monumentos e Conjuntos Históricos da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais, 1979.

VENERÁVEL ORDEM TERCEIRA DE SÃO FRANCISCO. **Polythéa. Commemoração do Terceiro Centenário de Fundação na Bahia da Venerável Ordem Terceira de São Francisco.** Salvador: Venerável Ordem Terceira de São Francisco, 1935.

VUILLAUME, Emmanuel. **La fonte d'art au Val d'Osne à travers l'oeuvre du sculpteur Mathurin Moreau.** Université de Reims Champagne-Ardenne. Reims, 2001.

VIOLLET-LE-DUC, Eugène E. **Entretiens sur l'Architecture.** Paris: A. Morel et C^{ie} Éditeurs, 2v., 1863. Edição facsimilada por Pierre Mardaga, 1977.

VITRUVIUS. **The ten books on architecture.** Traduzido por Morris Hicky Morgan. Cambridge: Harvard University Press. London: Oxford University Press, 1914.

WANDERLEY, João Maurício. **Fala que recitou o presidente da Província da Bahia, dr. João Maurício Wanderley, n'abertura da Assembléia Legislativa da mesma província em 1 de março de 1853.** Salvador, Typ. Const. de Vicente Ribeiro Moreira, 1853.

_____. **Falla recitada na abertura da Assembléia Legislativa da Bahia pelo presidente da provincia, o doutor João Maurício Wanderley, no 1º de março de 1854.** Salvador: Typografia de Antonio Olavo da França Guerra e Comp., 1854.

_____. **Falla recitada na abertura da Assembléia Legislativa da Bahia pelo presidente da provincia, o doutor João Maurício Wanderley, no 1º de março de 1855.** Bahia: Typ. de Antônio Olavo da França Guerra e Comp., 1855.

WETHERELL, James. **Brasil apontamentos sobre a Bahia.** Salvador: Edição do Banco da Bahia. 19??.

ZEQUINI, Anicleidi. **Arqueologia de uma fábrica de ferro: morro de Araçaioba. Séculos XVI-XVIII.** Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arqueologia do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

_____. Técnicos e Práticos fundidores: a produção de ferro no Brasil dos séculos XVI a XVIII. *In Anais do XXV Simpósio Nacional de História*. Fortaleza: ANPUH, 2009.

LEIS, CARTAS E DECRETOS:

ALVARÁ DE 1º DE ABRIL DE 1808. Disponível em <<http://www2.camara.leg.br>>. Acesso em 22 de janeiro de 2017.

ALVARÁ DE 23 DE AGOSTO DE 1808. Disponível em <<http://www2.camara.leg.br>>. Acesso em 22 de janeiro de 2017).

ALVARÁ DE 5 DE JANEIRO DE 1785. Disponível em <<http://www2.camara.leg.br>>. Acesso em 22 de janeiro de 2017.

ALVARÁ DE 28 DE JANEIRO DE 1808. Disponível em <<http://www2.camara.leg.br>>. Acesso em 22 de janeiro de 2017.

ALVARÁ DE 15 DE JULHO DE 1809. Disponível em <<http://www.historiacolonial.arquivonacional.gov.br>>. Acesso em 22 de janeiro de 2017.

CARTA RÉGIA DE 28 DE JANEIRO DE 1808. Disponível em <<http://www2.camara.leg.br>>. Acesso em 22 de janeiro de 2017.

PLANTAS E DOCUMENTOS DE ARQUIVOS PÚBLICOS:

PROJETO PARA A IMPRENSA PÚBLICA. Disponível no Arquivo Público da Bahia, reg. 308.

PROJETO PARA A PONTE DA CIDADE DE CACHOEIRA. Disponível no Arquivo Público da Bahia, reg. 167.

PROJETO PARA O EDIFÍCIO DA NOVA ALFÂNDEGA. Disponível no Arquivo Público da Bahia, reg. 459.

PROJETO PARA O ELEVADOR DO PARAFUSO. Disponível no Arquivo Público da Bahia, reg. 388.

PROJETO PARA O MATADOURO PÚBLICO. Disponível no Arquivo Público da Bahia, reg. 346.

SECRETARIA DE VIAÇÃO E OBRAS PÚBLICAS. **Relatórios de obras**. Salvador: 1938. Disponíveis no Arquivo Público da Bahia, Setor Republicano: caixa 2619, maço: 238; caixa 2609, documento: 190; caixa 2619, maço 238.

SITES:

<<http://www.arthistory.upenn.edu/>>. Acesso em 14 de janeiro de 2016.

<<https://www.bdlb.bn.br/acervo/handle/123456789/433497>>. Acesso em 15 de novembro de 2017.

< <https://www.brasilodelongue.files.wordpress.com>>. Acesso em 19 de fevereiro de 2017.

<<https://www.brasilianafotografica.bn.br/brasiana/handle/bras/4218>>. Acesso em 07 de outubro de 2017.

<<https://www.bsg.univ-paris1.fr>>. Acesso em 14 de janeiro de 2016.

<<https://www.catalog.hathitrust.org>>. Acesso em 21 de janeiro de 2017.

<<https://www.censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em 28 de janeiro de 2017.

<<http://www.chromeextension://oemmnndcbldboiebfnladdacbdm/adm/http://tic.cih.org/wp-content/uploads/2013/04/NTagilPortuguese.pdf>>. Acesso em 13 de maio de 2018.

<<https://www.cidade-salvador.com>>. Acessos em 14 de janeiro de 2017 e em 23 de fevereiro de 2017.

<<http://www.cidade-salvador.com/lacerda/entrada-elevador.htm>>. Acesso em 07 de outubro de 2017.

<<https://www.commons.wikimedia.org>>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.

<<https://www.dezenoveevinte.net>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2017.

<<https://www.digital.cic.gba.gob.ar>>. Acesso em 24 de fevereiro de 2017

<<https://www.e-monumen.net>>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.

<<https://www.gracesguide.co.uk>>. Acesso em 05 de fevereiro de 2017.

<<https://www.iphan.gov.br>>. Acesso em 28 de fevereiro de 2017.

<<https://www.issuu.com>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2017

<<https://www.lartnouveau.com>>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.

<<http://www.memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=222216&pesq=zarc%C3%A3o>>. Acessos em 30 de outubro de 2016 e 15 de novembro de 2017.

<<https://www.memorial.ibge.org.br>>. Acesso em 22 de janeiro de 2017.

<<https://www.metalockinternational.org>>. Acesso em 06 de setembro de 2017.

<https://www.objdigital.bn.br/objdigital2/acervo_digital/div_iconografia/icon585959/icon585959.jpg>. Acesso em 13 de outubro de 2017>. Acesso em 13 de outubro de 2017.

<<https://www.paris1900.lartnouveau.com>>. Acesso em 21 de janeiro de 2017.

<<https://www.portalarquietetonico.com.br>>. Acesso em 25 de janeiro de 2017.

<https://www.portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivosVI_coloquio_t5_rede_ascensores_urbanos.pdf>. Acesso em 28 de janeiro de 2018.

<<https://www.rafamaiia.wordpress.com>>. Acesso em 19 de fevereiro de 2017

<<https://www.salvador-antiga.com>>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.

<<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1503629&page=19>>.

Acesso em 07 de outubro de 2017.

<<https://www.ticcih.org/wp-content/uploads/2013/04/NTagilPortuguese.pdf>>. Acesso em 10 de setembro de 2017.

<<https://www.valencahistoriaeconomica.blogspot.com.br>>. Acesso em 21 de fevereiro de 2017.





APÊNDICE A – CATÁLOGO DAS OBRAS ESTUDADAS

Este apêndice é a compilação dos dados coletados acerca das edificações soteropolitanas construídas entre os anos de 1808 e 1939 nas quais os artefatos siderúrgicos construtivos foram empregados. O estudo e os levantamentos realizados nestas edificações em muito subsidiaram a escrita da presente dissertação e, por isso, os dados ora apresentados complementam as informações apresentadas no corpo do texto.

PASSEIO PÚBLICO			
	Título: Passeio Público.	Acervo de artefatos siderúrgicos: conta com conjunto de postes e de lampiões, além de vasos e de um chafariz, todos em ferro fundido.	
	Construção: 1810.		
	Localização: Centro.		
	PROPRIETÁRIO: Prefeitura Municipal de Salvador.		
	Tombamento: não tombado.		
Passeio Público, janeiro de 2017. Do autor.			

		
Alguns dos exemplares siderurgicos encontrados no Passeio Público, janeiro de 2017. Do autor.		

ASSOCIAÇÃO COMERCIAL DA BAHIA				
	Título: Associação Comercial da Bahia.	Acervo de artefatos siderúrgicos: conta com conjunto de postes e de lampiões em ferro fundido, gradis, portões e ferragens em ferro forjado.	   	
	Construção: 1816. Localização: Praça Riachuelo, Comércio. PROPRIETÁRIO: Associação o Comercial da Bahia. Tombamento: Tombamento Federal - Processo nº 112-T-38.			
Associação Comercial, janeiro de 2017. Do autor.				

CASARÃO Nº 149 DA AVENIDA JOANA ANGÉLICA					
	Título: casarão nº 149, da Av. Joana Angélica.	Acervo de artefatos siderúrgicos: o acervo de artefatos siderúrgicos da do Casarão nº 149, da Avenida Joana Angélica, conta com conjunto de gradis e de portões em ferro forjado.			
	Construção: 1830.				
	Localização: Avenida Joana Angélica, Nazaré. PROPRIETÁRIO: Governo do Estado da Bahia. Tombamento: Tombamento Federal - Processo nº 32-T-38.				
Casarão nº 149, janeiro de 2017. Do autor.					

IGREJA DA VENERÁVEL ORDEM TERCEIRA DE SÃO FRANCISCO.



Igreja da Ordem Terceira, janeiro de 2017. Do autor.

Título: Ig. da Ven. Ordem Terceira de São Francisco.
Construção: 1635.

Localização: Rua Inácio Acioly, Pelourinho.
PROPRIETÁRIO: Arquidiocese de São Salvador.
Tombamento: Tombamento Federal - Processo nº 89-T-38.

Acervo de artefatos siderúrgicos: conta com conjunto de gradis e portões em ferro forjado ricamente trabalhado, instalados entre 1832 e 1835 (ALVES, 1976). O pátio da edificação conta ainda com conjunto de postes e lampiões em ferro fundido.



Alguns dos exemplares siderúrgicos encontrados na Ig. da V. Ordem Terceira de São Francisco, janeiro de 2017. Do autor.

CEMITÉRIO DO CAMPO SANTO



Via principal do cemitério, janeiro de 2017. Do autor.

Título: Cemitério do Campo Santo.
Construção: 1836.

Localização: Largo do Campo Santo, Federação.
PROPRIETÁRIO: Sta Casa de Misericórdia da Bahia.
Tombamento: Não tombado.

Acervo de artefatos siderúrgicos: conta com conjunto de gradis e de portões em ferro forjado e postes em ferro fundido. Gradis e esquadrias siderúrgicos são encontrados em inúmeros mausoléus construídos no século XIX.



Alguns dos exemplares siderúrgicos encontrados no Cemitério do Campo Santo, janeiro de 2017. Do autor.

IGREJA DO SANTÍSSIMO SACRAMENTO E SANT'ANA



Fachada frontal do templo, janeiro de 2017. Do autor.

Título: Igreja do Santíssimo Sacramento e Sant'Ana.
Construção: 1760.

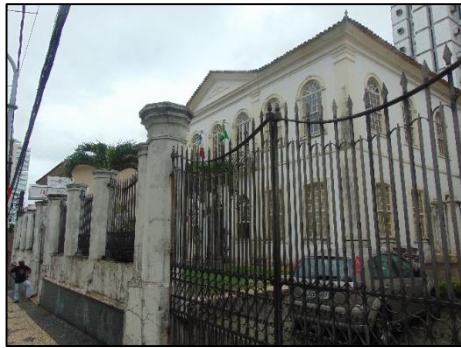
Localização: Ladeira de Santana, Nazaré.
PROPRIETÁRIO: Arquidiocese de São Salvador.
Tombamento: Tombamento Federal - Processos nº 169-T-41 e nº 243-A-41.

Acervo de artefatos siderúrgicos: conta com conjunto de gradis e de portões em ferro forjado instalados na nave, nas capelas laterais e no adro do templo em meados do século XIX (BAHIA, 1976).



Alguns dos exemplares siderúrgicos encontrados na Igreja de Sant'ana, janeiro de 2017. Do autor.

ANTIGO HOTEL COLONIAL (ATUAL SEDE DA ALIANÇA FRANCESA)

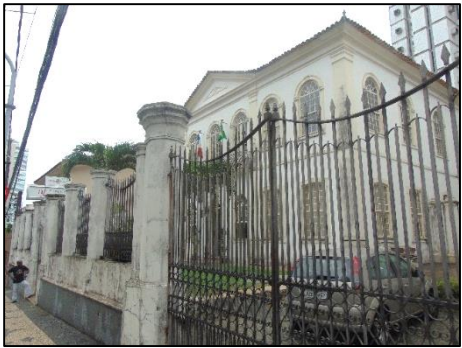


Vista da edificação, janeiro de 2017. Do autor.

Título: Antigo Hotel Colonial – atual sede da aliança Francesa.
Construção: 1846.

Localização: Avenida 7 de Setembro, Ladeira da Barra.
PROPRIETÁRIO: Aliança Francesa.
Tombamento: Tombamento Federal - Processo nº 975-T-78.

Acervo de artefatos siderúrgicos: conta com conjunto de gradis e de portões em ferro forjado, instalados em muros, como bandeiras de esquadrias e como guarda-corpos de balcões.



Alguns dos exemplares siderúrgicos encontrados no antigo Hotel Colonial, janeiro de 2017. Do autor.

CONVENTO DE SANTA CLARA DO DESTERRO



Vista do edifício, janeiro de 2017. Do autor.

Título: Convento de Santa Clara do Desterro.
Construção: 1681.

Localização: Rua Santa Clara, Nazaré.
PROPRIETÁRIO: Arquidiocese de São Salvador.
Tombamento: Tombamento Federal - Processo nº 030-T-38.

Acervo de artefatos siderúrgicos: conta com conjunto de grades em ferro forjado, das fachadas e das tribunas, e com lanternim em ferro fundido. Tanto o conjunto de grades, como o lanternim, devem datar de meados do século XIX (ALVES, 1976 e BAHIA, 1984).



Alguns dos exemplares siderúrgicos encontrados no Lar Santa Izabel, janeiro de 2017. Do autor.

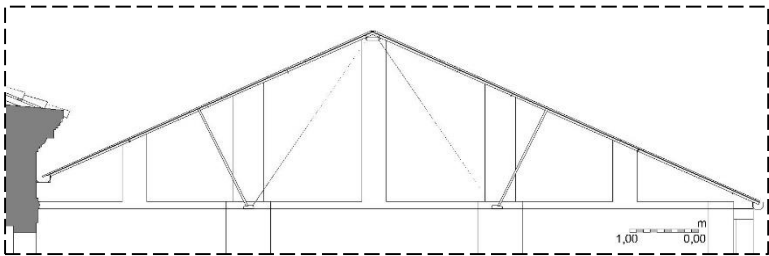
CONJUNTO EDIFICADO DO QUEIMADO



Vista do conjunto, janeiro de 2017. Do autor.


Título: Conjunto edificado do Queimado.
Construção: 1852-1857 (WANDERLEY, 1854).
Localização: Rua do Queimado, Queimadinho.
PROPRIETÁRIO: Governo do Estado da Bahia.
Tombamento: Tombamento Federal - Processo nº 1289-T-89.

Acervo de artefatos siderúrgicos: conta ferragens de esquadrias e estrutura de cobertura treliçada em ferro laminado em uma de suas edificações.



Vista parcial da estrutura metálica em janeiro de 2017 e croqui da estrutura. Do autor.

HOSPITAL COUTO MAIA (ANTIGO HOSPITAL DE ISOLAMENTO DE MONT SERRAT).



Hospital Couto Maia, janeiro de 2017. Do autor.

Título: Associação Comercial da Bahia.




Construção: 1853.

Localização: Rua Rio São Francisco, Mont Serrat.

PROPRIETÁRIO: Governo do Estado da Bahia.


Tombamento: Tombamento Federal - Processo nº 112-T-38.

Acervo de artefatos siderúrgicos: conta com conjunto gradis e de portões em ferro laminado com aplicações em ferro fundido. Esses artefatos, datam provavelmente da reforma realizada em 1923.



Alguns dos exemplares siderúrgicos encontrados no Lar Santa Izabel, janeiro de 2017. Do autor.

SOLAR MARBACK



Solar Marback, janeiro de 2017. Do autor.

Título: Solar Marback.




Construção: Século XVIII.

Localização: Rua Baixa do Bonfim, Bonfim.

PROPRIETÁRIO: Família Marback.


Tombamento : Tombamento Federal - Processo nº 116-T-38.

Acervo de artefatos siderúrgicos: conta com conjunto de gradis, portões e ferragens em ferro forjado e com conjunto de postes em ferro fundido. Este acervo, resulta provavelmente da reforma executada em 1855 (BAHIA, 1984).



Alguns dos exemplares siderúrgicos encontrados no Solar Marback, janeiro de 2017. Do autor.

TERREIRO DE JESUS



Terreiro de Jesus, janeiro de 2017. Do autor.

Título: Terreiro de Jesus.



Construção: A ocupação do terreiro remete ao século XVI.

Localização: Pelourinho.

PROPRIETÁRIO: Prefeitura de Salvador.

Tombamento : Tombamento Federal - Processo nº 1093-T-83.

Acervo de artefatos siderúrgicos: em 1856 foi inaugurado o conjunto do chafariz ainda hoje encontrado (chafariz, postes e gradil); no começo do século XX, todo o Terreiro de Jesus, foi cercado por gradil, removido posteriormente em meados do século.



Postal J. Mello de começo do século XX, largo cercado por gradil. Fotografia do autor, do chafariz em 2017.

ASILO OU LAR FRANCISCANO SANTA IZABEL



Asilo Santa Izabel, janeiro de 2017. Do autor.

Título: Lar Franciscano Santa Izabel.
Construção: 1848 a 1860.
Localização: Rua Jogo do Carneiro, Saúde.
PROPRIETÁRIO: Venerável Ordem Terceira de S. Francisco
Tombamento: Tombamento Estadual - Decreto nº 8.357/2002.

Acervo de artefatos siderúrgicos: conta com conjunto de portões e gradis em ferro forjado e conjunto de postes e de lampiões em ferro fundido.



Alguns dos exemplares siderúrgicos encontrados no Lar Santa Izabel, janeiro de 2017. Do autor.

IGREJA DO SANTÍSSIMO SACRAMENTO DA RUA DO PASSO (IGREJA DO PASSO)



Igreja do Passo, janeiro de 2017. Do autor.

Título: Igreja do Santíssimo Sacramento da Rua do Passo.
Construção: Século XVIII.
Localização: Rua do Passo, Pelourinho.
PROPRIETÁRIO: Arquidiocese de São Salvador.
Tombamento: Tombamento Federal - Processo nº 122-T-38.

Acervo de artefatos siderúrgicos: conta com as belíssimas grades trabalhadas em ferro forjado das tribunas e da nave, instaladas em 1860 e 1861 (ALVES, 1874).



Alguns dos exemplares siderúrgicos encontrados na Igreja do Passo, janeiro de 2017. Do autor.

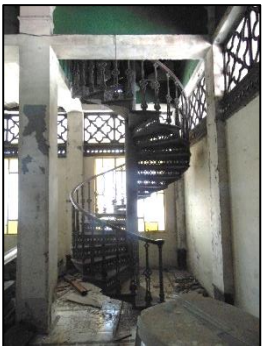
ESTAÇÃO DE TRENS DA CALÇADA (TERMINAL DE TRENS DA JEQUITAIA)



Fachada frontal da estação, janeiro de 2017. Do autor.

Título: Estação de Trens da Calçada.
Construção: 1860.
Localização: Largo da Calçada, Calçada.
PROPRIETÁRIO: Governo do Estado da Bahia.
Tombamento: não tombada.





Acervo de artefatos siderúrgicos: um verdadeiro exemplar da Arquitetura do Ferro, a Estação da Calçada conta com pilares, vigas, paredes, treliças, escadas e esquadrias siderúrgicos.

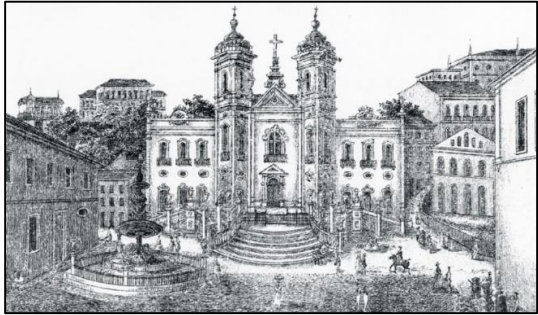
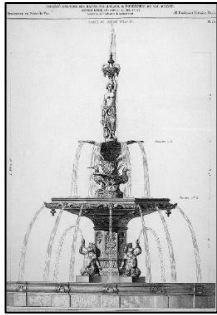



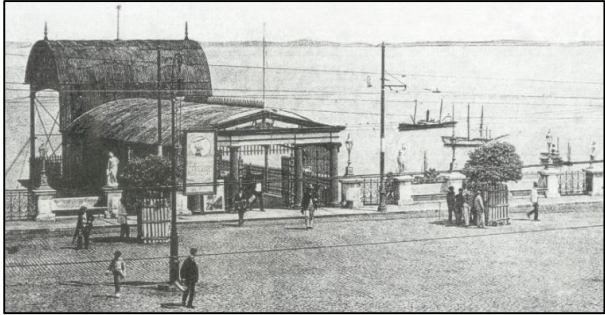
Alguns dos exemplares siderúrgicos encontrados na Estação da Calçada, janeiro de 2017. Do autor.




ANTIGA PONTE D.JOÃO VI			
	Título: Antiga Ponte D. João VI.	Acervo de artefatos siderúrgicos:	
	Construção: 1860.	Com extensão de 1820 pés, e largura de 3,0 metros, a ponte D. João VI, contava com vigas de ferro laminado e pilares de ferro fundido (PENNA, 1860).	
	Localização: Enseada dos Tainheiros.	Em 1952, a ponte foi completamente reformada, nada restou das peças originais.	
	Fotografia da Ponte D. João VI em 1860. Fotografia de Benjamim Mulock, gentilmente cedida pela Companhia de Transporte do Estado da Bahia.		
PROPRIETÁRIO: Governo do Estado da Bahia.		Tombamento: não tombada.	Fotografia da Ponte D. João VI, dos primeiros anos da década de 60 do século XIX. Fotografia de Benjamim Munlock. Fonte: < http://brasilianafotografica.bn.br >. Acesso em 07 de outubro de 2017.





ALFÂNDEGA (ATUAL MERCADO MODELO)				
	Título: Alfândega – Atual Mercado Modelo.	Acervo de artefatos siderúrgicos: conta com conjunto de gradis fundidos de segurança de janelas. O edifício, contava outrora com pír estruturado em peças siderúrgicas e com cimbalhas em ferro fundido (AZEVEDO, 1973).	 	
	Construção: 1849 a 1860.			
	Localização: Praça Visconde de Cayru, Comércio.			
	PROPRIETÁRIO: Prefeitura de Salvador.			
Tombamento: Tombamento Federal - Processo nº 112-T-38.				
Mercado Modelo, janeiro de 2017. Do autor.				
Fotografia de Rafael Castro y Ordoñez, provavelmente da década de 70 do século XIX, com indicação do pír, disponível em < http://www.cidade-salvador.com > (acesso em 23 de fevereiro de 2017). Fotografia de uma das grades da janela, do autor.				




CONJUNTO DO ASILO DOS EXPOSTOS (PUPILEIRA)				
	Título: Conjunto do Asilo dos Expostos (Pupileira).	Acervo de artefatos siderúrgicos:	  	
	Construção: 1875.	conta com gradis, pilares e vigas em ferro forjado. Merece destaque a estrutura treliçada que compõe o copiar da Capela de Nossa Senhora das Vitórias.		
	Puileira, janeiro de 2017. Do autor.			
	Alguns dos exemplares siderúrgicos encontrados no Asilo dos Expostos, janeiro de 2017. Do autor.			
Localização: Avenida Joana Angélica, Tororó.				
PROPRIETÁRIO: Santa Casa de Misericórdia da Bahia.				
Tombamento: Não tombado.				



ANTIGO CHAFARIZ DA CONCEIÇÃO			
	<p>Título: Antigo chafariz da Conceição.</p> <p>Construção: 1862 (ano de instalação).</p> <p>Localização: Rua da Conceição, Comércio.</p> <p>PROPRIETÁRIO: Companhia do Queimado.</p> <p>Tombamento: Não tombado.</p>	<p>Acervo de artefatos siderúrgicos: Chafariz em ferro fundido, instalado nas proximidades da Igrejada Conceição da Praia, pela companhia do Queimado, no ano de 1862. Circundavam o chafariz, gradil, provavelmente executado em ferro fundido. O equipamento foi removido no começo do século XX.</p>	<div><div>a</div><div>b</div></div> <p>(a) Ilustração apresentando o antigo chafariz da Conceição da Praia. Ilustração de autor desconhecido. Disponível em <brasilianafotografica.bn.br> . Acesso em 27 de janeiro de 2018. (b) Catálogo da Fonderie du Val D’osne, apresentando o modelo de chafariz instalado na Rua da Conceição da Praia. Fonte : Fontes d’Art. Barbezat et Cie. Maîtres de Forges Catàlogue. Hautx-Fourneaux et Fonderies. Paris: 18??.</p>



ANTIGO ELEVADOR LACERDA			
	<p>Título: Antigo Elevador Lacerda.</p> <p>Construção: 1869.</p> <p>Localização: Praça Visconde de Cayru, Comércio.</p> <p>PROPRIETÁRIO: Prefeitura Municipal da Salvador.</p> <p>Tombamento: Não tombado.</p>	<p>Acervo de artefatos siderúrgicos: A primeira versão do elevador soteropolitano, chamada de “Parafuso”, apresentava a estação de acesso superior executada em peças siderúrgicas. Em 1930, o Parafuso foi reformado e adquiriu as feições atuais passando a ser chamado de Elevador Lacerda.</p>	 <p>Fotografia da estação de embarque superior do Elevador. Fotografia de autor não identificado. Fonte: <http://www.cidade-salvador.com/lacerda/entrada-elevador.htm> . Acesso em 07 de outubro de 2017.</p>

FAROL DE ITAPUÃ			
	<p>Título: Farol de Itapuã.</p> <p>Construção: 1873 (MACHADO, 1874).</p> <p>Localização: Praia de Itapuã, Itapuã.</p> <p>PROPRIETÁRIO: Marinha do Brasil.</p> <p>Tombamento: Não tombado.</p>	<p>Acervo de artefatos siderúrgicos: O Farol de Itapuã conta com torre tronco cônica com 21 metros de altura, conformada a partir da conexão rebitada de chapas laminadas.</p>	<div></div> <p>Fotografia do Farol de Itapuã, janeiro de 2017. Do autor.</p>

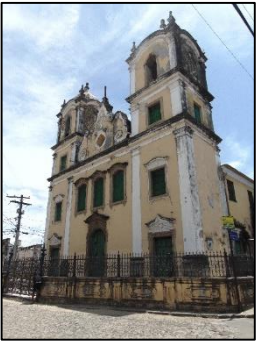

LARGO DA CRUZ DO PÁSÇOAL				
	<p>Título: Largo da Cruz do Pascoal.</p> <p>Construção: 1743 (construção do oratório).</p> <p>Localização: Largo da Cruz do Pascoal, Sto Ant. Alem do Carmo.</p> <p>PROPRIETÁRIO: Prefeitura de Salvador.</p> <p>Tombamento: Tombamento Federal - Processo nº 122-T-1938.</p>	<p>Acervo de artefatos siderúrgicos: o largo conta com o Oratório da Cruz do Pascoal, que por sua vez, apresenta gradil curvo e portão em ferro forjado, ambos instalados em 1874.</p>		
				
Oratório da Cruz do Pascoal, janeiro de 2017. Do autor.		Fotografias do oratório e detalhes do gradil, em janeiro de 2017. Do autor.		

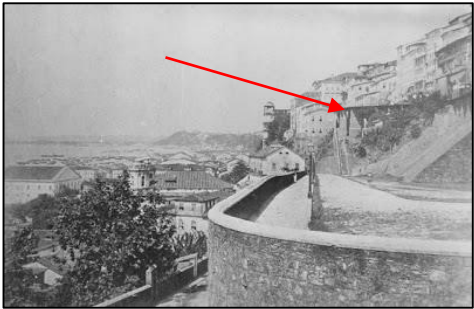
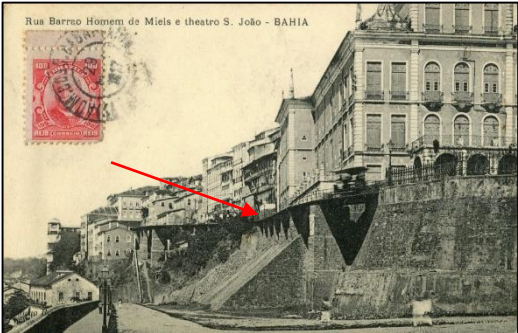


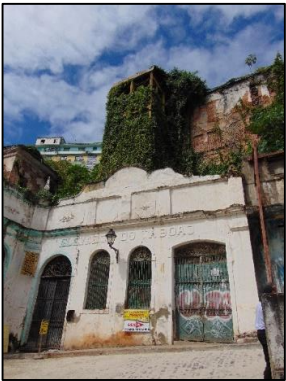

PRAÇA RIACHUELO				
	<p>Título: Praça Riachuelo.</p> <p>Construção: 1866.</p> <p>Localização: Comércio.</p> <p>PROPRIETÁRIO: Prefeitura de Salvador.</p> <p>Tombamento: Não tombada Individualmente.</p>	<p>Acervo de artefatos siderúrgicos: a praça conta com o monumento « Anjo da Vitória », instalado em 1874. O monumento, em estilo neoclássico, conta com base em mármore, medalhão em bronze, colunas, esculturas e gradil e ferro fundido.</p>		
Praça Riachuelo, janeiro de 2017. Do autor.		Fotografias do monumento anjo da Vitória, em janeiro de 2017. Do autor.		





MERCADO DE SANTA BÁRBARA				
	<p>Título: Mercado de Santa Bárbara.</p> <p>Construção: 1875.</p> <p>Localização: Rua J. J. Seabra, Baixa do Sapateiro.</p> <p>PROPRIETÁRIO: Prefeitura de Salvador.</p> <p>Tombamento: Não tombada Individualmente.</p>	<p>Acervo de artefatos siderúrgicos: conta com gradis, em ferro forjado, colunas em ferro fundido e treliças em ferro laminado.</p>		
				
Mercado de Santa Bárbara , janeiro de 2017. Do autor.		Artefatos siderúrgicos do Mercado de Santa Bárbara, em janeiro de 2017. Do autor.		




MERCADO DO OURO			
	Título: Mercado do Ouro.	Acervo de artefatos siderúrgicos: Algumas das feições do mercado, resultam das reformas emreendidas em 1876 e em 1940. Entretanto o edificio ainda apresenta conjunto de portões em ferro remotam ao ano de 1846.	
	Construção: 1846. Localização: Avenida Jequitaia. Comércio. PROPRIETÁRIO: Família Amado Bahia. Tombamento: Não tombada Individualmente.		




MOSTEIRO DE SÃO BENTO			
	Título: Mosteiro de São Bento.	Acervo de artefatos siderúrgicos: grades e portões instaladas na segunda metade do século XIX.	
	Construção: 1575 (núcleo primordial da edificação). Localização: Avenida 7 de Setembro. Centro. PROPRIETÁRIO: Arquidiocese de São Salvador. Tombamento: Tombamento Federal - Processo nº 079-T.		

IGREJA DE NOSSA SENHORA DA SAÚDE E GLÓRIA			
	Título: Igreja de Nossa Sra. Da Saúde e Glória.	Acervo de artefatos siderúrgicos: o adro da Igreja conta com grades e portões instalados em 1887 (BAHIA, 1974).	
	Construção: 1723. Localização: Largo da Saúde, Saúde. PROPRIETÁRIO: Arquidiocese de São Salvador. Tombamento: Tombamento Federal - Processo nº 274-T..		




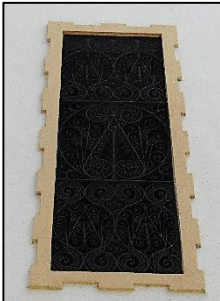
VIADUTO DO PAU DA BANDEIRA				
	<p>Título: Viaduto do Pau da Bandeira.</p> <p>Construção: 1888.</p> <p>Localização: Ladeira do Pau da Bandeira.</p> <p>PROPRIETÁRIO: Companhia Circular de Carris.</p> <p>Tombamento: Não tombado.</p>	<p>Acervo de artefatos siderúrgicos: O viaduto, demolido no começo do século XX, contava com guarda-corpos e vigas siderúrgicas que repousavam respectivamente sobre lastros de madeira e sobre pilares em alvenaria de tijolos argamassados.</p>		<p>Viaduto do Pau da Bandeira em postal datado de 1917. Disponível em <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1503629&page=19>. Acesso em 07 de outubro de 2017.</p>
HOSPITAL SANTA IZABEL				
	<p>Título: Hospital Santa Izabel.</p> <p>Construção: 1828 a 1893.</p> <p>Localização: Praça Cons. Almeida Couto. Nazaré.</p> <p>PROPRIETÁRIO: Santa Casa de Misericórdia da Bahia.</p> <p>Tombamento: Não tombado.</p>	<p>Acervo de artefatos siderúrgicos: conta com postes, lampeões, gradis, portões, colunas e escadas em ferro, alguns dos quais produzidos na Bahia.</p>		<p>Alguns dos artefatos siderúrgicos do Hospital Santa Izabel, fotografia de janeiro de 2017. Do autor..</p>
ELEVADOR DO TABOÃO				
	<p>Título: Elevador do Taboão.</p> <p>Construção: 1896.</p> <p>Localização: Ladeira do Taboão. Centro.</p> <p>PROPRIETÁRIO: Prefeitura Municipal de Salvador.</p> <p>Tombamento: Não tombado.</p>	<p>Acervo de artefatos siderúrgicos: conta com: torre de elevação, com estrutura metálica treliçada; passarela de embarque, com piso sustentado por laje abobadada de concreto armado; coberturas das cabines de embarque, estruturadas com treliças metálicas tipo fink; telhas metálicas originais.</p>		<p>Fotografias do Elevador do Taboão, em janeiro de 2017. Do autor.</p>

PLANO INCLINADO DO PILAR			
	<p>Título: Plano Inclinado do Pilar.</p> <p>Construção: 1897.</p> <p>Localização: Rua do Pilar, Comércio.</p> <p>PROPRIETÁRIO: Arquidiocese de São Salvador.</p> <p>Tombamento: Tombamento Federal - Processo nº 079-T.</p>	<p>Acervo de artefatos siderúrgicos: O sistema estrutural das duas cabines apresenta conjunto de pilares e de vigas metálicas que sustentam lajes nervuradas em concreto armado. Os pilares foram executados com perfis « H » e as vigas, perfis « I ».</p>	  
Plao Inclinado do Pilar, janeiro de 2017. Do autor.		Artefatos siderúrgicos do Mosteiro de São Bento, em janeiro de 2017. Do autor.	

IGREJA DO SANTÍSSIMO SACRAMENTO DO PILAR E SANTA LUZIA (IGREJA DE SANTA LUZIA)			
	<p>Título: Igr. do Sant. Sacramento do Pilar e Sta Luzia.</p> <p>Construção: 1756.</p> <p>Localização: Rua do Pilar, Comércio.</p> <p>PROPRIETÁRIO: Arquidiocese de São Salvador.</p> <p>Tombamento: Tombamento Federal - Processo nº 122-T-38.</p>	<p>Acervo de artefatos siderúrgicos: As grades em ferro forjado do adro e dos balcões da igreja foram instaladas no fim do século XIX.</p>	 
Igreja de Santa Luzia, janeiro de 2017. Do autor.		Artefatos siderúrgicos da Igreja do Pilar, em janeiro de 2017. Do autor.	

CASA NATAL DE GREGÓRIO DE MATOS.			
	<p>Título: Casa natal de Gregório de Matos.</p> <p>Construção: Século XVII.</p> <p>Localização: Cruzeiro de São Francisco. Pelourinho.</p> <p>PROPRIETÁRIO: Não identificado.</p> <p>Tombamento: Tombamento Federal - Processo nº 117-T-1938.</p>	<p>Acervo de artefatos siderúrgicos: As grades em ferro forjado dos balcões da casa foram instaladas no fim do século XIX (BAHIA, 1984).</p>	 
Casa natal Gregório de Matos, janeiro de 2017. Do autor.		Fachada frontal e um dos balcões da casa onde nasceu Gregório de Matos, em janeiro de 2017. Do autor.	

SOLAR AMADO BAHIA					
	Título: Solar Amado Bahia.	Acervo de artefatos siderúrgicos: conta com colunas, vigas, lambrequins, platibanda, gradis, portões e escadas siderúrgicos. Além desses elementos, as varandas do solar contam com sistema abobadado com estrutura mista, com componentes siderúrgicos e argamassa argamada.	  		
	Construção: 1904.				
	Localização: Avenida Porto dos Tanheiros. Ribeira. PROPRIETÁRIO: Natanael Couto. Tombamento: Tombamento Federal - Processo nº 988-T-78.				
Solar Amado Bahia, em janeiro de 2017. Do autor.					

IGREJA DE SÃO PEDRO GONÇALVES DO CORPO SANTO (IGREJA DO CORPO SANTO)				
	Título: Igreja de São Pedro Gonçalves do Corpo Santo.	Acervo de artefatos siderúrgicos: A Igreja do Corpo Santo, em sua fachada posterior, conta com conjunto de gradis em ferro forjado, instalados em 1902.	  	
	Construção: 1711.			
	Localização: Rua do Corpo Santo, Comércio. PROPRIETÁRIO: Arquidiocese de São Salvador. Tombamento: Tombamento Federal - Processo nº 133-T-38.			
Igreja do Corpo Santo,. Fonte : < http://www.igrejas-bahia.com/salvador/corpo-santo.htm >. Acesso em 19 janeiro de 2017.				

ANTIGO MERCADO MODELO				
	Título: Mercado Modelo (antigo).	Acervo de artefatos siderúrgicos: Com excessão do envólucro em alvenaria (construído três anos após a inauguração), quase todos os outros elelmentos construtivos do mercado eram siderúrgicos: vigas, treliças, pilares, telhas. O edifício sofreu incêndio em 1969.		
	Construção: 1912.			
Localização: Rua da Conceição da Praia, 1912.				
PROPRIETÁRIO: Prefeitura Municipal de Salvador.				
Tombamento: não tombado.				
Mercado Modelo em Postal da década de 20 do século XX. Disponível no arquivo do Centro de Estudos de Arquitetura da Bahia (CEAB).				
Mercado Modelo, logo após a sua inauguração (TEIXEIRA, 2001) e incêndio do Mercado Modelo (AZEVEDO (1973).				

MANSÃO MARTINS CATHARINO (ATUAL PALACETE DAS ARTES)



Mansão Martins Catharino, em janeiro de 2017.
Do autor.

Título: Mansão Martins Catharino.
Construção: 1912.

Localização: Rua da Graça, Graça.
PROPRIETÁRIO: Governo do Estado da Bahia.
Tombamento: Tombamento Estadual - Decreto nº 33.252/1986.

Acervo de artefatos siderúrgicos: conta com gradis, portões, estruturas de cobertura das varandas e elevadores.



Alguns dos artefatos siderúrgicos da Mansão Martins Catharino. Do autor.

PALÁCIO DA ACLAMAÇÃO



Palácio da Aclamação, em janeiro de 2017. Do autor.

Título: Palácio da Aclamação.
Construção: Fim do século XIX, com reformas em 1913.
Localização: Passeio Público, Centro..
PROPRIETÁRIO: Governo do Estado da Bahia.
Tombamento: Tombamento Estadual – Decreto nº 12.493/2010.

Acervo de artefatos siderúrgicos: conta com gradis, portões, estruturas de cobertura, vasos, esquadrias, vitrais, postes e lampiões.



Alguns dos artefatos siderúrgicos do Palácio da Aclamação. Do autor.

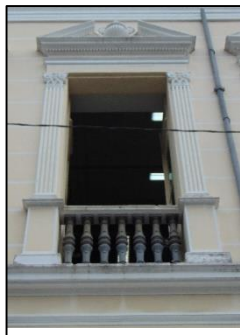
PALÁCIO RIO BRANCO






Palácio Rio Branco, em janeiro de 2017. Do autor.





Título: Palácio Rio Branco.
Construção: 1912 a 1919.
Localização: Praça Thomé de Souza, Centro.
PROPRIETÁRIO: Governo do Estado da Bahia.
Tombamento: não tombado individualmente.

Acervo de artefatos siderúrgicos: conta com gradis, portões, balaustres, vitrias, luminárias vigas e lajes em argamassa armada.



Alguns dos artefatos siderúrgicos do Palácio Rio Branco. Do autor.

PRAÇA NOSSA SENHORA DA ASSUMPÇÃO			
	<p>Título: Praça Nossa Senhora da Assumpção.</p> <p>Construção: Segunda metade do século XX.</p> <p>Localização: Pituba.</p> <p>PROPRIETÁRIO: Prefeitura de Salvador.</p> <p>Tombamento: não tombado.</p>	<p>Acervo de artefatos siderúrgicos: com a estátua da Deusa Flora, fundida pela <i>Société Anonyme de Hauts-Fourneaux e Fonderies du Val-D’Osne</i>, no final do século XIX.</p>	<div></div> <p>Flora no catálogo da <i>Société Anonyme de Hauts- Fourneaux e Fonderies du Val-D’Osne</i> (VAL-D’OSNE, 1881) e fotografia da estátua na Praça Nossa Senhora da Assumpção, do autor.</p>

ANTIGA FACULDADE DE MEDICINA DA BAHIA (FAMEB)			
	<p>Título: Fcauldade de Medicina da Bahia.</p> <p>Construção: Primeira metade do século XX.</p> <p>Localização: Terreiro de Jesus, Pelourinho.</p> <p>PROPRIETÁRIO: Universidade Federal da Bahia.</p> <p>Tombamento: Tombamento federal - Processo nº 896-T-74.</p>	<p>Acervo de artefatos siderúrgicos: conta com escadas, vigas, pilares, tesouras, lajes argamassadas com telas <i>deployé</i>, bancos, gradis, portões.</p>	<div></div> <p>Alguns dos artefatos siderúrgicos da FAMEB, em janeiro de 2017. Do autor.</p>

APÊNDICE B – PROPOSTA DE FICHA PARA INVENTÁRIO

Este apêndice apresenta proposta de ficha para inventariação dos bens siderúrgicos da arquitetura soteropolitana produzida entre 1808 e 1939. A ficha proposta apresenta folha de rosto que traz informações sobre o conjunto, isto é o edifício ou o espaço público ao qual pertencem os bens siderúrgicos; a folha de rosto, por sua vez, é seguida por subfichas nas quais os bens catalogados são apresentados; as subfichas, por sua vez, são seguidas pela apresentação das fontes consultadas. A figura que segue (Figura 1), apresenta em um infográfico a organização e o modo como as fichas podem ser consultadas.

Figura 1 – Infográfico: organização das fichas do catálogo das obras estudadas.



Infográfico do autor.

<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA</p> <p>PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO</p> <p>O emprego do ferro na arquitetura da cidade de Salvador entre os anos de 1808 E 1939: Inventário e contribuições para intervenções de restauro.</p> <p>Discente : Elias José de Almeida Machado – Orientador : Mário Mendonça de Oliveira</p>		F01
INVENTÁRIO		
IDENTIFICAÇÃO		
<p>TÍTULO: Passeio Público.</p> <p>LOCALIZAÇÃO: Centro. Salvador. Bahia. Brasil.</p> <p>PROPRIETÁRIO: Prefeitura Municipal de Salvador.</p> <p>RESPONSÁVEL DIRETO: Prefeitura Municipal de Salvador.</p>		1810
ASPECTO GERAL		LOCALIZAÇÃO
 <p>Fig. 1. Passeio Público, janeiro de 2017.</p>		 <p>Fig. 2. Localização esquemática do Passeio Público.</p>
HISTÓRICO		
<p>1810 – Inaugurado, como horto e zoológico públicos pelo 8º Conde dos Arcos, o Dom Marcos de Noronha e Brito;</p> <p>1815 – Inauguração do obelisco em mármore para comemorar a passagem do príncipe regente, D. João VI, pela cidade de Salvador em 1808;</p> <p>1855 – Instalação do portão de acesso ao Campo Grande ;</p> <p>1859 – Plantio de palmeiras imperiais em comemoração à visita do imperador D. Pedro II à Salvador;</p> <p>1862 – Instalação do chafariz em ferro em mármore produzido pela fundição francesa J.J. Ducel; instalação de vasos, bancos e outros ornamentos em ferro, produzidos pela também francesa N.J. Tronchon;</p> <p>195 ? – Translado do chafariz de mármore para o Palácio da Aclamação;</p> <p>1967 – A residência do governador foi transferida para o Palácio da Aclamação para o Palácio de Ondina, o que contribuiu para a degradação da área.</p>		
PROTEÇÃO		
<p>FEDERAL</p> <p>ESTADUAL</p> <p>MUNICIPAL</p>	<p>TOMBAMENTO: Não tombado individualmente.</p>	

FOTOGRAFIAS ANTIGAS



Figs. 3 e 4. Aquarela do alemão Friedrich Hagedorn de meados do século XIX e fotografia de Guilherme Gaensly, do ano de 1875. Fonte: <www.salvador-antiga.com.br>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.



Figs. 5 e 6. Fotografia da expedição HMS Challenger de 1873 e Postal de J. Melo do começo do século XX. Fonte: <www.salvador-antiga.com.br>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.

OUTRAS INFORMAÇÕES RELEVANTES

Segundo Augel, Lamberg quando visitou a Bahia em 1885, descreveu o Passeio Público como um parque magnífico, com árvores seculares, cuja beleza entretanto era perturbada pelas “estátuas pintadas, de tamanho natural, de mau gosto e sem arte” (Augel, 1980, p. 173).

De acordo com Albuquerque (1863), o Passeio Público, contava com caramanchão, balões, viveiros e bancos em ferro, importados da Europa, já não mais existentes, dos quais não foram encontrados, nesta pesquisa, registros gráficos.

BENS INVENTARIADOS	
IDENTIFICAÇÃO: Postes da balaustrada.	F01_01/04
Nº DE EXEMPLARES: 5.	
	
Fig. 7. Um dos exemplares, foto de 2017.	
PROCEDÊNCIA	
AUTORIA / DESENHO: Desconhecida.	
PROCEDÊNCIA: França.	
FABRICAÇÃO: N. J. Tronchon.	
ADQUIRENTE: Provavelmente o Governo Provincial.	
ANO DE AQUISIÇÃO: Não se sabe o ano preciso da aquisição, sabe-se entretanto que em 1873, esses postes já se encontravam instalados na praça.	
DESCRIÇÃO E HISTÓRICO	
<p>Conjunto formado por postes, com desenho eclético, executados provavelmente em ferro fundido, assentados sobre as balaustradas e acrotérios do Passeio Público. As hastes desses postes, medem aproximadamente 1,30m. Não foram identificadas as circunstâncias de instalação desses postes, mas pelas fotografias obtidas, sabe-se que em 1873 eles lá estavam. Provavelmente, alguns exemplares que compunham o conjunto foram transladados para a Praça Municipal em meados do século XX.</p>	
ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO CONJUNTO	
RUIM	X REGULAR BOM
DANOS :	INTERVENÇÕES RECOMENDADAS :
x DESCASCAMENTO DO REVESTIMENTO	x REMOÇÃO DA FERRUGEM
x LACUNAS	x REINTEGRAÇÃO
FISSURAS	x RECOMPOSIÇÃO /PRÓTESES
DEFORMAÇÃO	REFORÇO ESTRUTURAL
x CORROSÃO	x PROTEÇÃO E PINTURA

FOTOGRAFIAS

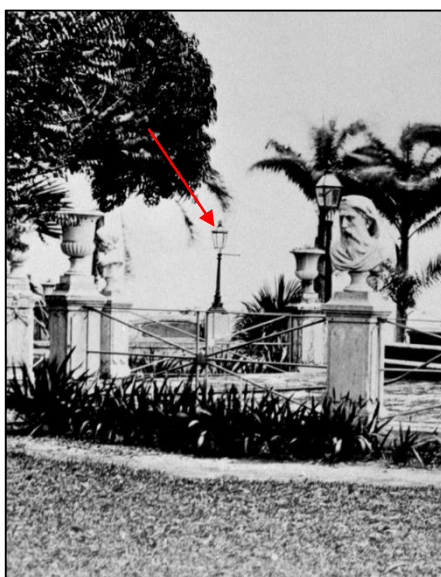


Fig. 8. Detalhe de fotografia retirada em 1873, pela expedição do HMS Challenger, com destaque para o poste. Fonte: <www.salvador-antiga.com.br>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.

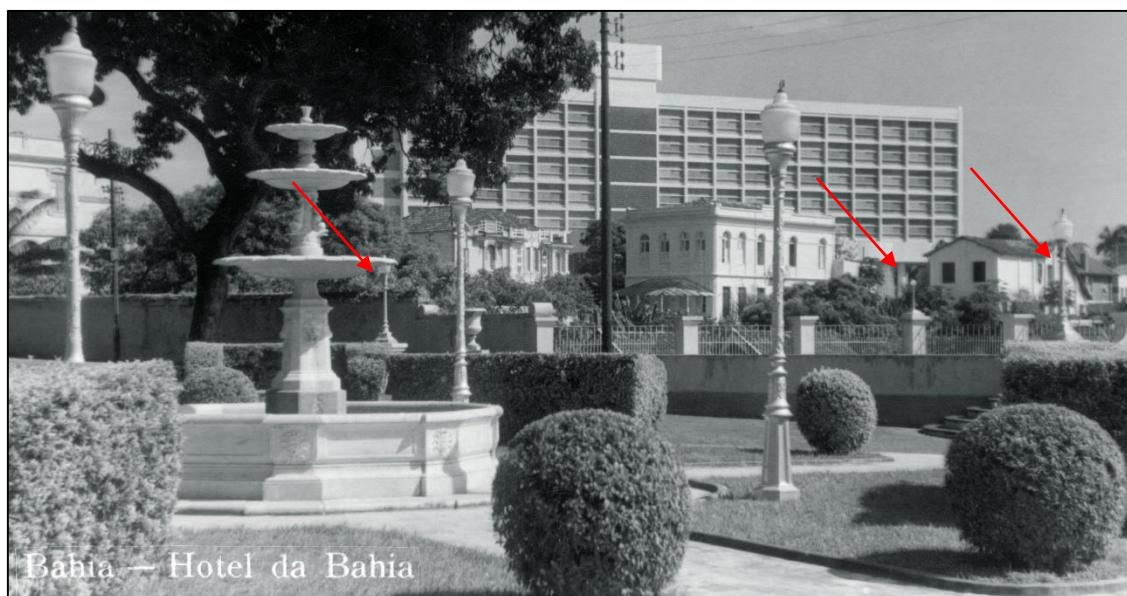


Fig. 9 . Postal da década de 50 do século XX, vendo-se que os postes permaneceram no Passeio Público.
Fonte: <www.salvador-antiga.com.br>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.

LEVANTAMENTO CADASTRAL

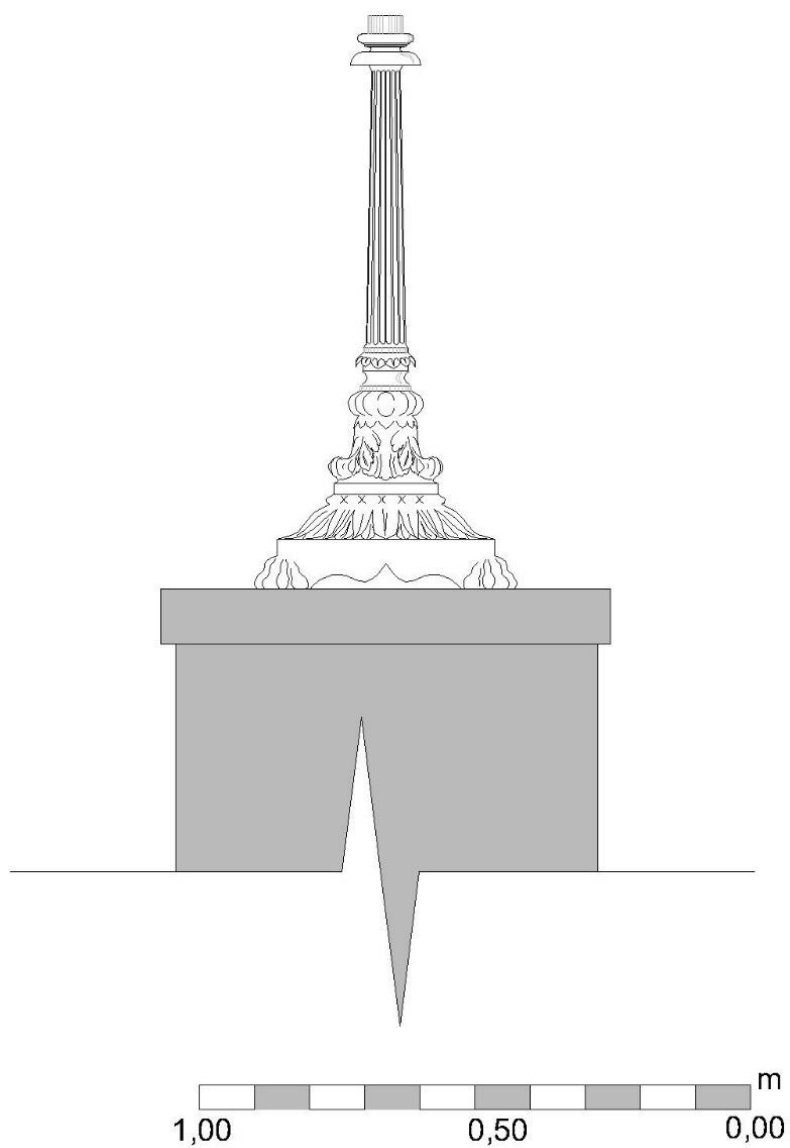



Fig. 10 . Vista frontal do poste da balastrada do Passeio Público.

BENS INVENTARIADOS	
IDENTIFICAÇÃO: Postes dos canteiros.	F01_02/04
Nº DE EXEMPLARES : 6.	
	
Fig. 11. Um dos exemplares foto de 2017.	
PROCEDÊNCIA	
AUTORIA / DESENHO: desconhecida.	
PROCEDÊNCIA: desconhecida.	
FABRICAÇÃO: N. J. Tronchon.	
ADQUIRENTE: Governo Provincial.	
ANO DE AQUISIÇÃO: Não se sabe o ano preciso da aquisição, sabe-se entretanto que em 1873, esses postes já se encontravam instalados na praça.	
DESCRIÇÃO E HISTÓRICO	
<p>Conjunto formado por postes, com desenho eclético, executados provavelmente em ferro fundido, assentados ao nível do solo no Passeio Público. As hastes desses postes, medem aproximadamente 2,00. Não se conhece as circunstâncias de instalação desses postes, pelas fotografias obtidas, sabe-se que em 1912 eles lá estavam.</p>	
ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO CONJUNTO	
RUIM	X REGULAR BOM
DANOS :	INTERVENÇÕES RECOMENDADAS :
x DESCASCAMENTO DO REVESTIMENTO	x REMOÇÃO DA FERRUGEM
x LACUNAS	x REINTEGRAÇÃO
FISSURAS	x RECOMPOSIÇÃO /PRÓTESES
DEFORMAÇÃO	REFORÇO ESTRUTURAL
x CORROSÃO	x PROTEÇÃO E PINTURA

FOTOGRAFIAS



Fig. 12. Postal Edição Miscellanea – 1912. Fonte: <www.salvador-antiga.com.br>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.



Fig. 13. Posta de J. Mello, começo do século XX.
Fonte: <www.salvador-turismo.com>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.

LEVANTAMENTO CADASTRAL

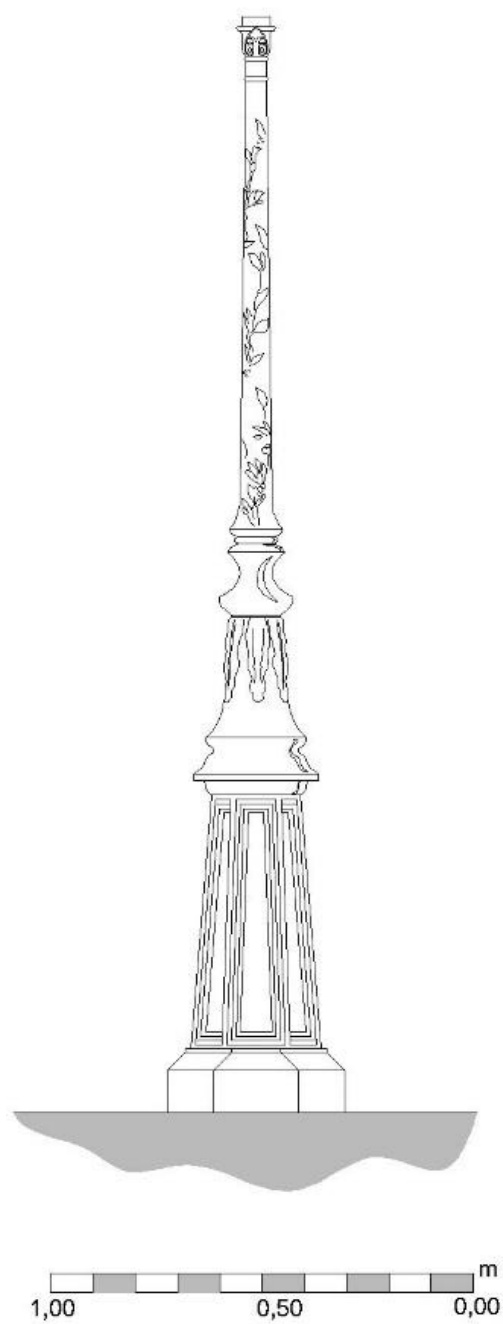


Fig. 14 . Vista frontal do poste do Passeio Público.

BENS INVENTARIADOS	
IDENTIFICAÇÃO: Vasos.	
F01_03/04	
Nº DE EXEMPLARES: 4.	
<div></div> <div>Fig. 15. Um dos exemplares, foto de 2017.</div>	
PROCEDÊNCIA	
AUTORIA / DESENHO: desconhecida.	
PROCEDÊNCIA: desconhecida.	
FABRICAÇÃO: N. J. Tronchon.	
ADQUIRENTE: Provavelmente o Governo Provincial.	
ANO DE AQUISIÇÃO: Não se sabe o ano preciso da aquisição, sabe-se entretanto que em 1878, esses vasos já se encontravam instalados na praça.	
DESCRIÇÃO E HISTÓRICO	
Conjunto formado por vasos, com desenho clássico, executados provavelmente em ferro fundido, assentados sobre pilaretes do Passeio Público. Esses vasos tem 60 cm de altura. De acordo com citação de Albuquerque (1863) devem ter sido adquiridos e instalados no ano de 1862.	
ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO CONJUNTO	
RUIM	X REGULARBOM
DANOS :	INTERVENÇÕES RECOMENDADAS :
xDESCASCAMENTO DO REVESTIMENTO	xREMOÇÃO DA FERRUGEM
LACUNAS	REINTEGRAÇÃO
FISSURAS	RECOMPOSIÇÃO /PRÓTESES
DEFORMAÇÃO	REFORÇO ESTRUTURAL
xCORROSÃO	xPROTEÇÃO E PINTURA

FOTOGRAFIAS

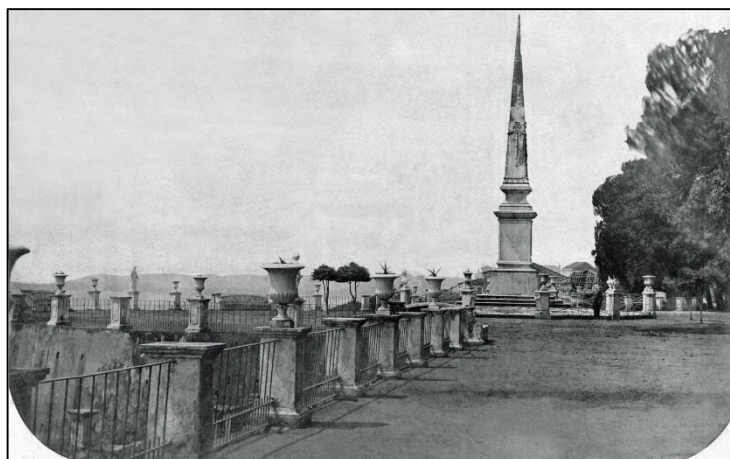


Fig. 16. Fotografia de Castro y Ordoñez, de 1862. <Fonte: <http://www.salvador-antiga.com>>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.



Fig. 17. Fotografia do começo do século XX, extraída da revista Fon-Fon, 12 de junho 1920.
Fonte: <www.salvador-turismo.com>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.

LEVANTAMENTO CADASTRAL

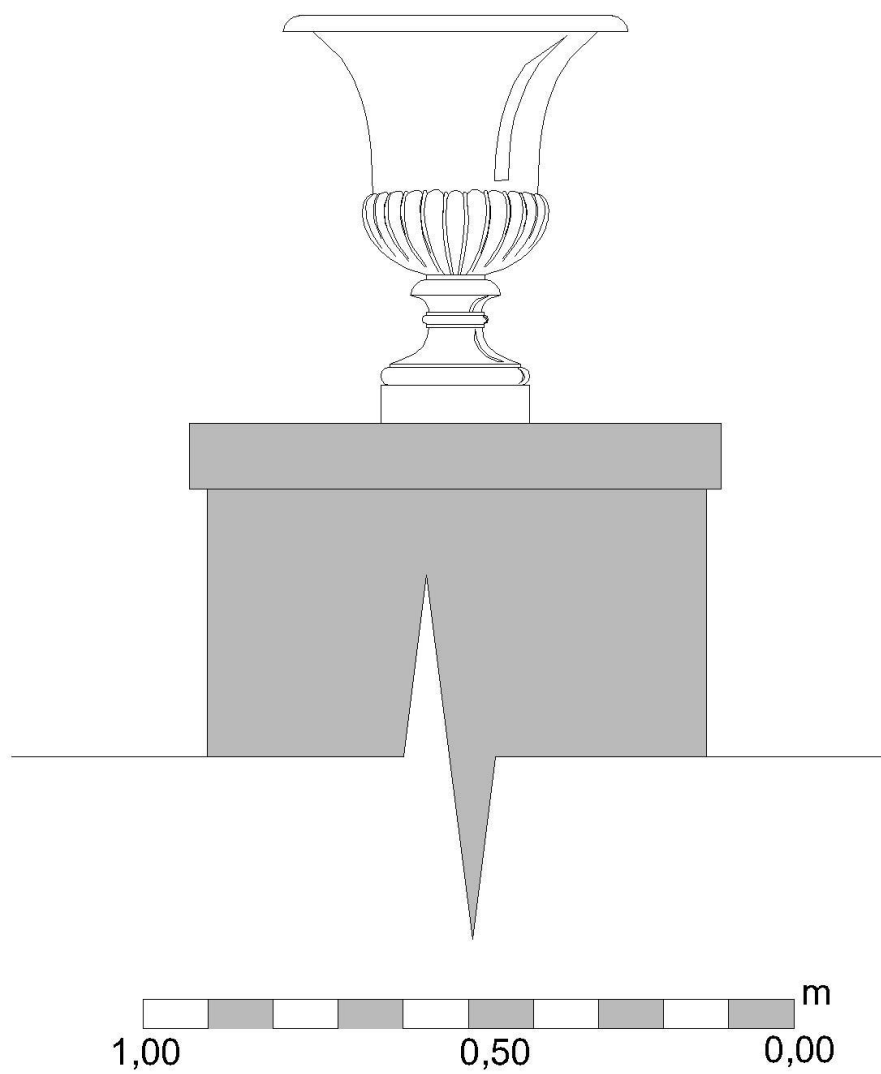



Fig. 18 . Vista frontal de um dos vasos Passeio Público.

BENS INVENTARIADOS	
IDENTIFICAÇÃO: Chafariz do Passeio Público.	F01_04/04
Nº DE EXEMPLARES: 1.	
	
Fig. 19. Chafariz do passeio público.	
PROCEDÊNCIA	
AUTORIA / DESENHO: Desconhecida.	
PROCEDÊNCIA: França.	
FABRICAÇÃO: <i>Société Anonyme de Hauts-Fourneaux et Fonderies du Val-D'Osne.</i>	
ADQUIRENTE: Provavelmente o Governo Provincial.	
ANO DE AQUISIÇÃO: Não se sabe o ano preciso da aquisição, sabe-se entretanto que em 1862, esse chafariz já se encontravam instalados na praça.	
DESCRIÇÃO E HISTÓRICO	
<p>Instalado no Passeio Público quando do traslado do antigo chafariz de mármore para o Palácio da Aclamação, na segunda metade do século XIX. Apresenta bacia e base líticos e esguichador em ferro fundido. Não se sabe se, antes de ir para o Passeio Público, o chafariz esteve instalado em algum outro ponto da capital. O esguichador, inspirado no tema das três graças, era apresentado no catálogo da Ducel mas produzido pela Val d'Osne.</p>	
ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO CONJUNTO	
RUIM	X REGULAR
BOM	
DANOS :	INTERVENÇÕES RECOMENDADAS :
x DESCASCAMENTO DO REVESTIMENTO	x REMOÇÃO DA FERRUGEM
LACUNAS	REINTEGRAÇÃO
FISSURAS	RECOMPOSIÇÃO /PRÓTESES
DEFORMAÇÃO	REFORÇO ESTRUTURAL
x CORROSÃO	x PROTEÇÃO E PINTURA

FOTOGRAFIAS



Fig. 20. Esguichador. Foto de janeiro de 2017. Do autor.



Fig. 21. Esguichador. Foto de janeiro de 2017. Do autor.

LEVANTAMENTO CADASTRAL

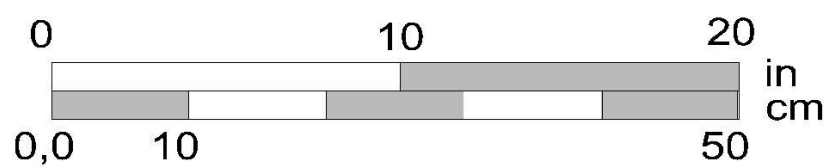
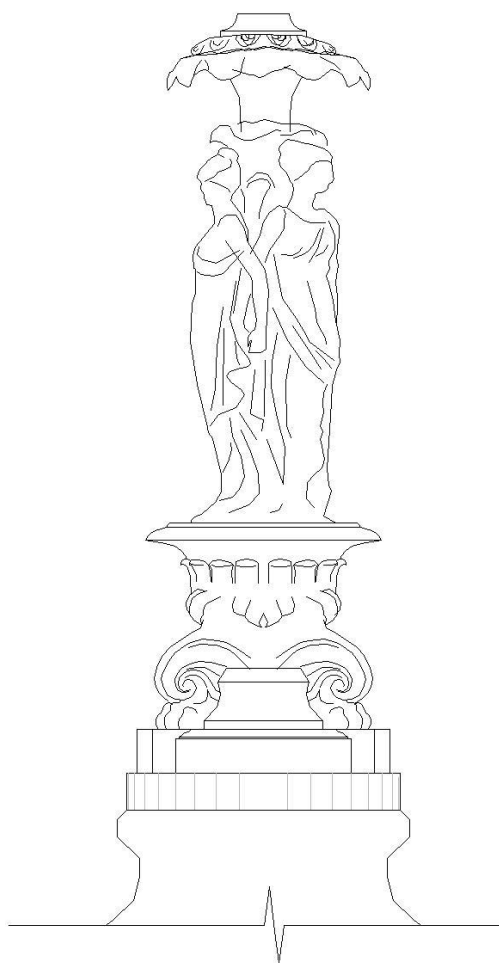


Fig. 22 . Vista do esguichador do chafariz do Passeio Público.

FONTES

BIBLIOGRÁFICAS:

ALBUQUERQUE, Antônio Coelho de Sá e. **Falla recitou na abertura d'Assembléia Legislativa da Bahia pelo presidente da provincia o conselheiro Antonio Coelho de Sa e Albuquerque, no dia 1 de março de 1863.** Bahia, Poggetti de Tourinho, Dias e C.a, 1863.

AUGEL, Moema Parente. **Visitantes Estrangeiros na Bahia Oitocentista.** São Paulo: Cultriz, 1980.

SAMPAIO, Consuelo Novais. **50 Anos de Urbanização: Salvador da Bahia no Século XIX.** Rio de Janeiro: Versal, 2005.

GAMA, Hugo. NASCIMENTO, Jaime (orgs). **A urbanização de Salvador em três tempos – Textos críticos de história urbana.** Salvador: Instituto Geográfico e Histórico da Bahia, 2011.

SITES:

<www.salvador-turismo.com>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.

<www.salvador-antiga.com>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.

<www.cidade-salvador.com>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.