

DIVISÃO

SERVIÇO DA HORA

D I S H O

Dr. Ricardo José de Carvalho

MISSÃO

A Divisão Serviço da Hora do Observatório Nacional (ON) inicia as suas atividades desde a criação do ON, em 15 de outubro de 1827, e, de acordo com Henrique Morize:

... no começo do século findo esta cidade do Rio de Janeiro, com o influxo da independência, havia tomado um grande desenvolvimento comercial e seu porto era um dos mais frequentados por numerosas embarcações, cujos capitães tinham necessidade de conhecer a declinação magnética, assim como a hora média, e a longitude, para regular seus cronômetros, a fim de poder empreender com segurança a viagem de retorno ou de continuá-la ao redor do mundo...

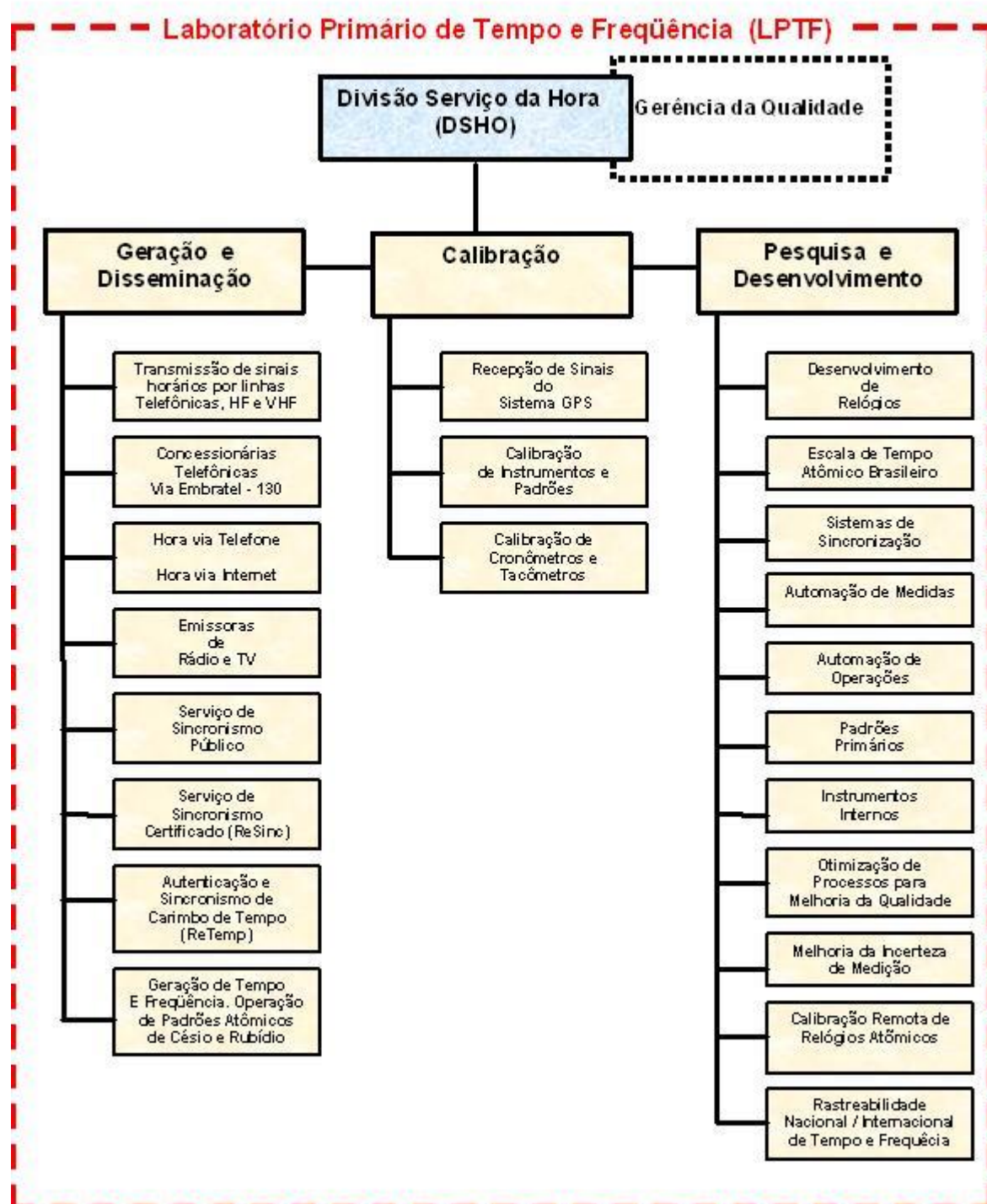
Nota-se que desde o início da sua criação o ON é o responsável pela geração, conservação e disseminação da Hora no Brasil. Com a Lei nº 2.784, de 18 de junho de 1913, regulamentada pelo Decreto nº 10.546, de 05 de novembro de 1913, fica instituída a Hora Legal Brasileira. Assim, o Serviço da Hora do ON passa a ter legalmente como missão a geração, conservação e disseminação da Hora Legal e Científica para todo o Brasil. Em 2013, comemorou-se o centenário desse Decreto. Durante todo esse tempo, diuturnamente e ininterruptamente, o Serviço da Hora vem cumprindo esta nobre missão.

Em 1983, o Serviço da Hora foi credenciado pelo Inmetro para realizar aferições (termo na época) na área de tempo e frequência. O contrato de credenciamento foi assinado por Walter dos Santos, Presidente do Inmetro, e por Luiz Muniz Barreto, Diretor do ON, sendo essa iniciativa realizada por Paulo Mourilhe Silva, engenheiro responsável pelo Serviço da Hora. Desde, então mediante convênios celebrados com o Inmetro e renovados há vários anos, o ON, através da sua Divisão Serviço da Hora (DSHO), assumiu a padronização de referência metrológica do Brasil, no campo da metrologia do tempo e frequência, em apoio à missão do Inmetro.

No ano de 1986, iniciou-se o projeto Laboratório Primário de Tempo e Frequência (LPTF), no Subprograma Tecnologia Industrial Básica (TIB), do PADCT, com o objetivo de modernizar a DISHO para atuar como LPTF. O recurso de US\$1,000.000, do Banco Mundial, teria como contrapartida a construção de um prédio novo para a DSHO (início 1987 – conclusão 2005). Em 2006 e 2007, todos os equipamentos da DSHO foram reinstalados no prédio novo, iniciando-se uma nova fase para as atividades.

A missão da DISHO é realizar pesquisa e desenvolvimento em metrologia de tempo e frequência, bem como gerar, conservar e disseminar a Hora Legal Brasileira, mantendo sob sua guarda os padrões nacionais e atuando como Laboratório Designado pelo Inmetro para exercer as atividades de metrologia científica e industrial, como referência metrológica nacional na área de Tempo e Frequência.

ORGANOGRAMA DA DISHO



A ESCALA DE TEMPO ATÔMICO BRASILEIRA - TA(ONRJ)

O estabelecimento de uma escala de tempo atômico independente a partir de um conjunto de relógios atômicos vem sendo realizado há vários anos pelos mais diversos laboratórios primários de tempo e frequência ao redor do mundo. O objetivo é a obtenção de uma escala de tempo com maior estabilidade, confiabilidade e uniformidade no seu tempo ao invés da escala de tempo realizada através de um único relógio atômico. Os laboratórios estabelecem as escalas de tempo mediante algoritmos que processam as medidas de intercomparação de um conjunto de relógios atômicos, fornecendo como resultado uma escala de tempo média. Os algoritmos em uso atualmente possuem em comum a característica de serem compostos por três partes: a primeira é a definição da escala de tempo atômico; a segunda é o critério de ponderação dos relógios e a terceira, a forma como a frequência interna do relógio é determinada.

Para o cálculo de uma escala de tempo utilizando um conjunto de relógios atômicos temos o seguinte procedimento: cada um dos relógios gera a grandeza tempo baseada numa frequência interna, que possui uma instabilidade de frequência de natureza aleatória. Sendo assim, podemos conseguir um aperfeiçoamento em uma escala de tempo se mais de um relógio for utilizado, partindo do pressuposto que podemos definir uma escala de tempo realizada de tal forma que o seu tempo seja uma média ponderada dos tempos gerados pelos diversos relógios. A definição de uma escala de tempo atômico é dada por:

$$x_j(t + \tau) - TA(t + \tau) = \sum_{i=1}^n w_i [\hat{x}_{ie}(t + \tau) - x_{ij}(t + \tau)] \quad (1)$$

- *Critério de ponderação dos relógios*

De forma geral, nós temos um conjunto de tempos $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, gerados por relógios, cada um dos quais gerando a grandeza tempo com uma precisão, que será representada pelo erro quadrático médio, isto é, $\{\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n\}$ tendo como referência um relógio ideal.

Os erros quadráticos médios das realizações da grandeza tempo não são conhecidos, devido à falta de um relógio ideal, isto é, sabemos que os tempos gerados possuem precisão diferente entre si, mas não existe um critério numérico definido para avaliar o grau da desigualdade de precisão dos relógios.

O peso de um relógio k será determinado pela seguinte equação:

$$w_k = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sigma_i^2}} \quad (2)$$

Da equação acima temos que os pesos dos relógios são inversamente proporcionais às suas variâncias. Logo, inversamente proporcionais aos erros quadráticos médios das suas respectivas realizações do segundo.

- *Estimativa da frequência interna dos relógios atômicos*

O tempo de um relógio não pode ser medido; as medidas disponíveis são as diferenças de tempo entre os relógios. O tempo de um relógio é uma grandeza proveniente da sua base de frequência interna. Desta forma, a grandeza física produzida por um relógio é a sua frequência. Decorre disso que os parâmetros com os quais lidamos com o objetivo de caracterizar o desempenho de um relógio necessariamente descreverão aspectos da sua base de frequência interna.

Consideremos o caso da comparação de um relógio i em relação a uma escala de tempo. Durante um intervalo de tempo chamado de *intervalo de calibração*, o relógio i foi calibrado tendo a sua frequência média, $\hat{y}_{ie}$, sido estimada utilizando-se das duas últimas medidas de diferença de tempo entre o relógio e a escala de tempo, isto é,

$$\hat{y}_{ie}(t + \tau) = \frac{x_{ie}(t + \tau) - x_{ie}(t)}{\tau} \quad (3)$$

A equação (3) fornece uma estimativa do valor médio da frequência interna do relógio tendo como referência uma escala de tempo.

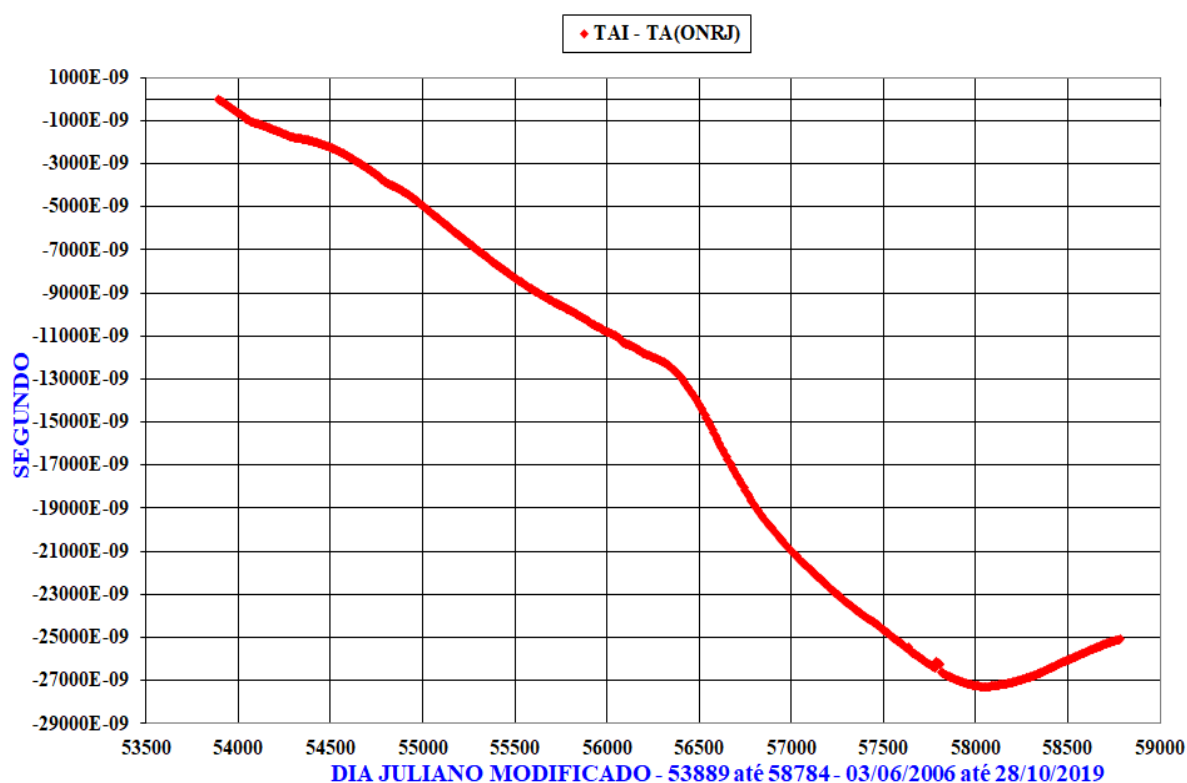
- **Definição do tempo da TA(ONRJ)**

A definição do tempo da TA(ONRJ) é realizada pelas seguintes equações:

$$\hat{x}_{ie}(t + \tau) = x_{ie}(t) + \bar{y}_{ie}(t)\tau \quad (4)$$

$$x_{ie}(t + \tau) = \sum_{i=1}^n w_i [\hat{x}_{ie}(t + \tau) - x_{ij}(t + \tau)] \quad (5)$$

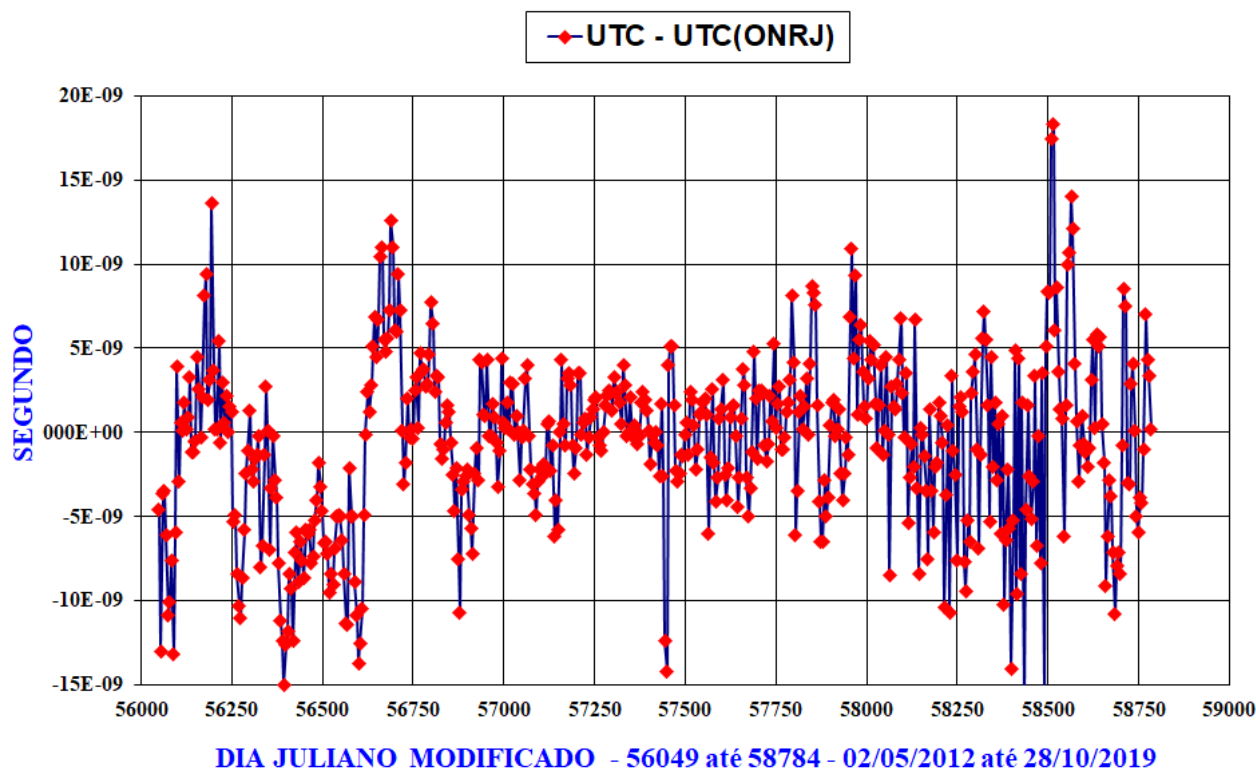
A Escala de Tempo Atômico Brasileira, TA(ONRJ), começou a ser publicada mensalmente na Circular T do Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) em junho de 2006, fazendo parte de um conjunto de 15 escalas de tempo atômico geradas independentemente em todo mundo. No gráfico a seguir, temos a rastreabilidade da TA(ONRJ) de junho de 2006 até outubro de 2019.



A HORA LEGAL BRASILEIRA E SUA RASTREABILIDADE

A Hora Legal Brasileira UTC(ONRJ), desde novembro de 2006, passou a ser gerada tendo como base a TA(ONRJ) de tal forma a atender a recomendação do ITU-R e do Comitê Consultivo de Tempo e Frequência do BIPM para que os laboratórios primários de tempo nacionais mantivessem os respectivos UTCs com uma diferença máxima de 100ns. O conjunto de relógios utilizados na TA(ONRJ) são: um maser de hidrogênio Symmetricon MHM-2010, e oito relógios de césio, sendo: três HP5071A; três Agilent 5071A e dois Symmetricon 5071A. Desde a realização do UTC(ONRJ), tendo como base a TA(ONRJ), a diferença entre UTC e UTC(ONRJ) não excedeu a 30ns.

Desde 1988, a rastreabilidade internacional do UTC(ONRJ) com o BIPM é realizada através da recepção de sinais do *Global Positioning System* (GPS). Com o GPS, várias medições diárias com resolução de nanosegundo são realizadas e enviadas ao BIPM, contribuindo com o estabelecimento do Tempo Universal Coordenado (UTC). A partir de junho de 2006, os dados de todos os relógios utilizados no cálculo da TA(ONRJ) são enviados ao BIPM. No gráfico a seguir, temos a rastreabilidade do UTC(ONRJ) de maio de 2012 até outubro de 2019.



A DISSEMINAÇÃO DA HORA LEGAL BRASILEIRA

A DISHO dissemina a Hora Legal Brasileira pelos seguintes meios:

Transmissões em VHF

Mantemos atualmente dois transmissores de FM em VHF, transmitindo contínua e diariamente em sistema omnidirecional, sinais horários e hora falada no Rio de Janeiro.

VHF2

Frequência: 171,13 MHz

Características: Enunciados da hora falada de 10 em 10 segundos, com um sinal sonoro após o enunciado, identificando o instante de cada 10 segundos.

Potência média: 25 W Antena: Onidirecional, polarização vertical com ganho de 6dB.

VHF3

Frequência: 166, 53 MHz

Características: Sinais horários consistindo de pulsos modulados com 1 kHz padrão e duração de 5 ms; sendo os pulsos dos segundos 58, 59 e 60 com duração de 200 ms. Também contém enunciados de Hora Falada a cada minuto.

Potência média: 25W Antena: Onidirecional, polarização vertical com ganho de 6dB.

TRANSMISSÃO DA HORA FALADA E OUTROS SINAIS POR TELEFONE

Hora Falada e Sinais Horários: * (21) 2580-6037

FREQUÊNCIA PADRÃO, CÓDIGOS DE TEMPO E SINAIS HORÁRIOS:

* (21) 2580-7781

Após solicitação prévia, por ligação local ou DDD, podem ser inseridos pelo tempo que for necessário, sinais horários com hora falada a cada minuto.

TRANSMISSÃO DE SINAIS VIA MODEM

* (21) 2580-0677

Transmissão contínua de hora com exatidão de milissegundo, através de modem assíncrono em codificação ASCII e 300 Baud, com 8 Bits sem paridade.

TRANSMISSÃO DE SINAIS VIA INTERNET

- *Protocolo Simple Network Time Protocol (SNTP)*

A DISHO mantém quatro servidores de tempo que possibilitam o ajuste da hora do computador que entrar em contato com o servidor. Existem diversos programas que podem acessar automaticamente o servidor, sendo que a DISHO disponibiliza gratuitamente o programa DISHO_SincPCnetV11.exe aos usuários de computador, em seu portal na Internet <http://www.horalegalbrasil.mct.on.br>. Este programa garante a sincronização do relógio do computador à Hora Legal Brasileira (HLB).

A sincronização é feita por um dos dois sincronizadores públicos de tempo disponibilizados pela Divisão Serviço da Hora do Observatório Nacional situado no Rio de Janeiro. Estes servidores de protocolo *Network Time Protocol* (NTP) estão disponíveis nos endereços 200.20.186.74 porta 123 UDP, 200.20.186.75 porta 123 UDP e 200.20.186.94 porta 123 UDP, acessíveis via Internet.

Se houver firewall entre seu computador e a Internet, ele terá que ser ajustado. Não se esquecer de acertar o fuso horário do seu computador corretamente:

Por exemplo, Brasília, Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, (GMT-3), ou quando for horário de verão, (GMT-2).

TRANSMISSÃO VIA LINHA DISCADA

- *Rede de Sincronismo à Hora Legal Brasileira (ReSinc/HLB)*

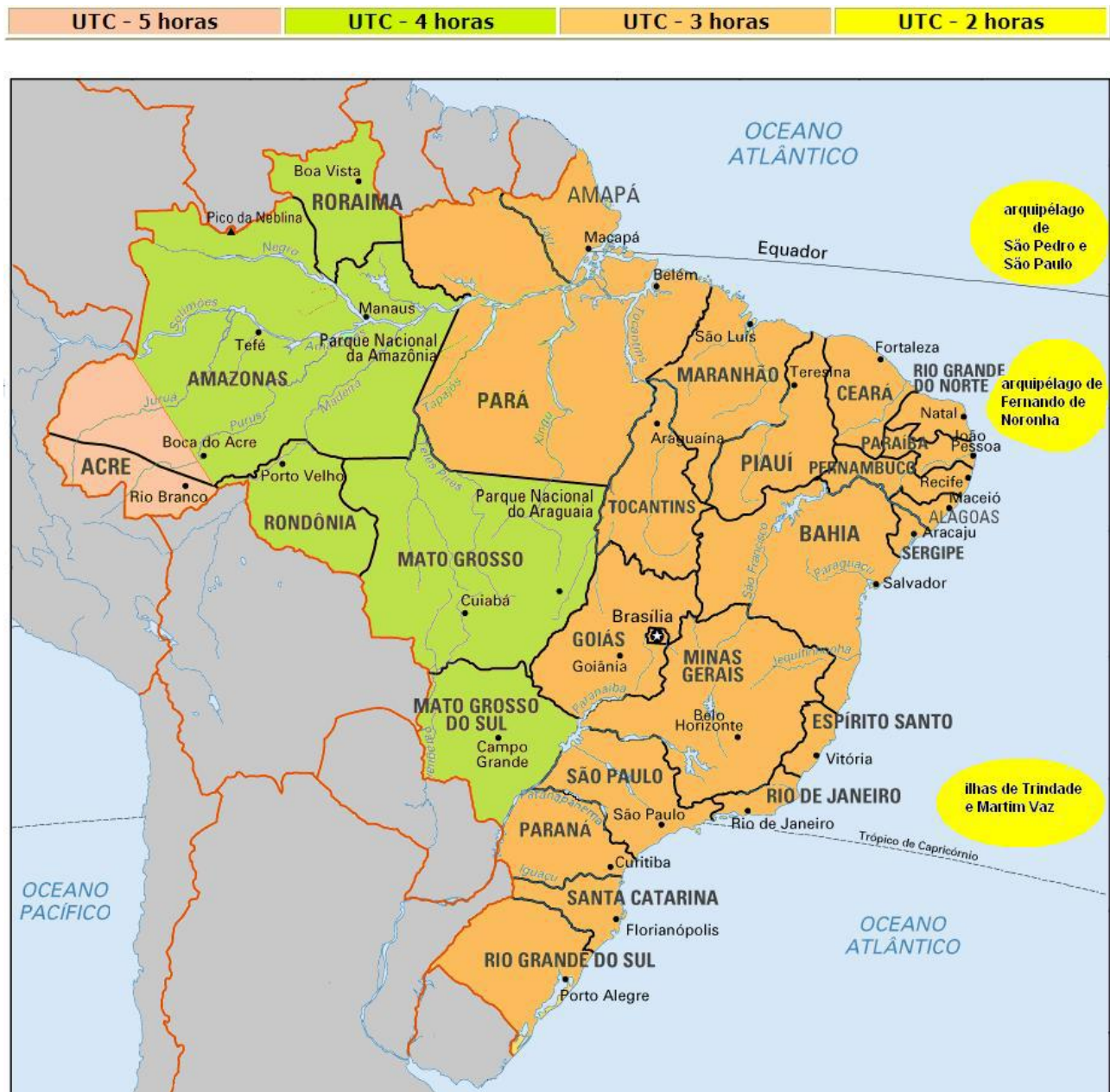
Disponibiliza um serviço de sincronismo, rastreado aos padrões nacionais e ao BIPM, para atender órgãos públicos, empresas de qualquer natureza e outros usuários que necessitem do tempo com exatidão de $\pm 5\text{ms}$, através de linha telefônica discada, sendo previsto a curto prazo a certificação dos acessos.

- *Rede de Carimbo do Tempo*

A DISHO disponibiliza, por intermédio de firmas credenciadas, o serviço ReTemp/HLB, que permite carimbar com a Hora Legal Brasileira os documentos em formato digital, atendendo aos requisitos da ICP Brasil (Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira). Atualmente, é mantido em ambiente seguro três raízes de tempo da Rede de Carimbo de Tempo Certificado: a primeira raiz em Brasília, na sala cofre do Supremo Tribunal Federal (STF); a segunda raiz em São Paulo, na sala cofre do Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto br (NIC); e a terceira raiz no Rio de Janeiro, na Global Crossing. Todas tendo como referência de tempo um padrão de césio e sendo os mesmos rastreados aos padrões mantidos na DISHO.

FUSOS HORÁRIOS DO BRASIL

O Brasil possui o seu território dividido em três fusos horários conforme mapa abaixo.



DECRETOS E LEIS RELATIVOS À HORA LEGAL E OFICIAL DO BRASIL

A DISHO, em funcionamento desde 1850, vem cumprindo todas as convenções internacionais já estabelecidas dentro das possibilidades dos recursos disponíveis. Os decretos e leis em vigor, relativos à Hora Legal Brasileira são:

- Lei nº 2.784, de 18 de junho de 1913, que estabelece o uso da Hora Legal no Brasil.
- Decreto nº 10.546, de 5 de novembro de 1913, que aprova o regulamento para a execução da lei anterior.
- Decreto nº 74.226, de 27 de junho de 1974, que dispõe sobre a estruturação básica e concede autonomia administrativa e financeira ao Observatório Nacional.
- A Portaria Ministerial nº 210, de 1º de abril de 1975 que aprova o novo Regimento Interno do Observatório Nacional.
- Decreto nº 77.877, de 22 de junho de 1976, que transferiu o Observatório Nacional para a Fundação Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com todas as atribuições.
- Decreto nº 4.264, de 10 de junho de 2002, que restabelece o regulamento da Lei nº 2.784, de 18 de junho de 1913, e dá outras providências.
- Lei nº 11.662, de 24 de abril de 2008, que altera as alíneas “b” e “c” e revoga a alínea “d” do Art. 2º do Decreto nº 2.784, de 18 de junho de 1913, com a finalidade de modificar os fusos horários do Estado do Acre, parte do Estado do Amazonas e da parte ocidental do Estado do Pará.

REFERÊNCIA METROLÓGICA NACIONAL EM TEMPO E FREQUÊNCIA

A Divisão Serviço da Hora é o Laboratório Designado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro) para atuar como Referência Metrológica Nacional, mantendo os Padrões Primários Nacionais de Tempo e Frequência, que são a base da Rastreabilidade Metrológica Brasileira. Em nível internacional, a rastreabilidade dos padrões nacionais e da Hora Legal Brasileira (HLB) é estabelecida com o BIPM. A HLB também é intercomparada em tempo real por meio do Sistema Interamericano de Metrologia (SIM), acessível através do enlace SIM Time Scale Comparisons via GPS Common-View, onde o LPTF da DISHO é identificado através da sigla ONRJ.

A missão metrológica da DISHO pode ser representada pelo seguinte triângulo:



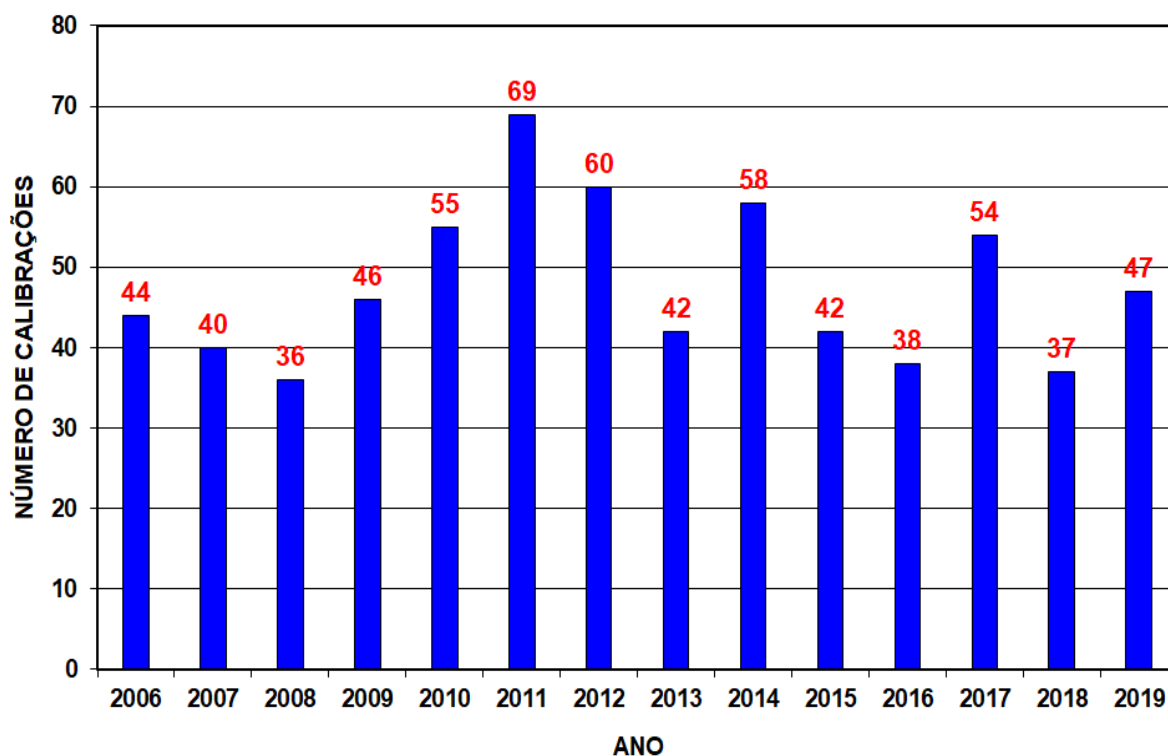
A Geração da grandeza tempo e frequência, isto é, o segundo atômico, é realizada na DISHO, por meio de relógios comerciais de césio e maser de hidrogênio. O segundo atômico foi definido no Sistema Internacional de Unidades (SI), em 1967, na 13ª Conférence Générale des Poids et Mesures, e possui a seguinte definição:

O segundo é 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.

A Conservação da grandeza tempo e frequência é realizada através da operação ininterrupta dos relógios atômicos e sua avaliação de estabilidade por meio das medidas de diferença de tempo e de frequência entre os relógios. O padrão nacional de tempo e frequência são obtidos pelo cálculo da escala de tempo atômico brasileira TA(ONRJ), culminando com a materialização do UTC(ONRJ), tendo como base a TA(ONRJ).

A Disseminação da grandeza tempo e frequência é feita por calibrações de relógios atômicos, contadores de frequência, cronômetros e outros equipamentos que são enviados à DISHO pelos laboratórios da Rede Brasileira de Calibração e pelo Inmetro. A grandeza tempo e frequência também é disseminada pela transmissão de sinais horários e frequência padrão, pela rede de sincronismo certificado e pela rede de carimbo de tempo.

No gráfico abaixo, temos o número de calibrações realizadas no período de 2006 até dezembro de 2019



EMPRESAS E INSTITUIÇÕES USUÁRIAS DOS SERVIÇOS DA DISHO

- Agilent Technologies
- Banco Central do Brasil
- Banco Bradesco
- Banco Itaú/Unibanco
- Bovespa
- Brasil Telecom
- Caixa Econômica Federal
- Centrais Elétricas/Laboratório de Medidas Elétricas (Furnas/Lame)
- Centrais Elétricas do Sul do Brasil S. A.(Eletrosul)
- Centro de Eletrônica da Marinha (CETM)
- Centro de Manutenção de Equipamentos da Unicamp
- Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações
- Centro de Pesquisa de Energia Elétrica (CEPEL)
- Centro Tecnológico de Aeronáutica - São José dos Campos-SP
- Centro Tecnológico do Paraná (Tecpar) - Curitiba-PR
- Empresa Brasileira de Aeronáutica (Embraer)
- Empresa Brasileira de Telecomunicações (Embratel)
- Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe/MCT), São José dos Campos-SP.
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT-USP)
- Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro)
- Instituto Nacional de Tecnologia (INT/MCT)
- Instituto Nacional de Tecnologia da Informação (ITI)
- Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto br (NIC.br)
- SABESP
- Serviço Federal de Processamentos de Dados (Serpro)
- Supremo Tribunal Federal (STF)
- Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
- Tribunal de Contas do Estado do Ceará
- TRT 9ª Região
- Universidade de São Paulo (USP)
- Universidade Federal do Rio Grande do Sul