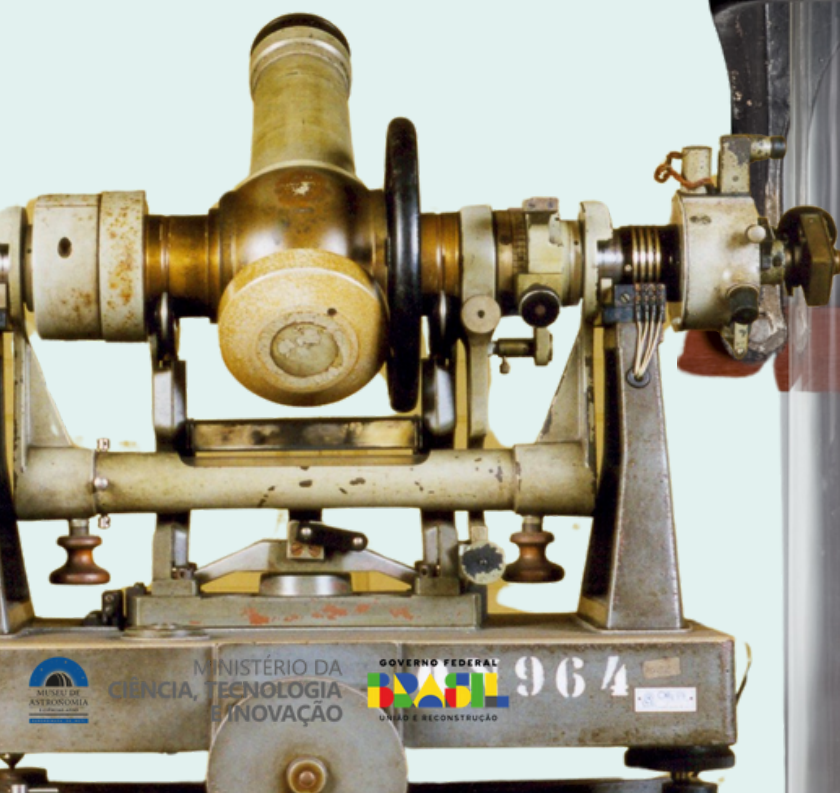


DO CÉU AO CÉSIO:

de onde vem o Horário
de Brasília?



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



964

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Henrique Morize
Bibliotecária Reg. CRB7- 4466

C423 Do céu ao césio: de onde vem o horário de Brasília? [recurso eletrônico] /
organizadores: Julliana Vilaça Fonseca (autor), Cristiane de Oliveira Costa (rev.),
Douglas Falcão Silva (coord.). — Rio de Janeiro : MAST, 2024.

Inclui Bibliografia

Formato digital

Modo de acesso:

<https://www.gov.br/mast/pt-br/imagens/publicacoes/2024/do-ceu-ao-cesio.pdf>

ISBN: 9786500975963

1. Serviço da Hora - história. 2. Instrumentos Científicos. 3. Popularização da
Ciência e Tecnologia. I. Fonseca, Julliana Vilaça. II. Museu de Astronomia e
Ciências Afins. III. Título.

CDU 006.92(091)

Projeto gráfico, diagramação e capa: Julliana Vilaça Fonseca.

Revisão: Cristiane de Oliveira Costa.

Orientação: Douglas Falcão Silva.

Fotografias:

Coordenação de Museologia do Museu de Astronomia e Ciências
Afins;

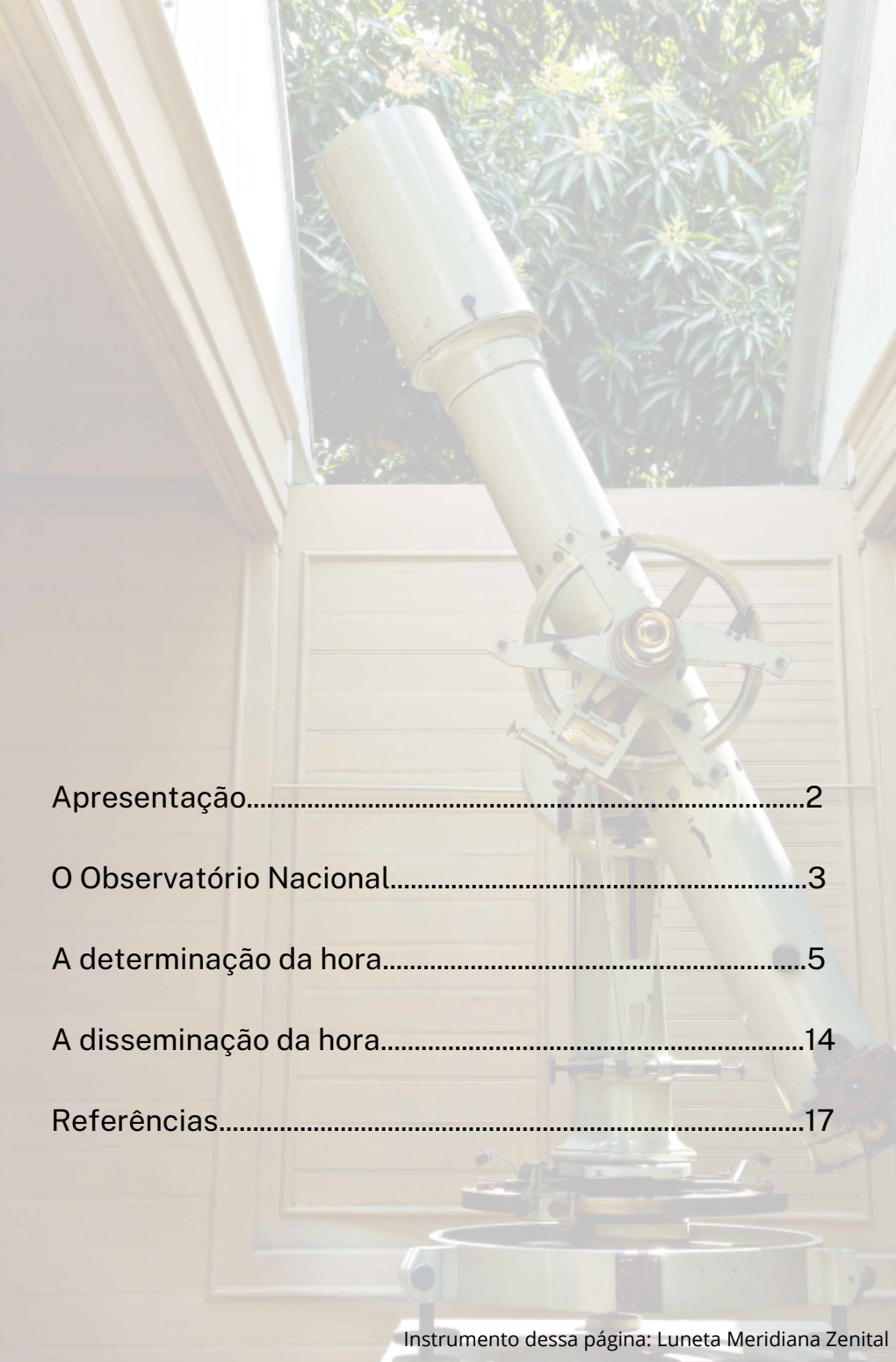
Jaime Acioli;

Julliana Vilaça Fonseca.

Instrumentos da capa: Luneta Meridiana Acotovelada Askania e Pêndula a
vácuo de Clemens Riefler

Instrumento desta página: Torre da Hora

Instrumento da contra-capas: Luneta Meridiana Zenital



Apresentação.....	2
O Observatório Nacional.....	3
A determinação da hora.....	5
A disseminação da hora.....	14
Referências.....	17

Apresentação

Essa publicação faz parte do projeto “Popularização da Ciência e Tecnologia a partir de Instrumentos Científicos de Valor Histórico do Acervo do MAST”, que é realizado na Coordenação de Educação em Ciências do Museu de Astronomia e Ciências Afins desde 2017.

O objetivo é apresentar imagens e um pouco da história dos instrumentos científicos que foram e são usados no Serviço da Hora do Observatório Nacional, que foi uma das motivações para a criação da instituição em 1827.

Ainda hoje, esse serviço é realizado pela instituição em sua sede no Morro de São Januário, em São Cristóvão, no Rio de Janeiro. Contudo, muitos dos instrumentos que fizeram parte dessa história não são mais utilizados, tendo em vista que são ultrapassados em relação às práticas atuais de geração e disseminação da hora.

Tais instrumentos foram tombados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) em 1986 e pelo Instituto Estadual do Patrimônio Cultural (Inepac) em 1987. Portanto, são considerados Patrimônio Cultural de Ciência e Tecnologia.

Hoje, compõem o acervo do Museu de Astronomia e Ciências Afins, instituição que divide o *campus* com o Observatório Nacional, e servem como testemunhos da produção científica brasileira e da história do Observatório Nacional e da Astronomia no Brasil e no mundo.

Sua preservação permite conhecer essa história e o processo de produção científica, além da sua apropriação pela sociedade como parte de sua cultura.

O Observatório Nacional

O Observatório Nacional foi criado em 15 de outubro de 1827. Entre os motivos para sua criação, estava a necessidade de informar a hora aos capitães das embarcações que chegavam ao porto do Rio de Janeiro, que era um dos mais frequentados na época, para que pudessem regular seus cronômetros e seguir viagem.

Por volta de 1850, a instituição foi instalada em uma antiga igreja localizada no alto do Morro do Castelo, onde permaneceu até o final de 1920. Embora o Serviço da Hora, responsável pela geração, conservação e disseminação da Hora Legal Brasileira, exista desde a criação da instituição, somente com sua instalação no Morro do Castelo foi possível colocá-lo em prática.

Prédio sede do Observatório Nacional no Morro do Castelo em 1871.





Prédio sede do Observatório Nacional no Morro de São Januário em 1922.

Como o prédio do Morro do Castelo estava em péssimas condições, a sede foi transferida para o Morro de São Januário, em São Cristóvão.



Devido a poluição luminosa e atmosférica do local, que dificultou a observação do céu para a realização de pesquisas, alguns serviços da instituição foram transferidos. Contudo, o Serviço da Hora continua sendo realizado na sede em São Cristóvão.

Atualmente, o serviço é realizado no prédio Carlos Lacombe (foto à esquerda) utilizando instrumentos modernos e adequados ao padrão atual de geração e disseminação da hora.

A determinação da hora

Inicialmente, a medição do tempo era baseada na rotação aparente do céu provocada pela rotação da Terra. A hora era obtida através da Astronomia Meridiana, que tem o objetivo de mapear as posições e o movimento das estrelas de maneira precisa e permitia identificar seu movimento aparente no céu.

Instrumentos meridianos

Até a década de 1960, essa observação era realizada com instrumentos meridianos. Esses instrumentos permitem medir a altura e a hora que estrelas catalogadas passam pelo meridiano, possibilitando identificar com precisão suas coordenadas da localização. Os astrônomos registravam a hora precisa em que a estrela passou e o ângulo em que foi posicionado o telescópio para observar a passagem.

O meridiano é a linha imaginária celeste que passa pelos polos norte e sul.



Entre os instrumentos utilizados estavam as lunetas meridianas, que eram acompanhadas por uma pêndula. A hora média local era obtida através da comparação entre o instante obtido pela pêndula e o registro das medidas obtidas com a observação das estrelas. Com esses dados, era possível identificar, com certa precisão, a diferença entre a hora sideral e a hora marcada da pêndula utilizada e, com isso, corrigir as pêndulas.



Luneta Meridiana de Dollond

Foi encomendada em 1851 à Dollond, fabricante de Londres, na Inglaterra. Inicialmente instalado na sede do Morro do Castelo em 1852, o instrumento foi utilizado para fazer as primeiras determinações de hora do Observatório Nacional.

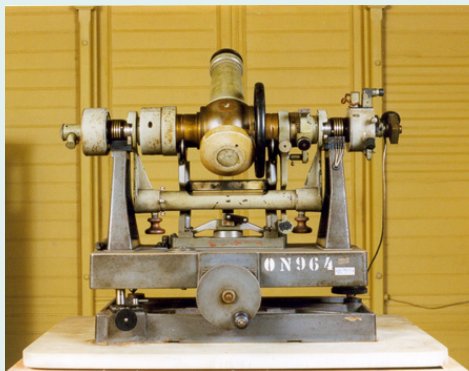
Luneta Meridiana Zenital

Foi encomendada em 1912 e fabricada pela casa Gustav Heyde, da Alemanha. Dos instrumentos adquiridos no contexto da transferência de sede do Observatório Nacional para o Morro de São Januário, foi o único que chegou dentro do prazo. Foi usada para determinação da latitude do Rio de Janeiro e para estudar as variações de latitude.



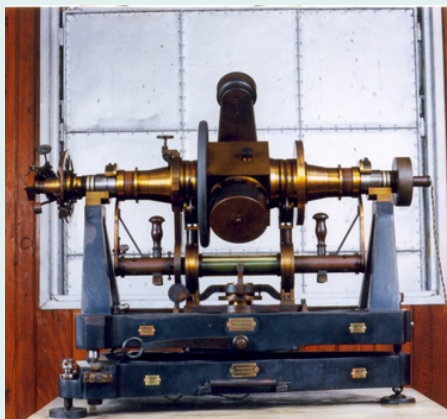
Luneta Meridiana Acotovelada Askania

Foi fabricada pela firma Askania Werke A. G., de Berlim, na Alemanha. O instrumento começou a ser montado no Observatório Nacional em 1953 e foi utilizado até a década de 1970 para determinar a hora média local do Rio de Janeiro, tendo utilizado o sinal do primeiro relógio de quartzo da instituição. Além disso, foi utilizado para compreender melhor os efeitos dos erros dos instrumentos nos resultados das observações.



Luneta Meridiana Acotovelada Bamberg

Foi fabricada por Carl Bamberg, de Berlim, e acredita-se que tenha sido adquirida em 1907. O instrumento esteve em uso até pouco antes de 1976. Foi utilizada para a determinação da hora e para estudos sobre a irregularidade na rotação da Terra.



Outro tipo de instrumento meridiano usado eram os círculos meridianos, que além da estabilidade derivada da forma como o instrumento é montado, possuem círculos graduados em suas laterais com escalas mais exatas, fazendo com que sejam ainda mais precisos que as lunetas meridianas.

Círculo Meridiano de Gautier



Foi encomendado em 1890 ao fabricante Paul Ferdinand Gautier, de Paris, na França, e ficou pronto em 1893. De maneira inadequada, tendo em vista que o local não possuía estabilidade necessária para a utilização de grandes instrumentos astronômicos, em 1900 o instrumento foi instalado em um abrigo provisório na antiga sede do Observatório Nacional.

Foi inicialmente adquirido para estudar a variação de latitude, mas sua atuação foi além, tendo sido utilizado para fazer observações para determinar a hora sideral que a estrela passa pelo meridiano e a latitude geográfica do local onde se encontra. O instrumento foi essencial para determinar as coordenadas celestes com alta precisão, permitindo elaborar catálogos de posição de estrelas.

Na década de 1960, o instrumento deixou de ser utilizado. Por estar quase sem proteção devido ao mau estado da cobertura do pavilhão, em 1961 teve início o processo de sua desmontagem. Anos mais tarde, entre 1980 e 1985, o pavilhão, construído entre 1915 e 1920 e possuindo 141 m², foi demolido.

Em 2003 iniciou-se o processo de restauração do instrumento e de reabilitação do pavilhão, a fim de preservá-los, tendo em vista que esse é o único instrumento desse tipo fabricado por Gautier presente no Brasil.

Pêndulas

Juntamente com os instrumentos meridianos, utilizava-se as pêndulas.

O princípio do relógio de pêndulo foi criado por Galileu Galilei, mas o instrumento só foi construído e aperfeiçoado pelo físico holandês Christian Huygens em 1656.

O funcionamento dos relógios de pêndulo é baseado no pêndulo simples, que é composto por um objeto maciço acoplado a uma haste. Ao estudar pêndulos em oscilação, Galileu Galilei concluiu que esse tipo de pêndulo possui um período de oscilação que depende de seu comprimento. Por estar afastado de sua posição de equilíbrio e sob influência da gravidade, o pêndulo oscila de maneira regular, servindo como base de tempo e movimentando as engrenagens do relógio.

O funcionamento das pêndulas é influenciado pela temperatura ambiente. Devido a isso, as pêndulas utilizadas para emitir o sinal do segundo ficavam instaladas no subsolo do Pavilhão Dr. Luiz Cruls, edificação destinada ao Serviço da Hora construída no contexto da transferência da sede do Observatório Nacional para o Morro de São Januário. O local permitia que as pêndulas ficassem na temperatura adequada, a fim de garantir seu melhor funcionamento.



As pêndulas atrasavam apenas cerca de 15 segundos por dia, ou seja, 1 minuto a cada 4 dias.



Pavilhão Dr. Luiz Cruls em 2024.



Pêndula a vácuo de Clemens Riefler

Adquirida no início do século XX e fabricadas em Nesselwang, na Alemanha. As pêndulas desse fabricante foram usadas como padrão de tempo em muitos observatórios, até serem substituídas pelas fabricadas por Shortt.

Pêndula a vácuo de Hamilton Shortt

Essas pêndulas eram as mais precisas de todas as já construídas, de forma que com elas foi possível confirmar as irregularidades na rotação da Terra, que já eram previstas.

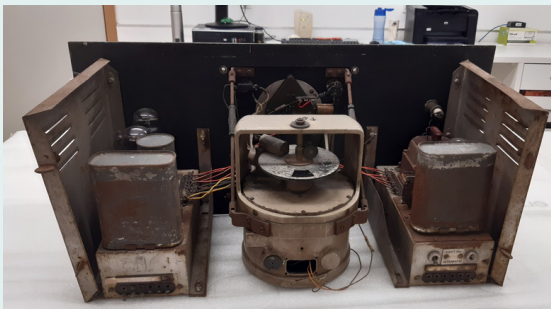
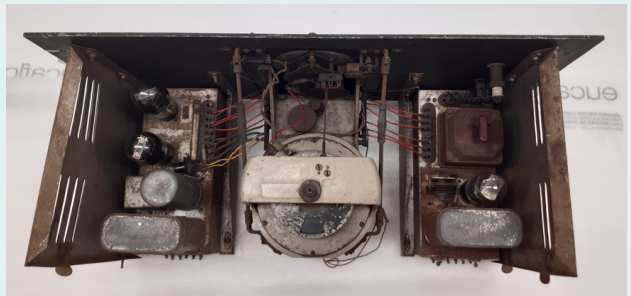
Utiliza o “pêndulo livre de Shortt”, inventado pelo fabricante em 1920. Trata-se de um pêndulo feito de invar, uma liga de aço e níquel que não sofre os efeitos da temperatura.



Relógio de quartzo

Buscando solucionar problemas comuns nos relógios de pêndulo, tais como a necessidade de verificar constantemente a energia e dar corda, surgiu o relógio de quartzo.

Nesse tipo de relógio, as oscilações mecânicas foram substituídas por oscilações eletrônicas baseadas nas propriedades elétricas do quartzo. Quando submetido a uma tensão elétrica, o cristal de quartzo vibra de maneira regular e mais precisa que a oscilação do pêndulo, servindo como base de tempo.



Relógio de quartzo da Etablissements Edouard Belin visto de três ângulos.

Relógios atômicos

A criação dos relógios atômicos está relacionada com a identificação de irregularidades da rotação da Terra; com a necessidade de maior precisão na medição do tempo, tanto para a área científica quanto para as demais atividades humanas; e com a necessidade de superar as limitações de produção dos relógios de quartzo devido à dificuldade de produzir cristais de quartzo idênticos. Como todos os átomos de um determinado elemento são idênticos, os relógios atômicos podem ser reproduzidos em qualquer lugar do universo.

Esse tipo de relógio permitiu a criação de um novo padrão para o segundo, que na 13ª Conferência Geral de Pesos e Medidas, realizada em Paris em 1967, ficou definido como a “duração de 9.192.631.770 períodos da radiação correspondente à transição entre os dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio 133”.



Os relógios atômicos são os mais precisos atualmente, e os mais modernos atrasam 1 segundo em milhões de anos.

Há vários tipos de relógios atômicos, tais como o de mercúrio, rubídio, hidrogênio e césio.

Para a determinação da hora, o de césio é o mais usado, pois a frequência do átomo de césio está na amplitude do rádio e pode ser facilmente medida.

Os relógios atômicos de césio utilizam o isótopo 133 do césio, que não é radioativo, e atrasam 1 segundo a cada 1 milhão de anos.

Primeiro padrão de césio 133 do Brasil

Fabricado pela Hewlett Packard (HP), foi colocado em funcionamento em 1970. Anos mais tarde, foi substituído por relógios mais avançados devido ao seu natural envelhecimento.



Padrão de césio utilizado atualmente

Atualmente, o Observatório Nacional faz uso de sete padrões atômicos de césio. O da foto à esquerda é um deles.

Padrão de MASER de hidrogênio

Atualmente, utiliza-se o MASER de hidrogênio, que é o equipamento de geração de tempo mais preciso existente hoje na América do Sul, tendo em vista que não adianta ou atrasa mais de um segundo a cada 10 milhões de anos. Contudo, ainda que sejam mais precisos, são menos estáveis em um grande período de tempo. Hoje, o Observatório Nacional usa dois padrões atômicos de MASER de hidrogênio para determinar a Hora Legal Brasileira.



A disseminação da hora

O Observatório Nacional também é responsável pela disseminação da Hora Legal Brasileira.

Torre da Hora

Inicialmente, a hora era disseminada através de um balão colocado no alto de uma torre de 20 metros de altura, que já estava em funcionamento em 1860.

Cinco minutos antes do horário, o balão era inflado e, no horário exato, esvaziado. A princípio, o sinal indicava 8 horas e posteriormente passou a ser meio-dia.

Conforme o balão ficou gasto, passou a ser emitido também um sinal luminoso do alto da torre para indicar 21 horas.

O balão deixou de ser usado em 1920, já que para as finalidades pretendidas pela instituição era ultrapassado. Com isso, o sinal luminoso passou a ser emitido inclusive ao meio-dia, tendo em vista que foi instalado um sistema de luzes forte o suficiente para ser visto nesse horário.

Quando a torre foi instalada na nova sede do Observatório Nacional, deixou de ser usada para disseminar a hora, tendo a finalidade de servir para a utilização de instrumentos ao ar livre, principalmente os de Meteorologia.



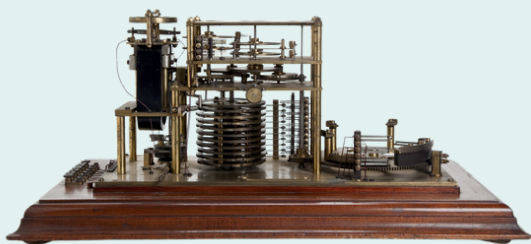
Torre da Hora em 2024.

Rádiotelégrafo

Na passagem do século XIX para o século XX, a transmissão via radiofrequência passou a ter utilidade prática, tendo em vista que era mais rápida e segura.

Em 1918, o Observatório Nacional passou a utilizar telégrafos sem fio para enviar os sinais horários para outros continentes e para que os navios pudessem acertar seus cronômetros mesmo estando no meio do oceano. Com isso, a hora passou a ser disseminada para todo o Brasil com precisão suficiente para as atividades sociais e científicas. O serviço de fornecimento da hora via rádio consistia na transmissão de um “pi” a cada segundo e um “gongo” a cada minuto.

Para realizar esse serviço, foram adquiridos aparelhos de emissão rítmica de sinais, são eles: o fabricado por Brillié, que funcionava continuamente e por isso consumia muita energia; e o fabricado por Belin, que funcionava somente quando necessário, mas que era muito delicado e se desarranjava com facilidade.



Transmissor automático de sinais horários Brillié



Transmissor automático de sinais horários Belin

Hora Falada

O ON também realiza o serviço da hora falada, que inicialmente era feito por telefone e posteriormente passou a ser feito também por emissoras de rádio associadas, tal como a Rádio Relógio Federal.



Para fazer a transmissão da hora falada, era utilizado, desde 1975, o sistema de transmissão de hora falada Assmann, fabricado na Alemanha.

Em 2007, o equipamento foi substituído por um sistema digital desenvolvido pela Divisão Serviço da Hora do Observatório Nacional.



Referências

- ALVES, Márcia Cristina. **A construção do novo Observatório do Rio de Janeiro**. In: ALVES, Márcia Cristina. O ecletismo na construção do novo Observatório Nacional no início do século XX. Orientadora: Sonia Gomes Pereira. 2009. 313 f. Dissertação (Mestrado em História e Crítica da Arte) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Belas Artes/PPGAV, Rio de Janeiro, 2009.
- BARROSO JUNIOR, Jair; JUNQUEIRA, Selma. O Serviço da Hora do Observatório Nacional. In: MATSUURA, Oscar T. (org.). **História da Astronomia no Brasil**: Volume I. Recife: Cepe, 2014. p. 300-331. Disponível em: http://site.mast.br/HAB2013/historia_astronomia_1.pdf. Acesso em: 24 set. 2019.
- BASSALLO, Taysa. **Construindo estratégias para abordar a medida do tempo em um museu de Ciências**. 2013. 92 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Instituto de Física Armando Dias Tavares, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- BENNETT, Jim. Instrumentação da astronomia no século XVIII. In: ANDRADE, Ana Maria Ribeiro de (org.). **Caminho para as estrelas**: reflexões em um museu. Rio de Janeiro, Museu de Astronomia e Ciências Afins, 2007.
- BOHRER, Renata da Silva. Observando o MAST. **Portal InforMAST**, set. 2015. Disponível em: http://site.mast.br/informast_mensal/2015/setembro/observando_mast.html. Acesso em: 16 nov. 2022.
- BRANDÃO, Odílio Ferreira. **Os meus 40 Anos de Observatório Nacional**. ed. digital. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins, c2017. Disponível em: http://www.mast.br/images/pdf/publicacoes_do_mast/livro_os_meus_40_anos_de_on.pdf. Acesso em 24 set. 2019.
- COSTA, Andréa Fernandes. **Museu de Ciência**: os instrumentos científicos do passado para a educação em ciências hoje. Orientadora: Profa. Dra. Guaracira Gouvêa. 2009. 166 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal do Rio de Janeiro/UNIRIO, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <https://docs.google.com/file/d/0B-sE2Ar37CoNtkFOM2tZSFMyNUE/edit>. Acesso em 22 jun. 2020.
- DÉBARBAT, Suzanne. **The meridian telescope**, 2013. Disponível em: <https://www.observatoiredeparis.psl.eu/the-meridian-telescope.html?lang=en>. Acesso em: 06 dez. 2022.
- FERREIRA, Márcia Pinheiro; GRANATO, Marcus. A luneta de Bamberg no Museu de Astronomia e Ciências Afins. **Midas**, n. 8, 2017. Disponível em: <https://journals.openedition.org/midas/1184>. Acesso em: 14 jan. 2023.
- GRANATO, Marcus; COSTA, Ivo Luciana Coelho da; MARTINS, Antonio Carlos de Souza; REIS, Durval Costa; SUZUKI, Cristiane. **Restauração do círculo meridiano de Gautier e reabilitação do pavilhão correspondente** - Museu de Astronomia e Ciências Afins. Anais do Museu Paulista, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 319-357, jul./dez. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/anaimp/a/Hp9GCJxsPhhZbcvN9NF5Qrb/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 01 nov. 2022.
- LOUREIRO, Maria Lucia de Niemeyer Matheus; NETTO, Carlos Xavier de Azevedo; LOUREIRO, José Mauro Matheus; CASCARDO, Ana Beatriz Soares. Objeto, tempo e memória: reflexões a partir de uma luneta. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 16., 2015, João Pessoa. **Anais** [...]. João Pessoa: UFPB, 2015. Disponível em: <http://www.ufpb.br/evento/index.php/enancib2015/enancib2015/paper/viewFile/2781/1245>. Acesso em: 11 jan. 2023.

Referências

LUZ, Sabina Ferreira Alexandre. Um Retrato do Tempo: A Presença da Hora no Cenário Carioca do Início do Século XX. In: MAUAD, Ana Maria. **Fotograficamente Rio, a cidade e seus temas**. Niterói: PPGHistória-LABHOL-UFF/FAPERJ, 2016. p. 38-67. Disponível em: https://www.academia.edu/34159695/Um_retrato_do_tempo_a_presenca_da_hora_no_cenario_carioca_do_inicio_do_seculo_XX?bulkDownload=thisPaper-topRelated-sameAuthor-citingThis-citedByThis-secondOrderCitations&from=cover_page. Acesso em: 26 out. 2022.

MORIZE, Henrique. **Observatório Astronômico: Um Século de História (1827-1927)**. ed. digital. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins, 2019. 179 p. Disponível em: http://www.mast.br/images/pdf/publicacoes_do_mast/observatorio_astronomico_henrique_morize.pdf. Acesso em: 12 mar. 2020.

MOURÃO, Ronaldo Rogério de Freitas. **Hora Legal no Brasil**. Feira de Santana: Observatório Astronômico Antares, 1980. Disponível em: <http://acervoastronomico.org/acervo/OBSERVATORIOANTARES/ANTARES-ContCient-n15-11-1980.pdf>. Acesso em: 05 maio 2023.

MUSEU DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS AFINS. **Imagens da Ciência**: o acervo do Museu de Astronomia e Ciências Afins, c2010. Disponível em: <https://repositorio.mcti.gov.br/handle/mctic/5733>. Acesso em: 22 fev. 2024.

OBSERVANDO o MAST. **Portal Informast**, abr. 2015a. Disponível em: http://site.mast.br/informast_mensal/2015/abril/observando_mast.html. Acesso em: 18 jan. 2023.

OBSERVANDO o MAST. **Portal Informast**, ago. 2015b. Disponível em: http://site.mast.br/informast_mensal/2015/agosto/observando_mast.html. Acesso em: 18 jan. 2023.

OBSERVATÓRIO NACIONAL (Brasil). **Memória fotográfica em placas de vidro**, 2019e. Disponível em: <https://www.on.br/placas/mobile/index.html>. Acesso em 23 mai. 2020.

OBSERVATÓRIO NACIONAL (Brasil). **Padrões Nacionais de Tempo**, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/observatorio/pt-br/assuntos/areas-de-atuacao/tempo-e-frequencia/padroes-nacionais-de-tf>. Acesso em: 01 dez. 2022.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Medidas de Tempo**, 2022. Disponível em: <http://astro.ufufrs.br/tempo/tempo.htm>. Acesso em: 06 dez. 2022.

RODRIGUES, Teresinha de Jesus Alvarenga. Da pêndula ao césio, do balão da hora ao sincronismo eletrônico: metrologia em tempo e frequência no Brasil. In: RODRIGUES, Teresinha de Jesus Alvarenga. **Observatório Nacional 185 anos**: protagonista do desenvolvimento científico-tecnológico do Brasil. Rio de Janeiro: ON, 2012. Disponível em: https://www.on.br/livro_web/185/ON_185.html. Acesso em: 24 set. 2019.

ROYAL MUSEUMS GREENWICH. **Meridian astronomy**: Just watching the Universe go by, c2022. Disponível em: <https://www.rmg.co.uk/stories/topics/meridian-astronomy>. Acesso em: 06 dez. 2022.

STEINHAGEN, Marcelo de Moraes; SILVA, Ivan Mourilhe. A hora legal do Brasil. In: VIEIRA, Cássio Leite (ed.). **Observatório Nacional: 175 anos**. Rio de Janeiro: ON, 2002. Disponível em: <http://docvirt.com/docreader.net/DocReader.aspx?bib=obnacional&pagfis=4008>. Acesso em: 18 jan. 2023.

WHITROW, Gerald James. **O Tempo na História**: concepções sobre o tempo da Pré-História aos nossos dias. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1993. 242 p. (ciência e cultura).



DO CÉU AO CÉSIO:

de onde vem o Horário
de Brasília?



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

