



MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS - MDIC
INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA - INMETRO

PLANO DE TRABALHO

1. DADOS INSTITUCIONAIS

1º PARTÍCIPE

Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

Natureza Jurídica: Autarquia Federal, criada pela Lei n.º 5.966, de 11 de dezembro de 1973, com redação alterada pela Lei n.º 12.545, de 14 de dezembro de 2011

CNPJ n.º: 00.662.270/0003-20

Endereço: SEPN-W3-Norte, Quadra 511, Bloco B - 4º andar

Cidade: Brasília UF: DF CEP: 70750-542

Representante Legal: ANGELA FLORES FURTADO

C.P.F./ M.F.: 275.512.966-20

Cargo: Presidente

Ato de Nomeação: : Decreto de 23 de janeiro 2019, publicado no D.O.U. de 24 de janeiro de 2019 – Seção 2, doravante denominado **Inmetro**

2º PARTÍCIPE

Universidade de São Paulo

Natureza Jurídica: Autarquia estadual de regime especial

CNPJ n.º: 63.025.530/0001-04

Endereço: Rua da Reitoria, 374, Cidade Universitária

Cidade: São Paulo UF: SP CEP: 05508-220

Representante Legal: Vahan Agopyan

C.P.F./ M.F.: 39.536.208-00

Cargo: Reitor

Ato de Nomeação: Portaria n.º 556/27 publicada no D.O. do Estado de São Paulo de 14 de novembro de 2017

Doravante denominado **USP**

Escola de Engenharia de São Carlos

Natureza Jurídica: Autarquia estadual de regime especial

CNPJ n.º: 63.025.530/0028-24

Endereço: Av. Trabalhador São Carlense, 400 Campus I

Cidade: São Carlos UF: SP CEP: 13566-590

Representante Legal: Edson Cezar Wendland

C.P.F./ M.F.: 327438581-68

Cargo: Diretor

Ato de Nomeação: Portaria do Reitor de 03/01/2019, publicada no DO do Estado de São Paulo de 04/01/2019.

Doravante denominado **EESC**

2. DESCRIÇÃO DO PROJETO

Título da Proposta		Período de Execução	
PADRÕES NACIONAIS DE TEMPO E FREQUÊNCIA		De: 2019	Até: 2024
Objetivos da Proposta			
<p>Geral:</p> <p>Desenvolvimento do tema Metrologia de Tempo e Frequência dentro das instalações do INMETRO e de São Carlos, com troca de conhecimentos científicos e metrológicos entre as duas instituições, com intercâmbio de pesquisadores e forte formação de recursos humanos para desenvolver projetos, processos e produtos nessa área.</p> <p>Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Desenvolvimento de protótipo de receptor GNSS de baixo custo para aplicações de transferência de tempo no território nacional usando técnica P3.2. Investigação de sistemas operacionais em tempo real para aplicações em sincronização de sistemas remotos3. Desenvolvimento de medidores de fase multicanal digitais, envolvendo técnicas de subsampling e processamento digital de sinais (DSP)4. Desenvolvimento de algoritmos de escala de tempo, para composição de vários padrões de frequência como relógios comerciais, maser e chafariz de césio 1335. Desenvolvimento de técnicas de construção, caracterização e monitoração de servidores NTP para aplicações de sincronização remota de sistemas computacionais6. Investigação do uso do software PPP na sincronização e monitoração de sistemas remotos e escalas de tempo7. Pesquisa e desenvolvimento de receptor GNSS baseado em técnicas de SDR (Software Defined Radio) e DSP (Processamento Digital de Sinais), onde o processamento matemático bruto é realizado em placas gráficas (CUDA) de alto desempenho e baixo custo.			
Justificativa da Proposta			
<p>Nos últimos anos, conforme determinações dos comitês consultivos de metrologia do BIPM, consideráveis esforços têm sido feitos para estabelecer referências metrológicas baseadas em experimentos reprodutíveis sem a utilização de artefatos de referência. Isso tem em vista a iminente mudança do Sistema Internacional de Unidades baseado em metrologia quântica. Por outro lado, tal rumo faz com que cada país que deseje dominar suas referências fundamentais torne-se também um</p>			

desenvolvedor em cada área de metrologia. No caso da unidade de tempo, sua definição é baseada primariamente na frequência de uma linha de transição atômica. A determinação atualmente em vigor para o padrão primário é a da transição em 9,192 GHz do estado fundamental do átomo de ^{133}Cs , sendo que outras espécies atômicas já são aceitas como referências secundárias, depois de diversas medidas comparativas com sistemas baseados em ^{133}Cs .

Padrões de frequência de ^{133}Cs são de natureza passiva, ou seja, o átomo em questão tem a transição de referência excitada por um gerador externo, sendo que a eficiência dessa excitação fornece um sinal de correção para o gerador. A capacidade de discriminação da frequência de transição determina diretamente a confiabilidade do sistema de referência. Além disso, como a referência é baseada no átomo, diversos grupos de pesquisa em todo o mundo têm trabalhado em diferentes métodos de interrogação da transição atômica. Atualmente, o sistema capaz de reproduzir com maior fidelidade a unidade de tempo utiliza técnicas de manipulação de átomos com luz laser, sendo denominado de chafariz de átomos frios.

As primeiras ideias relativas à construção de um Chafariz Atômico são atribuídas a Zacharias que, com o objetivo de aprimorar os relógios atômicos de sua época, propôs a construção de um sistema baseado em um feixe térmico vertical, aumentando o intervalo de tempo entre as duas zonas de Ramsey de espectroscopia magnética nuclear. Tal proposição acabou por se mostrar impraticável naquele tempo, entretanto, com o aperfeiçoamento das técnicas de resfriamento e aprisionamento de átomos por lasers, a proposta do Chafariz Atômico tornou-se viável novamente. Atualmente vários países possuem chafarizes atômico, utilizando-os para importantes experimentos em física atômica e molecular e metrologia. Em alguns desses países há também o aperfeiçoamento de sistemas desse tipo tendo em vista sua utilização como um padrão primário de tempo e de frequência.

Há alguns anos, o Centro de Pesquisa em Óptica e Fotônica de São Carlos (CePOF - CEPID - FAPESP) iniciou a construção de um chafariz atômico de Césio 133, tendo em vista sua utilização como padrão primário. Além de nosso sistema pretender ser um padrão operacional de frequência, contribuindo conjuntamente com outros Chafarizes Atômicos (de outros países) para a precisão das coordenadas de tempo internacionais, como o TAI e o UTC, ele se apresenta também como um excelente laboratório para medições de grande precisão. Aliás, o contínuo desenvolvimento do limite de precisão e estabilidade dos padrões atômicos de frequência visa principalmente a realização de experimentos no âmbito da física básica, já que excedem em ordens de grandeza as necessidades tecnológicas atuais.

Com relação aos padrões nacionais oficiais, atualmente dispomos de padrões comerciais que, naturalmente, possuem uma considerável defasagem de qualidade com o que é possível ser obtido em padrões de laboratório. Considerando a degradação natural de transmissão de sinais dessa natureza, é redundante ressaltar a necessidade de padrões centrais de referência na ponta da pirâmide de referência.

Outra vertente importante dessa proposta é que o sistema de referência nacional deve estar preparado para uma futura mudança na definição da unidade segundo com a substituição da transição de micro-ondas do césio para uma transição óptica do estrôncio.

Uma necessidade emergente no cenário nacional é a implantação de uma rede de sincronização remota para transferência de tempo entre as diversas instituições que estão desenvolvendo atividades nesta área. Dentro deste escopo situa-se o desenvolvimento de um protótipo de receptor GNSS de baixo custo que produza arquivos CGGTTS padronizados, que permitam o processamento de dados de várias estações simultaneamente e permitam a obtenção de rastreabilidade a uma escala de tempo centralizada como o UTC(INXE) que é reconhecida internacionalmente.

A parceria USP/INMETRO possibilitará realização de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico na área de Tempo e Frequência de forma sem precedentes, levando-se em conta a capacidade de ambas as instituições. Além disso, considerando o interesse estratégico desse assunto, a proposta desse projeto já toma uma posição de necessidade no cenário nacional e internacional.

META		INDICADOR
Nº	DESCRIÇÃO	
0.	Formalização do Laboratório Associado ao Inmetro para Inovação e Competitividade (LAIC) junto ao Instituto de Física de São Carlos da USP.	Homologação do acordo de cooperação.
1.	Desenvolvimento de protótipo de receptor GNSS de baixo custo para aplicações de transferência de tempo remotamente entre instituições nacionais.	Desenvolvimento de protótipo e realização de testes remotos
2.	Desenvolvimento de medidores de fase multicanal digitais, envolvendo técnicas de subsampling em conversores ADC e processamento digital de sinais (DSP)	Relatório de avaliação do desempenho da tecnologia
3.	Desenvolvimento de algoritmos de escala de tempo, para composição de vários padrões de frequência como relógios comerciais, maser e chafariz de césio	Implantação dos algoritmos nas escalas de tempo do Inmetro e de São Carlos
4.	Investigação de técnicas de construção, caracterização e monitoração de servidores NTP para aplicações de sincronização remota de sistemas computacionais	Implantação da tecnologia para uso nos servidores NTP do Inmetro e de São Carlos
5.	Investigação do uso do software PPP na sincronização e monitoração de sistemas remotos e escalas de tempo	Relatório de avaliação do desempenho do método PPP.
6.	Pesquisa e desenvolvimento de receptor GNSS baseado em técnicas de SDR (Software Defined Radio) e DSP (Processamento Digital de Sinais), em placas gráficas (CUDA)	Desenvolvimento de um protótipo de receptor

4. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

ETAPA	ANO					RESPONSÁVEL
	1	2	3	4	5	
0. Laboratório associado	X					Dr. Rodolfo Saboia Lima de Souza
1. Desenvolvimento de receptor GNSS de baixo custo		X	X	X		Dr. Daniel Varela/ Dr. Guilherme Garcia
2. Desenvolvimento de medidores de fase multicanal	X	X	X			Dr. Daniel Varela
3. Desenvolvimento de algoritmos de escala de tempo	X	X	X	X	X	Dr. Leonardo Costa Ribeiro
4. Caracterização e monitoração de servidores NTP		X	X			Dr. Guilherme Garcia
5. Investigação do uso de software PPP			X	X	X	Dr. Guilherme Garcia
6. Desenvolvimento de receptor GNSS baseado em software				X	X	Dr. Daniel Varela/Dr. Guilherme Garcia

5. PRAZO DE EXECUÇÃO

O prazo de execução será de 5 (cinco) anos a contar da data da sua assinatura, não podendo ir além do prazo de encerramento do Acordo de Parceria ao qual está vinculado.



DOCUMENTO ASSINADO ELETRONICAMENTE COM FUNDAMENTO NO ART. 6º, § 1º, DO [DECRETO Nº 8.539, DE 8 DE OUTUBRO DE 2015](#) EM 28/05/2019, ÀS 14:19, CONFORME HORÁRIO OFICIAL DE BRASÍLIA, POR

RODOLFO SABOIA LIMA DE SOUZA

Chefe da Divisão de Metrologia em Tecnologia da Informação e Telecomunicações



DOCUMENTO ASSINADO ELETRONICAMENTE COM FUNDAMENTO NO ART. 6º, § 1º, DO [DECRETO Nº 8.539, DE 8 DE OUTUBRO DE 2015](#) EM 04/06/2019, ÀS 13:34, CONFORME HORÁRIO OFICIAL DE BRASÍLIA, POR

VALNEI SMARCARO DA CUNHA

Diretor da Diretoria de Metrologia Científica e Tecnologia, Substituto(a)



DOCUMENTO ASSINADO ELETRONICAMENTE COM FUNDAMENTO NO ART. 6º, § 1º, DO [DECRETO Nº 8.539, DE 8 DE OUTUBRO DE 2015](#) EM 23/06/2019, ÀS 12:38, CONFORME HORÁRIO OFICIAL DE BRASÍLIA, POR

ANGELA FLÔRES FURTADO

Presidente



DOCUMENTO ASSINADO ELETRONICAMENTE COM FUNDAMENTO NO ART. 6º, § 1º, DO [DECRETO Nº 8.539, DE 8 DE OUTUBRO DE 2015](#) EM 15/07/2019, ÀS 14:47, CONFORME HORÁRIO OFICIAL DE BRASÍLIA, POR

VAHAN AGOPYAN

Usuário Externo

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.inmetro.gov.br/autenticidade> informando o código verificador 0389533 e o código CRC 655BBBCB.



Divisão de Inovação Tecnológica
Endereço: Nossa Senhora das Graças, nº 50, Prédio 06, Xerém, Duque de Caxias - RJ CEP:
25.250-020 - Brasil
Telefone: (21) 2679-9533
E-mail: nit@inmetro.gov.br