

# TCG 2018 – Continuidade às Ações em defesa dos institutos e da ciência no país



## MEIA-NOITE DA CIÊNCIA

Quais as consequências do corte de verbas nos institutos de pesquisa brasileiros?

Em 1947, o Boletim dos Cientistas Atômicos estampou em sua capa um relógio prestes a marcar meia-noite para ilustrar quão próxima a humanidade estava de outra catástrofe nuclear. O 'relógio do dia final', como ficou conhecido, continua sendo atualizado até hoje. Em 2017, a ciência brasileira precisa de um relógio semelhante que acorde os governantes para as graves consequências da eminente pane nos institutos de ciência e tecnologia.

### O exemplo do CBPF



O Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) é referência nas áreas de física pura e aplicada. Parece não ter muita relação com a sociedade? Engano. O trabalho no CBPF é um bom exemplo de como a atuação dos institutos de ciência e tecnologia afeta o dia a dia das pessoas.

### Impactos na sociedade

- Se a luz no CBPF for cortada
- Essas são algumas das instituições que terão a internet prejudicada

Agência Nacional de Cinema (Ancine)  
Colégio Pedro II  
Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP)  
Hospital dos Servidores do Estado  
Hospital Federal de Bonsucesso  
Hospital Universitário Graffenê e Guinle  
Instituto Benjamin Constant  
Instituto Nacional de Educação de Surdos  
Instituto Nacional do Câncer

### Impactos na comunidade de colaboradores

A falta de verba acarreta insegurança para a instituição. Toda a equipe de apoio, como técnicos e responsáveis pela conservação e segurança do patrimônio público, está ameaçada. O funcionamento institucional depende de respeito para manter suas atividades, essenciais para o desenvolvimento do país.

Saiba mais em <http://portal.cbpf.br/noticia/ciencia-no-brasil-pode-estar-perto-de-sua-meia-noite/1116>

### Impactos na pesquisa

- Apenas em uma das coordenações do CBPF o patrimônio em equipamentos é de mais de R\$ 60 milhões.
- Muitos equipamentos são usados por pesquisadores de outras instituições, como UFRJ, UFF e IME.
- Sem manutenção por falta de verba, o uso dos equipamentos será, aos poucos, paralisado - o que pode significar que terminem estragando.
- Deixar os equipamentos pararem, além de impedir a capacitação e o desenvolvimento do país com o que há de mais avançado na ciência, é jogar fora anos de trabalho e milhões de reais de dinheiro público.



Logomarca da campanha 'Infraestrutura para as Unidades de Pesquisa'



# TCG 2018 - Ações em defesa dos institutos e da ciência brasileira

BRASIL Serviços Simplifique! Participe Acesso à informação Legislação Canais

Ir para o conteúdo 1 Ir para o menu 2 Ir para a busca 3 Ir para o rodapé 4

ACESSIBILIDADE ALTO CONTRASTE

CBPF 70 ANOS  
CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS  
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES

Webmail Cloud Intranet Perguntas Frequentes Área de Imprensa Contato

UNIDADES DE PESQUISA EM CIÊNCIA & TECNOLOGIA

## ÚLTIMAS NOTÍCIAS

### EDITORIAL - Desafios em ciência e tecnologia: Institutos de Pesquisas para o desenvolvimento humano e sustentável

Publicado: Quinta, 06 de Dezembro de 2018, 10h59  
Última atualização em Quinta, 06 de Dezembro de 2018, 18h20  
Acessos: 612

EDITORIAL

DESAFIOS EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA: Institutos de Pesquisas para o desenvolvimento humano e sustentável

Quando se comparam as estruturas dedicadas à ciência e tecnologia avançadas com aquelas do Brasil, fica flagrante uma diferença muito há uma infraestrutura de institutos de pesquisas científica e tecnoló número de cientistas, engenheiros e técnicos comparável ao das uni No Brasil, há grande desequilíbrio na relação que acabamos de men universidades é, pelo menos, dez vezes maior do que aquele nos inst – praticamente inexistente nos países desenvolvidos – revela-se aqu preocupante, pois não se pode dizer que há um número excessivo de universidades.

Tipicamente, os institutos de pesquisas têm missões bem definidas, científicos e tecnológicos dos países. É um trabalho complementar a

DESTAQUES

Telefones e E-mails

Produção C&T

O CBPF

Sobre

Missão

Plano Diretor

Pessoal

Estrutura Organizacional

Como Chegar

FORMAÇÃO CIENTÍFICA

BRASIL Serviços Simplifique! Participe Acesso à informação Legislação Canais

Ir para o conteúdo 1 Ir para o menu 2 Ir para a busca 3 Ir para o rodapé 4

ACESSIBILIDADE ALTO CONTRASTE

CBPF 70 ANOS  
CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS  
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES

Webmail Cloud Intranet Perguntas Frequentes Área de Imprensa Contato

UNIDADES DE PESQUISA EM CIÊNCIA & TECNOLOGIA

## ÚLTIMAS NOTÍCIAS

### CARTA ABERTA AO PRESIDENTE ELEITO: O papel da C&TI no mundo contemporâneo

Publicado: Segunda, 05 de Novembro de 2018, 18h18  
Última atualização em Segunda, 05 de Novembro de 2018, 18h18  
Acessos: 2420

Tweetar Curtir 19 mil

Exmo. Senhor  
Jair Messias Bolsonaro – Presidente eleito do Brasil

Parabéns pela sua vitória nas eleições. Como decidido pelos eleitores, o senhor assumirá a Presidência do Brasil. Confesso que não lhe concedi meu voto, mas isso é agora irrelevante. Apesar de mim e de muitos outros, o senhor será o legítimo presidente de todos os brasileiros; essa é a regra do jogo democrático, o único capaz de levar qualquer sociedade a progresso duradouro. Não serei oposição ao seu governo, embora reivindique o inviolável direito de eventualmente discordar de suas políticas e de expressar publicamente a minha crítica. Com essa ressalva, torcerei para que seu governo seja bem-sucedido e penso

DESTAQUES

Telefones e E-mails

Produção C&T

O CBPF

Sobre

Missão

Plano Diretor

Pessoal

# TCG 2018 – Indicadores Físicos e Operacionais

---

- Índice de Publicações
- Índice Geral de Publicações
- Programas Projetos e Ações de Cooperação Internacional
- Programas Projetos e Ações de Cooperação Nacional
- Índice de Orientação de Dissertações e Teses Defendidas
- Índice de Processos e Técnicas Desenvolvidos
- Número de Pós-Docs
- Projetos de Pesquisa Básica Desenvolvidos
- Número de Pesquisadores Visitantes no Ano
- Trabalhos Publicados por Teses e Dissertações Defendidas no Ano



# TCG 2018 - Pesquisa & Desenvolvimento

## Índice de Publicações

ANO	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ARTIGOS	265	360	313	328	362	336	370	411
PESQUISADORES	56	52	60 *	57	55	55	52	51

\* Ingresso de 13 pesquisadores via concurso público

2018 - Recorde de artigos publicados na última década.

## SCIENTIFIC REPORTS

### OPEN Playing with universality classes of Barkhausen avalanches

Felipe Bohn<sup>1</sup>, Gianfranco Durin<sup>2,3</sup>, Marcio Assolin Correa<sup>4</sup>, Núbia Ribeiro Machado<sup>1</sup>, Rafael Domingues Della Pace<sup>5</sup>, Carlos Chesman<sup>6</sup> & Rubem Luis Sommer<sup>6</sup>

Received: 7 February 2018  
Accepted: 13 July 2018  
Published online: 26 July 2018

Many systems crackle, from earthquakes and financial markets to Barkhausen effect in ferromagnetic materials. Despite the diversity in essence, the noise emitted in these dynamical systems consists of avalanche-like events with broad range of sizes and durations, characterized by power-law avalanche distributions and typical average avalanche shape that are fingerprints describing the universality class of the underlying avalanche dynamics. Here we focus on the crackling noise in ferromagnets and scrutinize the traditional statistics of Barkhausen avalanches in polycrystalline and amorphous ferromagnetic films having different thicknesses. We show how scaling exponents and average shape of the avalanches evolve with the structural character of the materials and film thickness. We find quantitative agreement between experiment and theoretical predictions of models for the magnetic domain wall dynamics, and then elucidate the universality classes of Barkhausen avalanches in ferromagnetic films. Thereby, we observe for the first time the dimensional crossover in the domain wall dynamics and the outcomes of the interplay between system dimensionality and range of interactions governing the domain wall dynamics on Barkhausen avalanches.

Crackling noise arises in many systems; when driven slowly, they respond with the emission of a noise consisting of series of sudden avalanche-like events with broad range of sizes and durations<sup>1–4</sup>. In the past decade or so, studies on avalanche dynamics and crackling noise have uncovered an underlying criticality in a wide variety of fundamentally different systems that show strikingly similar behavior, e.g., earthquakes<sup>5</sup>, plastic deformations<sup>6,7</sup>, microfractures<sup>8</sup>, sheared granular materials<sup>9</sup>, vortices in superconductors<sup>10</sup>, dimming events in stars<sup>11</sup>, and financial markets<sup>12</sup>. However, until now, the most striking, paradigmatic example of self-organization and non-equilibrium critical dynamics is undoubtedly the complex microscopic magnetization process through the jerky motion of magnetic domain walls (DW) in ferromagnetic materials<sup>3</sup>. In the presence of a smooth, slow-varying external magnetic field, the material responds through a sequence of discrete and irregular jumps of magnetization (as can be seen in Fig. 1(a)), known as Barkhausen effect<sup>13–15</sup>, which can be detected as a crackling noise (Fig. 1(b)) in a suitable experimental setup.

The critical dynamics across all these systems is characterized by avalanches with scale-invariant properties, power-law distributions, and universal features—it means that a same behavior will be shared among large family of materials and even different systems that are in the same universality class, whereas the behavior will typically differ between systems that are fundamentally different<sup>1–4</sup>. The power-law scaling exponents and the typical avalanche shape emerge as fingerprints describing the universality class of the underlying avalanche dynamics<sup>3</sup>. Hence, the Barkhausen avalanches recorded in ferromagnetic materials are in this context a wonderful playground for investigating scaling phenomena found in the most diverse systems exhibiting crackling noise, providing hints on this exciting, still-evolving field.

The universality class of Barkhausen avalanches in a sample is usually identified by measuring the distributions of avalanche sizes and durations, the joint distribution of sizes and durations, and the average temporal avalanche shape. Much efforts have been devoted to link noise statistics to characteristic features of the materials. Despite Barkhausen avalanches have been investigated experimentally for decades in bulk materials<sup>16–21</sup> and films<sup>22–24</sup>, universality was questioned for a long time. An important step towards understanding Barkhausen avalanches has been achieved by Durin and Zapperi<sup>25</sup>, who first provided consistent interpretation of the Barkhausen statistics in bulk materials, well-known systems exhibiting three-dimensional magnetic behavior. From classical inductive experiments, the scaling exponents associated with such distributions have been found different

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 59078-900, Natal, RN, Brazil. <sup>2</sup>Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica, Strada delle Cacce 91, 10135, Torino, Italy. <sup>3</sup>ISI Foundation, Via Alassio 11/c, 10126, Torino, Italy. <sup>4</sup>Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rua Dr. Xavier Sigaud 150, Urca, 22290-180, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. Correspondence and requests for materials should be addressed to F.B. (email: felipebohn@fisica.ufrn.br)

## SCIENTIFIC REPORTS

### OPEN Oscillatory interlayer coupling in spin Hall systems

A. M. Gonçalves<sup>1</sup>, F. Garcia<sup>1</sup>, H. K. Lee<sup>2</sup>, A. Smith<sup>2</sup>, P. R. Soledade<sup>3</sup>, C. A. C. Passos<sup>4</sup>, M. Costa<sup>5</sup>, N. M. Souza-Neto<sup>6</sup>, I. N. Krivorotov<sup>7</sup>, L. C. Sampaio<sup>7</sup> & I. Barsukov<sup>8</sup>

Received: 8 November 2017  
Accepted: 23 January 2018  
Published online: 02 February 2018

Many spintronics applications consist of ultrathin magnetic and nonmagnetic multilayers and require an in-depth understanding of interfacial magnetism and spin transport. Here, we study permalloy/copper/platinum multilayer systems. We find that magnetic damping, perpendicular anisotropy, and proximity magnetization exhibit correlated oscillations as a function of the copper thickness. We ascribe these observations to an oscillatory interlayer coupling between permalloy and platinum. Such interlayer coupling may have a significant impact on the performance of spintronics applications.

Recent advances in spintronics facilitate efficient manipulation of the spin degree of freedom<sup>1–5</sup>, electrical detection of static and dynamic magnetic states<sup>6,7</sup>, and significant improvement of energy-efficiency by energy harvesting<sup>8,9</sup>. Many nano-scale spintronic devices contain a heavy-metal layer employed for creating or detecting spin currents from an adjacent ferromagnetic layer<sup>10,11</sup> using spin Hall effect<sup>12,13</sup>. These layers are often separated by a thin metallic layer with low spin scattering rate<sup>14,15</sup>. Understanding interfacial spin transport and magnetism<sup>16,17</sup> in such systems is an essential prerequisite for spintronics applications<sup>6,18,19</sup>.

Spin Hall systems consist of a ferromagnetic (FM) layer and a nonmagnetic (normal metal, NM) layer with large spin-orbit angle, such as platinum<sup>17</sup>. By supplying an electrical current through the NM, a pure spin current is injected into the FM that can be used to tune magnetic damping<sup>6,18</sup>. This effect is employed in spin Hall based magnetic switching<sup>20,21</sup> and auto-oscillators<sup>22</sup>. On the other hand, magnetic excitations in the FM inject a spin current into the NM, that can be detected using inverse spin Hall effect<sup>23</sup>. Moreover, application of a temperature gradient perpendicular to the interface creates an interfacial spin current that gives rise to a spin Seebeck voltage in the NM and to a spin Seebeck torque in the FM<sup>24</sup>. FM/NM interfaces may also exhibit interfacial Dzyaloshinskii-Moriya interaction (DMI)<sup>25–27</sup> which can be employed for controlling chirality of magnetization structures and for stabilizing magnetic Skyrmions<sup>28</sup>.

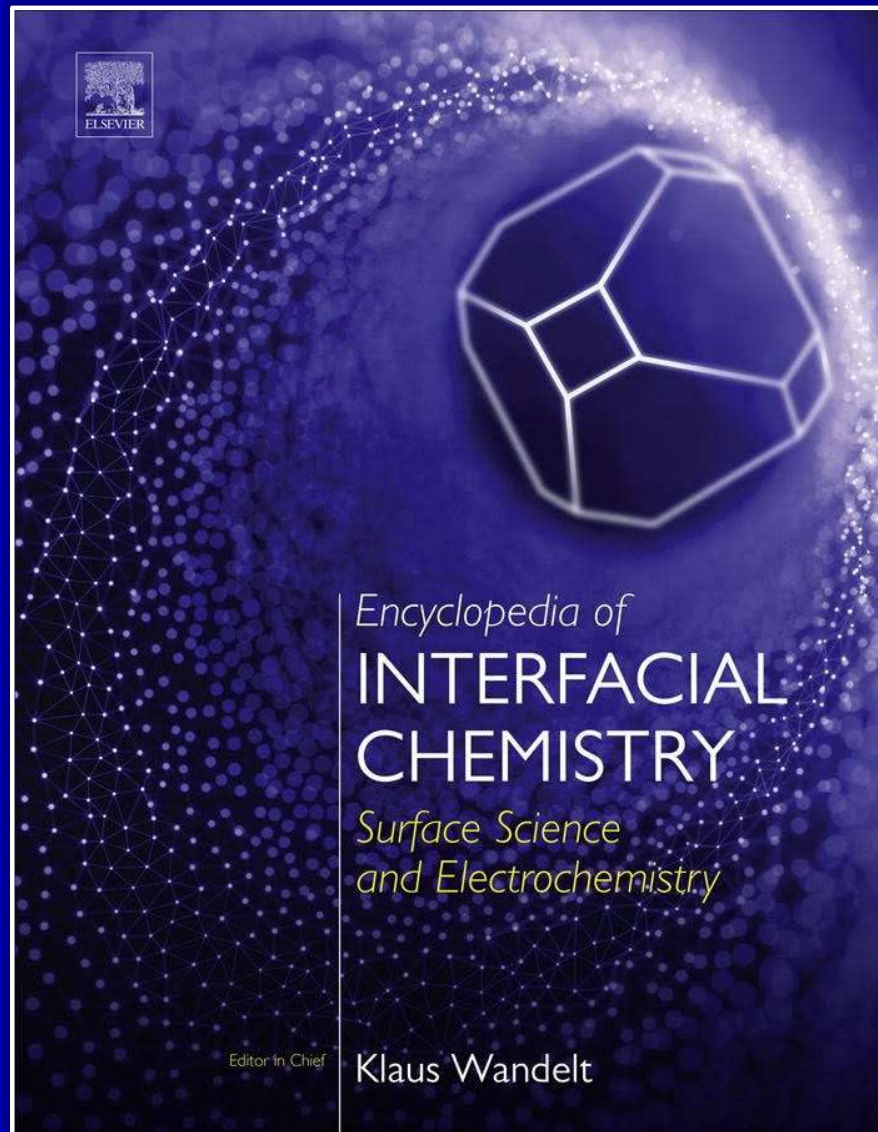
Direct proximity of NM to FM bears considerable complications. The NM is typically a heavy-metal with large spin-orbit coupling and can cause a significant increase of magnetic damping<sup>29,30</sup> and perpendicular magnetic anisotropy<sup>30,31</sup> in the adjacent FM layer. Interfacial spin memory loss can significantly hinder spin transport between FM and NM<sup>32,33</sup>. Furthermore, the NM layer can acquire proximity induced magnetization, as has been shown for NM materials with high Stoner-enhanced susceptibility<sup>34,35</sup>. Proximity magnetization can lead to undesirable magnetoresistive effects<sup>36</sup>, such as anisotropic magnetoresistance and anomalous Nernst effect<sup>30,31</sup>. Moreover, it may reduce the spin Hall efficiency of the NM<sup>37</sup>.

A common approach to avoid these complications is the insertion of a thin intermediary layer (IL) between FM and NM<sup>38,39</sup>. This intermediary layer consists of a metal with low spin-orbit coupling<sup>40,41</sup>, such as copper, ensuring a low spin-scattering rate to facilitate spin transport across the layers<sup>42,43</sup>. However, recent works have provided evidence for a significant departure from this picture. For instance, Montoya *et al.*<sup>44</sup> have shown the effect of enhanced Gilbert damping in Fe/Au/Pd systems due to formation of quantum well states in the Au intermediary layer. Bailey *et al.*<sup>45</sup> have studied [Permalloy/Cu/Pd/Cu]<sub>10</sub> multilayers and observed proximity magnetization in Pd, suggesting the presence of indirect exchange between Permalloy (Py) and Pd layers. Okabayashi *et al.*<sup>46</sup> have shown that perpendicular magnetic anisotropy can be induced in a Co layer by a Pt layer through <0.7 nm intermediary Cu layer. These findings show that spin transport through an intermediary layer may involve more complex mechanisms and requires a closer attention<sup>17,47</sup>.

Šimánek and Heinrich<sup>48</sup> have proposed a theoretical model based on time retarded response of spin dependent scattering, that points towards an indirect exchange coupling through the intermediary layer. Barati and Cinal<sup>49</sup> have carried out a fully quantum-mechanical calculation to show nonlocal enhancement of the Gilbert

<sup>1</sup>Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro, Brazil. <sup>2</sup>University of California, Irvine, CA, USA. <sup>3</sup>Universidade Federal do Amapá, Amapá, Brazil. <sup>4</sup>Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, Brazil. <sup>5</sup>Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, Campinas, Brazil. <sup>6</sup>University of California, Riverside, CA, USA. Correspondence and requests for materials should be addressed to I.B. (email: igorb@ucr.edu)

# Destques na área de publicações:

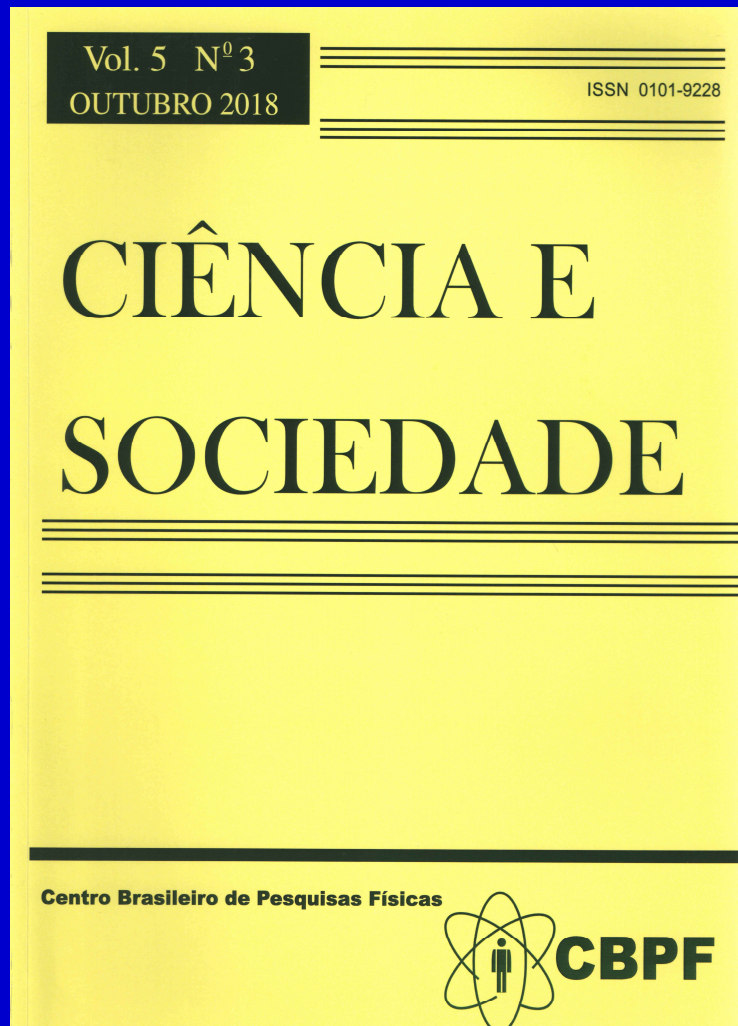


Pesquisador Adjunto – Fernando Stavale – contribuiu com capítulo para a *Encyclopedia of interfacial chemistry*, publicação online da Elsevier de referência voltada para temas ligados à ciência das superfícies, química de interfaces e eletroquímica.

O capítulo – intitulado ‘Artificial photosynthesis inspired by PSII: water splitting on heterogeneous photocatalysts’ – tem como coautora Juliane Simmchen, da Universidade Técnica de Dresden (Alemanha). A pesquisadora visitou o CBPF em janeiro de 2016, com o apoio do Programa de Capacitação Institucional.




# Destques na área de publicações:



2 Odilon A. P. Tavares

CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS  
(Fundado em 15 de janeiro de 1919)

**EVENTO DE FINAL DO ANO** **COLÓQUIOS CBPF - 2018**  
- 14 de dezembro, 2017 - - 16 de outubro, 2018 -



**70 ANOS DO MÉSON- $\pi$**   
**COM**  
**CÉSAR LATTES**

*Odilon A. P. Tavares - CBPF/MCTIC*

---

**Prólogo**

Em 2017 e 2018 o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas-CBPF recorda e celebra os 70 anos dos grandes e importantes fatos científicos de César Lattes. Primeiro, em 1947, no H. H. Wills Physical Laboratory da Universidade de Bristol (Inglaterra), com a bem sucedida descoberta de píons carregados e do decaimento píon- $\pi^0$ - $\gamma$  em eventos colididos na radiação cósmica em altitudes de montanha. Logo depois, em 1948, com a detecção desses píons produzidos no ciclotron de 184 polegadas do Radiation Laboratory da Universidade da Califórnia em Berkeley (CA, EUA).

Tendo tido a honra de ser convidado pela Diretoria do CBPF para falar em palestras por ocasião da celebração dos 70 anos de ambos os eventos (a primeira acontecida em 14 de dezembro de 2017, e a segunda programada para 16 de outubro de 2018), e atendendo pedidos de colegas, decidi preparar a presente publicação para deixar um registro das palestras mencionadas, podendo assim alcançar um maior número de interessados no tema.

Muitos já ouviram falar da figura de César Lattes e de mésons- $\pi$ , mas poucos (inclusive físicos) conhecem a história que une o descobridor à sua descoberta. O presente artigo procura traçar a trajetória que levou Lattes a participar (e de forma destacada) dos experimentos que culminaram na identificação da partícula subatômica responsável por manter a coesão do núcleo atômico, a despeito da repulsão eletrostática entre os prótons de carga elétrica positiva.

Conheci César Lattes em 1965–1967 quando estudante do bacharelado em Física na antiga FNEI da Universidade do Brasil (posteriormente UFRJ), e mais de perto no CBPF, nos anos 1980, quando fazíamos parte do então Departamento de Física Nuclear e Altas Energias.

Dele aprendi muitas lições. Aqui, recordo apenas duas delas: a primeira, ele dizia, Física é Natureza, uma investigação constante sobre a natureza do mundo visível e invisível; a segunda, ele insistia em dizer, a história da Física é tão importante quanto a própria Física que fazemos.

Assim, guiado por esses ensinamentos, servindo-me da bibliografia geral (relacionada ao final) como orientação do presente texto, e seguindo estritamente a cronologia dos acontecimentos, preparei as duas palestras alusivas aos 70 anos da detecção dos mésons- $\pi$ , as quais agora vêm aqui registradas na forma de texto-legendas para a revista de divulgação *Ciência e Sociedade*, editada pelo CBPF.

Edição especial de *Ciência e Sociedade* comemorativa dos 70 anos do Méson- $\pi$

# TCG 2018 – Formação Científica

ANO	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
DOUTORES	15	14	12	15	21	13	16	10
MESTRES	16	19	12	16	16	12	15	15*
Total	31	33	24	31	37	25	31	25

\* 6 Mestres em Física com Ênfase em Instrumentação Científica

## Magnon excitations and quantum critical behavior of the ferromagnet $U_4Ru_7Ge_6$

M. P. Nascimento,<sup>1</sup> M. A. Continentino,<sup>1,\*</sup> A. López,<sup>2</sup> Ana de Leo,<sup>2</sup> D. C. Freitas,<sup>3</sup> J. L. L. L. Carsten Enderlein,<sup>5</sup> F. Oliveira,<sup>1</sup> E. Baggio-Saitovitch,<sup>1</sup> Jifeng Pospisil,<sup>6</sup> and M. B. Fontes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, 22290-180 Rio de Janeiro, Brazil

<sup>2</sup>Instituto de Física, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 20550-900, Rio de Janeiro, RJ, Brazil

<sup>3</sup>Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense, 24210-346 Niterói, Rio de Janeiro, Brazil

<sup>4</sup>Instituto de Física, Universidade de São Paulo, 05508-090 São Paulo, São Paulo, Brazil

<sup>5</sup>Campus de Duque de Caxias, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Estrada de Xerém 27, 25243-390 RJ, Brazil

<sup>6</sup>Faculty of Mathematics and Physics, Charles University, DCMP, Ke Karlovu 5, CZ-12116 Praha 2, Czech Republic

(Received 13 April 2018; revised manuscript received 5 November 2018; published 26 November 2018)

We present an extensive study of the ferromagnetic heavy-fermion compound  $U_4Ru_7Ge_6$ . Measurements of electrical resistivity, specific heat, and magnetic properties show that  $U_4Ru_7Ge_6$  orders ferromagnetically at ambient pressure with a Curie temperature  $T_C = 6.8 \pm 0.3$  K. The low-temperature magnetic behavior of this soft ferromagnet is dominated by the excitation of gapless spin-wave modes. Our results on the transport properties of  $U_4Ru_7Ge_6$  under pressures up to 2.49 GPa suggest that  $U_4Ru_7Ge_6$  has a putative ferromagnetic quantum critical point (QCP) at  $P_c \approx 1.7 \pm 0.02$  GPa. In the ordered phase, ferromagnetic magnons scatter the conduction electrons and give rise to a well-defined power law term. The coefficient of this term is related to the spin-wave stiffness, and resistivity shows the behavior of this quantity as the ferromagnetic QCP spin-wave stiffness decreases with increasing pressure, implying that the liquid state is driven by the softening of the magnons. The observed quantum stiffness is consistent with the influence of disorder in our system. At  $\epsilon = 0.02$  GPa, the resistivity shows the behavior expected for an itinerant QCP.

DOI: 10.1103/PhysRevB.98.174431

### I. INTRODUCTION

The problems related to strongly correlated electronic systems are of great current interest due to the novel states of matter that can arise in these systems [1–4]. These include their exotic magnetic properties, their superconducting behavior, and their phase diagrams, which exhibit quantum critical points (QCPs) [5]. QCPs are experimentally explored by doping, applied pressure, or magnetic field [1]. In the case of actinide materials, the interesting properties arise from partially filled  $f$  orbitals that strongly hybridize with the conduction electrons. This, together with the strong correlations among the  $f$  states, gives rise to a variety of ground states.

The ternary compound  $U_4Ru_7Ge_6$  is a system with interesting magnetic properties. It has a centered-body (bcc) crystalline structure of the type  $U_4Re_7Si_6$  [6]. The lattice parameter is  $a = 8.287$  Å, and the interatomic space between the uranium atoms is  $d_{U-U} = 5.864$  Å [7], which is much larger than the Hill boundary for uranium:  $d_{U-U} = 3.4 - 3.6$  Å, which sets conditions for a magnetic ground state [8]. The compound  $U_4Ru_7Ge_6$  has the properties of a heavy-fermion system, with a Kondo resistivity and a large linear term in the low-temperature specific heat [7]. It orders ferromagnetically at low temperatures due to the small volume of its

unit cell, which interaction [7], itinerant, alkali magnetism, [13]. Under appropriate conditions, no evidence of a phase is suppressed [12].

In this work, we study the thermodynamic properties of  $U_4Ru_7Ge_6$  and show that this netic transition properties do not wave excitations and anisotropy of the spin-wave stiffness are nearly constant in the ferromagnetic phase, with a small drop close to the critical pressure.

the actinide  $n$  anisotropy [13] at very low temperatures. We show that the spin-wave stiffness is nearly constant in the ferromagnetic phase, with a small drop close to the critical pressure.

\*mucio@cbpf.br

2469-9950/2018/98(17)/174431-10

174431-1

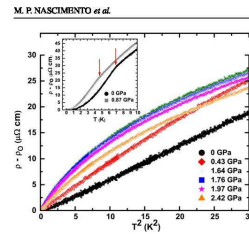


FIG. 5. Resistivity of the ferromagnet  $U_4Ru_7Ge_6$  versus the square of temperature for different applied pressures above and below the critical pressure. The residual resistivity and the coefficients of the low temperature  $T^2$  terms for different pressures are shown in Fig. 7. The inset shows the resistivity versus temperature for selected pressures, with arrows showing the magnetic transitions.

the smoothed electrical resistivity data [38]. In Fig. 7(a), we plot the  $T_C$  obtained in this way and draw through these points a curve from a fit using the expected power law behavior for an itinerant QCP,  $T_C \propto (P_c - P)^{\psi}$ , where the shift exponent [5]  $\psi = z/(d + z - 2) = 3/4$  since the dynamic exponent is  $z = 3$  in this case [5]. The curve gives a reasonable description of the pressure-dependent Curie temperatures.

(ii) Figure 7(b) shows the pressure dependence of the residual resistivity. This is nearly constant in the ferromagnetic phase, with a small drop close to the critical pressure.

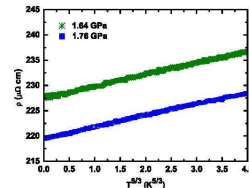


FIG. 6. Low-temperature resistivity of the ferromagnet  $U_4Ru_7Ge_6$  for pressures very close to the pressure where ferromagnetism is suppressed. The plot shows the  $T^2$  power law behavior expected for an itinerant 3d ferromagnet at a QCP (see Eq. (5)).

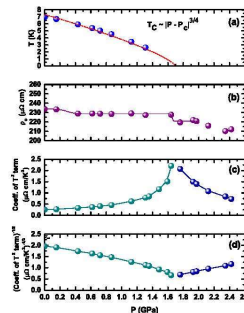


FIG. 7. Parameters extracted from the temperature-dependent resistivity curves for different pressures. (a) The Curie temperature obtained from the second derivative of the resistivity (see text). The dashed line corresponds to a fitting with the expression  $T_C \propto (P_c - P)^\psi$ , with  $\psi = 3/4 = 0.75$ , the expected shift exponent for a 3d itinerant ferromagnet (see text), and  $P_c = 1.7$  GPa. (b) The residual resistivity as a function of pressure. The coefficients of the  $T^2$  terms in the resistivity (c) above and (d) below  $P_c$ .

(iii) Figures 7(c) and 7(d) refer to the pressure dependence of the coefficients of the  $T^2$  terms of the resistivity. These coefficients rise on both sides of the phase diagram as the critical pressure is approached from below and above in a non-symmetric fashion. In the paramagnetic phase, above  $P_c$ , this term is due to scattering by paramagnons, and its coefficient is proportional to the square of the inverse of the coherence temperature [39],  $T_{coh} \propto (P - P_c)^{-\nu}$ , with  $\nu = 3/2$  for a three-dimensional itinerant ferromagnetic system [39]. As can be seen in Figs. 7(c) and 7(d), we do not have enough data for  $T_{coh}$  close to the critical pressure to be able to determine its power law dependence on the distance from criticality. Sufficiently far from  $P_c$ ,  $T_{coh}$  depends linearly on this distance, which suggests local quantum critical behavior [5].

(iv) For pressures below  $P_c$ , in the ferromagnetic phase, according to Eq. (5), the coefficient of the  $T^2$  term in the resistivity is related to spin-wave stiffness  $D$ ,  $A(P) \propto 1/D^2$ . In itinerant 3d ferromagnets, the coupling of the order parameter to particle-hole excitations gives rise to nonanalytic behavior of the spin-wave stiffness as a function of the magnetization  $m$  [18,40]. For a disordered quantum itinerant 3d ferromagnet,

$$D(m \rightarrow 0) = c_3 m^{-1/2} + O(1), \quad (6)$$

174431-6

- Índice de Trabalhos Publicados por Tese Defendida por ano

NTP = 32

NT = 25

TPTD = 32/25

TPTD = 1,3



# TCG 2018 – Capacitação Científica (Pós-Docs)

PHYSICAL REVIEW LETTERS 120, 125901 (2018)

Editors' Suggestion

## Thermal Transport and Phonon Hydrodynamics in Strontium Titanate

Valentina Martelli,<sup>1</sup> Julio Larea Jiménez,<sup>2</sup> Mucio Continentino,<sup>1</sup> Elisa Baggio Saitovitch,<sup>1</sup> and Kamran Behnia<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, 22290-180 Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil

<sup>2</sup>Institute of Physics, University of São Paulo, CEP 05508-090 São Paulo, São Paulo, Brazil

<sup>3</sup>Laboratoire Physique et Etude de Matériaux (CNRS-UPMC), ESPCI Paris, PSL Research University, 75005 Paris, France

<sup>4</sup>II. Physikalisches Institut, Universität zu Köln, 50937 Köln, Germany

(Received 7 December 2017; published 22 March 2018)

We present a study of thermal conductivity,  $\kappa$ , in undoped and doped strontium titanate in a wide temperature range (2–400 K) and detecting different regimes of heat flow. In undoped SrTiO<sub>3</sub>,  $\kappa$  evolves faster than cubic with temperature below its peak and in a narrow temperature window. Such behavior, previously observed in a handful of solids, has been attributed to a Poiseuille flow of phonons, expected to arise when momentum-conserving scattering events outweigh momentum-degrading ones. The effect disappears in the presence of dopants. In SrTi<sub>1-x</sub>Nb<sub>x</sub>O<sub>3</sub>, a significant reduction in lattice thermal conductivity starts below the temperature at which the average inter-dopant distance and the thermal wavelength of acoustic phonons become comparable. In the high-temperature regime, thermal diffusivity becomes proportional to the inverse of temperature, with a prefactor set by sound velocity and Planckian time ( $\tau_p = \hbar/k_B T$ ).

DOI: 10.1103/PhysRevLett.120.125901

Heat travels in insulators thanks to phonons. This has been described by the Peierls-Boltzmann equation, which quantifies the spatial variation in phonon population caused by the temperature gradient. In recent years, thanks to improved computing performance and new theoretical techniques, a quantitative account of the intrinsic thermal conductivity of semiconductors is accessible to first-principles theory [1]. When most scattering events conserve momentum and do not decay heat flux, collective phonon excitations, dubbed relaxons, become fundamental heat carriers [2]. This hydrodynamic regime of phonon flow, identified decades ago [3–6], is gaining renewed attention in the context of graphene-like two-dimensional systems [7,8].

The perovskite SrTiO<sub>3</sub> is a quantum paraelectric [9], which owes its very existence to zero-point quantum fluctuations. First-principles calculations find imaginary phonon modes [10], which hinder a quantitative understanding of the lattice thermal transport [11]. This insulator turns to a metal upon the introduction of a tiny concentration of dopants. The metal has a dilute superconducting ground state [12] and an intriguing room-temperature charge transport [13]. Its thermal conductivity has remained largely unexplored, in contrast to electric [14] and thermoelectric [15] transport.

In this Letter, we present an extensive study of the thermal conductivity,  $\kappa$ , of undoped and doped SrTiO<sub>3</sub> crystals and report on three new findings. First of all, in a narrow temperature range, thermal conductivity evolves faster than cubic. This behavior had only been reported in a handful of solids [6] and attributed to a Poiseuille flow of phonons. We argue that the emergence of phonon

hydrodynamics results from the multiplication of momentum-conserving scattering events due to the presence of a ferroelectric soft mode, as suggested decades ago [16]. This interpretation lends support to previous reports on the observation of the second sound in this system [17,18], which has been controversial [19]. Second, our study finds that a random distribution of dopants drastically reduces thermal conductivity below a temperature which tunes the heat-carrying phonon wavelength to the average inter-dopant distance. Finally, we put under scrutiny the thermal diffusivity of the system near room temperature and link its magnitude and temperature dependence to Planckian scattering time [20], in ongoing debate on a possible bound [21,22].

The cubic elementary cell of strontium titanate (SrTiO<sub>3</sub>) has a TiO<sub>6</sub> octahedra and has strontium ions (Fig. 1(a)). Neutron and Raman scattering identified two distinct soft modes. Ti with the antiferrodistortive (AFD) transition with the loss of cubic symmetry at 105 K adjacent TiO<sub>6</sub> octahedra in opposite centers at the R point of the Brillouin zone. The second soft mode [24], located at the X point, is associated with the aborted ferroelectricity. In common solids, only acoustic phonons are thermally excited at low temperatures associated with these soft modes remain fairly low temperatures.

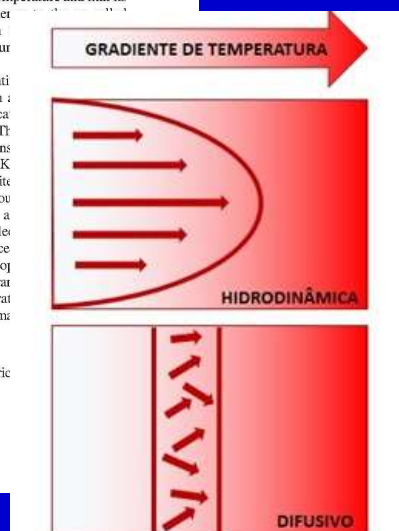
0031-9007/18/120(12)/125901(6)

125901-1

© 2018 American Physical Society

Artigo sobre fônons de autoria da pós-doutoranda Valentina Martelli, dos pesquisadores titulares Elisa Baggio Saitovitch e Mucio Continentino e colaboradores ganha 'Destaque do Editor' no PRL.

Em 2018 - 43 pós-docs.  
17 financiados pelo  
Programa de  
Capacitação  
Institucional (PCI).



CBPF 70 ANOS

# TCG 2018 – Inserção Internacional

---

## 20 Colaborações Oficiais

- *CLAF*
- *CERN*
- *Fermilab*
- *Astroparticle Physics International Forum (OECD)*
- *IDPASC*
- *Fritz - Haber Institut - Max-Planck Society*
- *INL - Laboratório Ibérico Internacional de Nanotecnologia*

# TCG 2018 – Inserção Internacional

## Articulação com a Assessoria de Cooperação do MCTIC

André João Rypl e Ulisses Barres de Almeida: Unispace+50 e o interesse do Brasil nas atividades espaciais

[www1.folha.uol.com.br/opiniao/2018/07/andre-joao-rypl-e-ulisses-barres-de-almeida-unispace50-e-o-interesse-do-brasil-nas-atividades-espaciais.shtml](http://www1.folha.uol.com.br/opiniao/2018/07/andre-joao-rypl-e-ulisses-barres-de-almeida-unispace50-e-o-interesse-do-brasil-nas-atividades-espaciais.shtml)

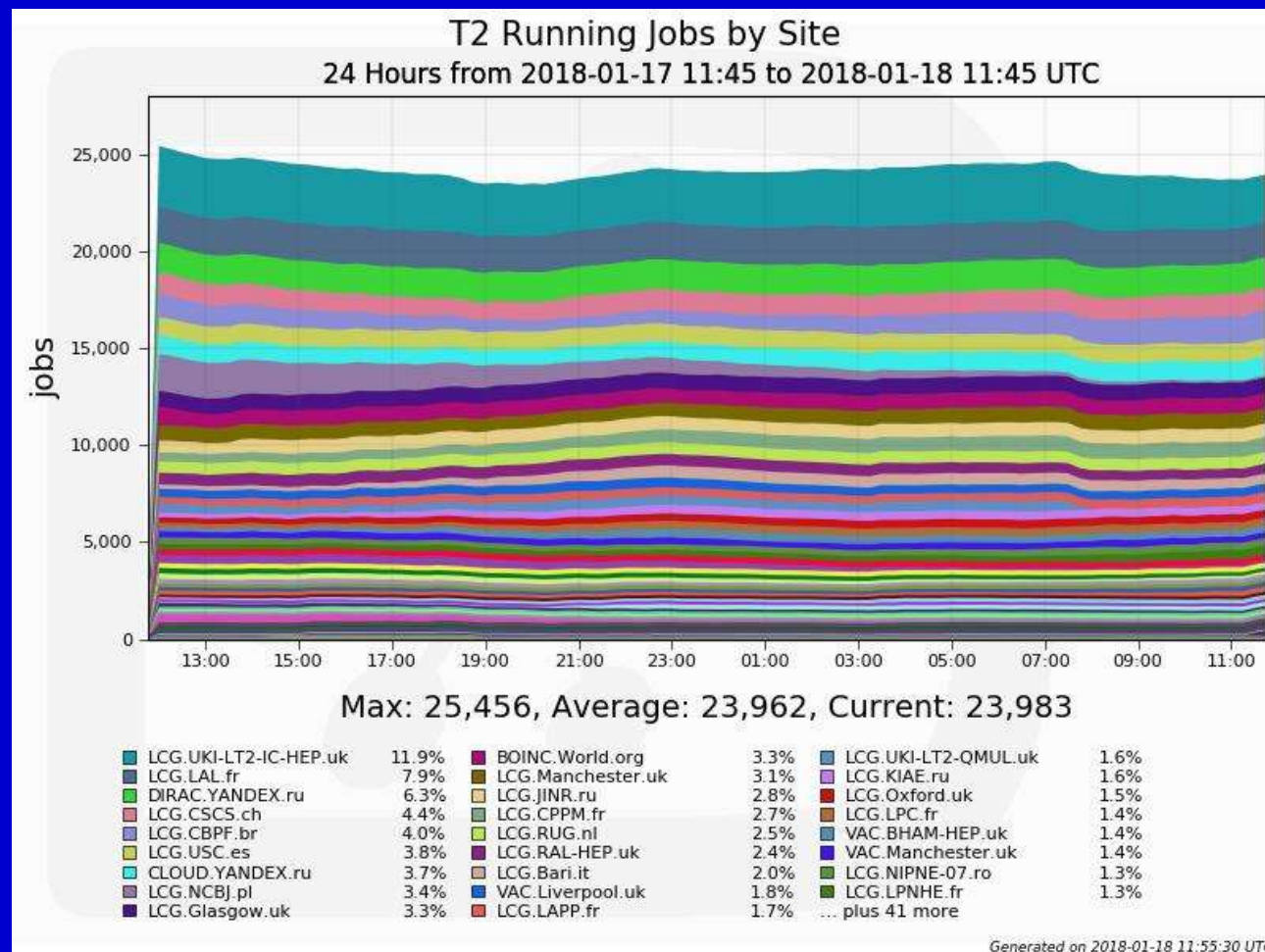
5 de julho de 2018



As tecnologias espaciais são responsáveis por viabilizar inúmeras atividades na sociedade moderna. São elas que tornam possíveis os serviços de navegação, por meio dos satélites de posicionamento GPS.



Página de *grid* do CBPF, ligada ao projeto LHC – CERN, saltou de 860 para 1.640 processadores, o que corresponde a um aumento de aproximadamente 90% nesse quesito. Houve também aquisição de discos rígidos, passando a página a ter agora 260 terabytes (260 Tb), o que representa um aumento de 42% em relação à capacidade de armazenamento anterior.



A LCG-CBPF em 5º lugar – na frente de grandes centros computacionais da Europa, como SARA e Nikhef, na Holanda, e PIC, na Espanha.

# TCG 2018 – Inserção Internacional

CTA – Cherenkov  
Telescope Array (Rede de  
Telescópios Cherenkov)

O CBPF é o único instituto brasileiro diretamente associado à produção dos telescópios LSTs do CTA, tendo assumido a tarefa de construir o sistema que realiza o alinhamento dos espelhos do telescópio em tempo real.

Telescópio de Grande  
Porte do CTA instalado  
nas Ilhas Canárias



# TCG 2018 – Cooperações Nacionais

---

26

## Colaborações Oficiais



- *Sede da RENAFEA (Rede Nacional de Física de Altas Energias)*
- *Integrante do SisNANO*
- *Sede do INCT de Sistemas Complexos*
- *Integrante do INCT de Informação Quântica*
- *5 Projetos com a Petrobras*
- *Projeto na área de Materiais com a Vale*
- *Embrapa Solos*



# TCG – Escolas & Conferências em 2018

---

- CBPF Python Summer Camp Meeting
- I Reunião Anual de Usuários do LABNANO'
- 3ª Escola Avançada de Física Experimental do CBPF – EAFExp
- 7ª Reunião de Trabalho do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Sistemas Complexos - INCT-SC
- 17ª *Brazilian School of Cosmology and Gravitation (BSCG)*
- Workshop Comemorativo dos 10 Anos da RENAFEA (Rede Nacional de Física de Altas Energias)
- *III Quantum Rio Workshop*
- *Rio November Oil and Gas ( Parceria com a Noruega)*

# TCG - Indicadores Administrativo-Financeiros

---

- **Aplicação em Pesquisa e Desenvolvimento**
- **Índice de Execução Orçamentária**
- **Relação entre Receita Própria e Orçamento de Custeio e Capital**



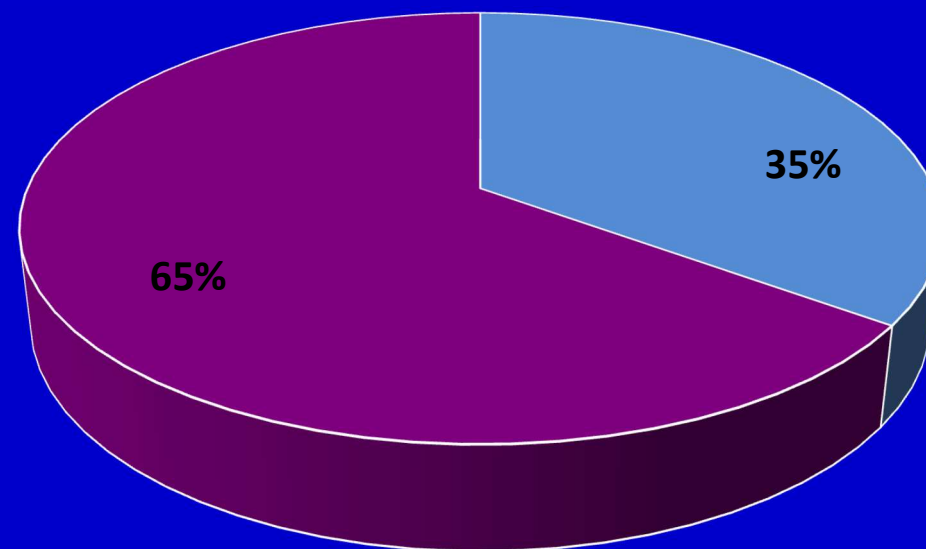
# TCG - Indicadores Administrativo-Financeiros

## Aplicação em Pesquisa e Desenvolvimento

$$APD = [1 - (14.447.505,63/22.371.276,22)] * 100 =$$

$$APD = [1 - 0,65] * 100 =$$

$$APD = 35\%$$



■ Aplicação em P&D

■ Despesas de Manutenção

$APD = [1 - (\text{Despesas com manutenção (DM)} / \text{Orçamento de Custeio e Capital, empenhados no período (OCC)})] * 100$



# TCG - Indicadores Administrativo-Financeiros

## Índice de Execução Orçamentária

IEO =

$22.071.634,78 / 22.371.276,22 * 100$

IEO = 99%



**IOE = [Somatório dos valores de custeio e capital efetivamente empenhados (VOE)/Limite de empenho autorizado (OCCE)] \* 100**

# Indicadores Administrativo-Financeiros

## Relação entre Receita Própria e Orçamento de Custeio e Capital

$$\text{RRP} = 20.811.974,61 / 22.371.276,22 * 100$$

$$\text{RRP} = 0,93 * 100$$

$$\text{RRP} = 93\%$$



**RRP = [Receita Própria Total (RPT) /**  
Orçamento de Custeio e capital, inclusive das  
Fontes 150/250 efetivamente empenhados no  
período (OCC)] \* 100

# Indicadores Administrativo-Financeiros

DISCRIMINAÇÃO DE RECURSOS PRÓPRIOS	2018 (R\$)
NANOWORK	5.000,00
SIBRATECNANO	6.620,00
CAMPOVAL	60.000,00
QUARTZO	75.039,92
MPG	78.059,42
CEAC (Finep – 01.17.0001.00)	485.505,61
NANOMW	1.072.142,40
PETROFÍSICA 2 (Petrobras – 4600556576)	1.433.736,38
MAGWATERPD (Petrobras – 4600556619)	1.661.422,27
MULTIAPET (Petrobras – 4600556574)	1.729.355,62
MAGINFRA (Petrobras – 4600556716)	2.079.246,54
CBPFMULT (Finep – 01.18.0108.00)	4.196.277,33
LABNANO 16 (FINEP)	4.834.730,42 *
<hr/>	
Fonte 150	222.769,00
Recursos recebidos de outras UPs do MCTIC	1.775.516,80
Termos de Descentralização de Crédito (TEDs)	1.096.552,90
<b>TOTAL</b>	<b>20.811.974,61</b>



- Ressonância Magnética Nuclear para Petrofísica;
- Caracterização de Imagens Geológicas de Alta Resolução em Reservatórios;
- Campos Eletromagnéticos na Mitigação de Incrustações em Sistemas e Equipamentos de Fluidos Aquosos;
- Nanotecnologia para O&G.



## Evolução (Involução) do quadro de servidores

### Participação de Pessoal Terceirizado

$$PRPT = [115 / (115 + 115)] * 100$$

**PRPT = 50% !!!!**

CARREIRAS		LOTAÇÃO											
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
PESQUISADORES		66	64	63	58	56	52	60	57	55	55	52	51
DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO	TECNOLOGISTAS	20	19	22	22	22	20	20	20	20	18	16	13
	TÉCNICOS	26	22	25	26	25	25	28	26	26	25	25	23
GESTÃO, PLANEJAMENTO E INFRAESTRUTURA EM C&T	ANALISTAS EM C&T	15	14	13	12	12	11	9	8	8	8	7	8
	ASSISTENTES EM C&T	37	34	35	35	32	31	25	25	22	21	20	19
	CARGO COMISSIONADO	2	2	2	2	1	2	1	1	0	0	0	0
	CELETISTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	AUXILIARES EM C&T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>166</b>	155	160	155	148	141	143	137	131	127	120	<b>115</b>

# TCG – Indicador de Projetos Diretos para a Sociedade

**(1) Programa "Físico Por Uma Tarde" - visitas de escolas públicas de Ensino Médio ao CBPF (LABDID); (2) Desenvolvimento de experimentos com elevado teor de interatividade e importância histórica; (3) Capacitação continuada de professores do Ensino Fundamental e Médio; e (4) Participação do CBPF em eventos externos com experimentos de grande interatividade com o público. (LABDIV).**



## Mecânica quântica e pós-verdade

[RESUMO] Base de tecnologias que vão do laser a computadores supervelozes, a área da física que mudou a própria compreensão do mundo ensina algo valioso a estes tempos: a atitude científica

Por **Fernando de Melo**

Doutor em física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e pesquisador do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, no Rio de Janeiro (RJ). Sua área de pesquisa é informação quântica

FOLHA DE SPALIO DOMINGO, 4 DE MARÇO DE 2018 **Ilustríssima** 3



## Mistérios do Universo

Matéria e energia escuras intrigam cientistas

**RESUMO** A composição do Universo ainda é um grande mistério. Cerca de 95% do cosmos é formado por algo cuja natureza desconhecemos: matéria escura e energia escura. Essa aparente ignorância, contudo, resulta de um feito notável da ciência, a pará alguns, indica uma nova e profunda revolução em nossa visão do mundo.

**FELIPE TOVAR GALCANO**

**EM CONVERSAS INFORMAIS** com amigos, o pesquisador mais famoso que fazemos quando discutimos que nos dá o trabalho em casa modesto e a seguir: O universo realmente precisa de um "Arco-Íris" para explicar a existência da matéria escura? Imaginar que um objeto invisível que se arrasta pelo Universo, por que seria tão absurdo uma especulação vivida ao nosso sentir natural? Talvez o certo seja se explicar cada detalhe do comportamento do Universo, mas o certo também é aceitar a física. Hoje, com os dados disponíveis, os pesquisadores conseguem não só entender o Universo, mas também desenvolver sua forma e constituição. Quem sempre teve essa ideia das grandes pedras desconhecidas e de pedras de uma noite estrelada? É exatamente a intensidade do brilho entre a luminosidade de estrelas próximas e a luminosidade de galáxias — o que não podem observar diretamente — é o que nos dá a ideia de que há algo ali — energia escura e matéria escura. Cosmologia tem esse hábito de olhar a grande escala das coisas, mas não tem o hábito de olhar a pequena escala das coisas. Talvez, isso seja o que falta para a física chegar a uma compreensão mais profunda do Universo. Talvez, isso seja o que falta para a física chegar a uma compreensão mais profunda do Universo. Talvez, isso seja o que falta para a física chegar a uma compreensão mais profunda do Universo.

foram detectados em experimentos na Terra e são fundamentais para a evolução da cosmologia. Mas, em cosmologia — área que estuda a estrutura e a evolução do Universo — até que ponto conseguimos compreender o Universo, antes de falarmos sobre o cosmos, vivemos nossa existência.

Você já pensou como os astros são pequenos da Terra, como em astronomia, e não perto quanto ao tamanho das coisas. Além disso, a física espacial das coisas parece não funcionar como a física da Terra. Isso, porém, não é o problema da física espacial, mas sim da física da Terra, que não consegue explicar a existência da matéria escura e da energia escura.

Um dos grandes problemas da física é a possibilidade de que a física não seja suficiente para explicar o Universo. Isso é o que nos dá a ideia de que há algo ali — energia escura e matéria escura. Cosmologia tem esse hábito de olhar a grande escala das coisas, mas não tem o hábito de olhar a pequena escala das coisas. Talvez, isso seja o que falta para a física chegar a uma compreensão mais profunda do Universo. Talvez, isso seja o que falta para a física chegar a uma compreensão mais profunda do Universo.

Cerca de 95% do cosmos é formado por dois elementos misteriosos que nunca foram detectados em experimentos na Terra e são fundamentais para a evolução do Universo

**Ilustríssima** mostra o aglomerado Abell 2219, formado pela coleção de galáxias e matéria escura. A matéria escura (em azul) está distribuída em relação às estrelas das galáxias (em laranja) e se arrasta quente (em verde).

Ilustríssima mostra o aglomerado Abell 2219, formado pela coleção de galáxias e matéria escura. A matéria escura (em azul) está distribuída em relação às estrelas das galáxias (em laranja) e se arrasta quente (em verde).

Ilustríssima mostra o aglomerado Abell 2219, formado pela coleção de galáxias e matéria escura. A matéria escura (em azul) está distribuída em relação às estrelas das galáxias (em laranja) e se arrasta quente (em verde).

**ANALDO BRANCO / CEFITEP**



# Acordo entre o CBPF e a Folha para a publicação, na 'Ilustríssima', de artigos de divulgação escritos por pesquisadores e colaboradores do CBPF.





# TCG – Indicador de Projetos Diretos para a Sociedade

## *Mural-Grafite da Ciência*

Projeto cultural de divulgação da ciência e de revitalização do espaço público



## Repercussão na mídia

IOP Publishing | f | t | y | r | Buyer's Guide | Jobs | Sign in | Register


physicsworld | Magazine | Latest | People | Impact | Collections | Audio and video | TOPICS

art and science

ART AND SCIENCE | BLOG

Rio de Janeiro unveils huge science graffiti


08 Jun 2018 Michael Banks



Wall art: physics-themed urban graffiti at the Brazilian Center for Physical Research in Rio de Janeiro.


The Brazilian Center for Physical Research (CBPF) in Rio de Janeiro has today inaugurated what it calls the largest urban graffiti dedicated to science.

Spanning 240 m<sup>2</sup>, the graffiti occupies the walls that enclose the institute. It is divided into eight segments that each touch on a specific theme including "the particle that changed Brazil", "from nano to the macro" and "in search of more". The "highlight", according to the CBPF, is "constructors of science" which features the faces of 100 scientists and is inspired



Advertisement

GOLD SUPPLIERS

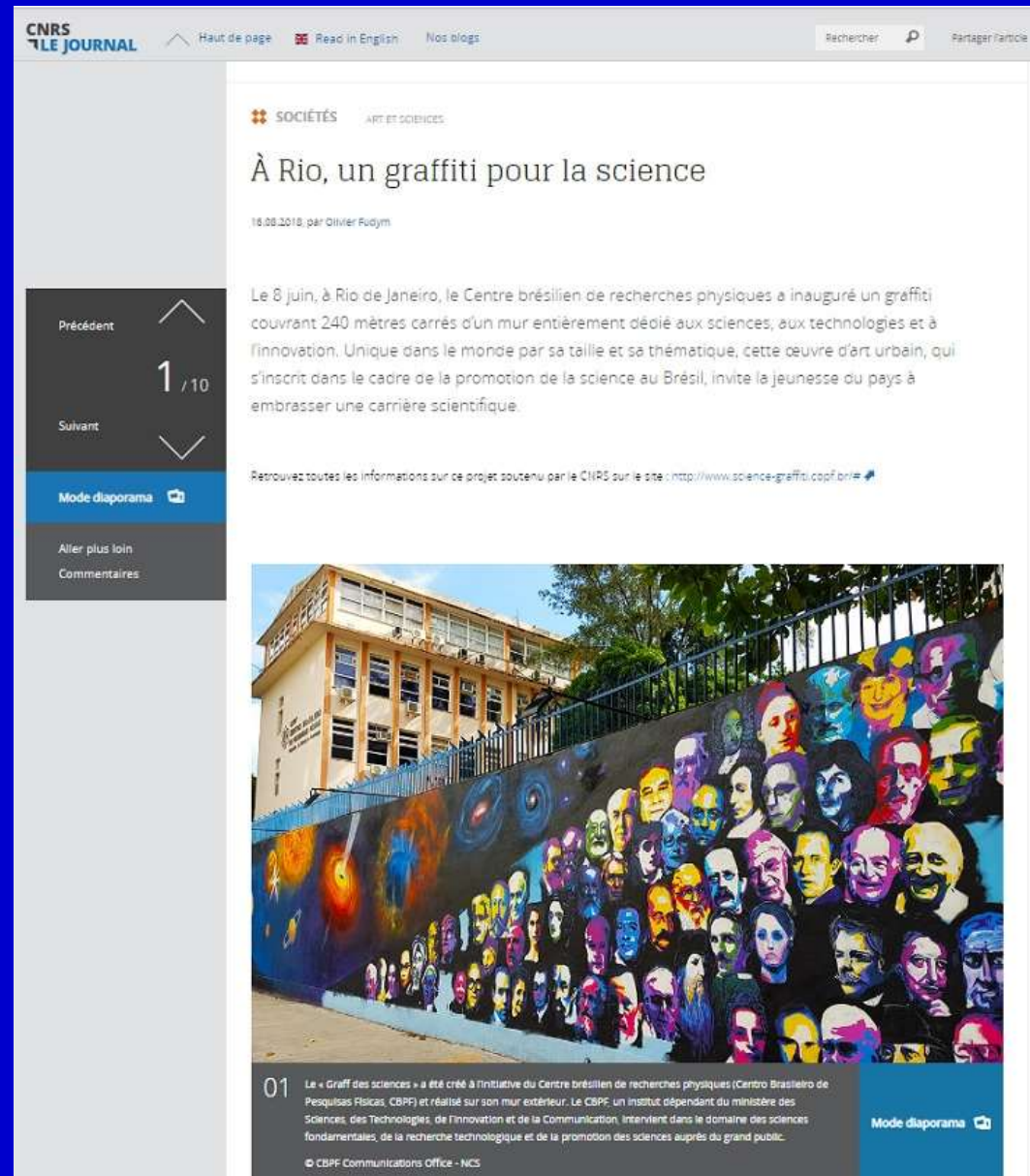


physicsworld | buyers guide

PT 13:42



## Repercussão na mídia



01 Le « Griff des sciences » a été créé à l'initiative du Centre brésilien de recherches physiques (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CBPF) et réalisé sur son mur extérieur. Le CBPF, un institut dépendant du ministère des Sciences, des Technologies, de l'Innovation et de la Communication, intervient dans le domaine des sciences fondamentales, de la recherche technologique et de la promotion des sciences auprès du grand public.  
© CBPF Communications Office - NCS



# Mural-Grafite da Ciência

## Repercussão na mídia

<https://lejournal.cnrs.fr/diaporamas/a-rio-un-graffiti-pour-la-science>  
<https://physicsworld.com/a/rio-de-janeiro-unveils-huge-science-graffiti/>  
<https://fotos.estadao.com.br/galerias/cidades,mural-faz-tributo-a-ciencia,36785>  
<http://www.cnrsrio.org/pt/inauguration-du-mur-de-la-science/>  
<https://messageirosideral.blogfolha.uol.com.br/2018/06/08/cbpf-inaugura-no-rio-maior-grafite-cientifico-do-mundo/>  
[http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/salaImprensa/noticias/arquivos/2018/06/Centro Brasileiro d e Pesquisas Fisicas inaugura grafite com grandes nomes da ciencia.html](http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/salaImprensa/noticias/arquivos/2018/06/Centro_Brasileiro_d_e_Pesquisas_Fisicas_inaugura_grafite_com_grandes_nomes_da_ciencia.html)  
<https://nossaciencia.com.br/noticias/grafite-urbano-dedicado-a-ciencia/>  
<https://adufrij.org.br/noticia/aula-no-muro-cbpf-inova-com-painel-interativo-sobre-arte-e-ciencia/>  
<http://jornalempoderado.com.br/filosofia-e-matematica-rivais-ou-complementares/>  
<https://www.revistamuseu.com.br/site/br/o-escriba/4851-04-06-2018-cbpf-ira-inaugurar-o-grafite-da-ciencia-em-junho.html>  
<https://fisicanaveia.blogosfera.uol.com.br/2018/06/08/cbpf-grafite-da-ciencia/>  
<http://revistapesquisa.fapesp.br/2018/06/08/ciencia-no-muro/>  
<http://minasfazciencia.com.br/infantil/2018/06/12/e-do-brasil-conheca-o-maior-grafite-de-ciencia-do-mundo/>

# Mural-Grafite da Ciência

## Repercussão na mídia

<https://www.paramulheresnaciencia.com.br/noticias/arte-e-ciencia-artista-cria-painel-gigante-de-grafite-no-rio-de-janeiro-para-homenagear-cientistas/>

<http://noticias.cenoticias.com/10710621?origin=relative&pageId=d709eca9-7c2d-4c52-b0e1-4884875cd924&PageIndex=2>

<http://pensaraeducacao.com.br/pensaraeducacaoempauta/ciencia-e-tecnologia-edicao-202/>

<https://medium.com/@eltonwade/rio-de-janeiro-revela-enorme-grafite-cient%C3%ADfico-945d193210aa>

<http://www.int.gov.br/noticias/8176-dirigentes-de-institui%C3%A7%C3%B5es-de-pesquisa-do-mctic-re%C3%BAnem-se-no-cbpf>

[http://www.uerj.br/publicacoes/uerj\\_emdia/853/UERJemDia\\_853.pdf](http://www.uerj.br/publicacoes/uerj_emdia/853/UERJemDia_853.pdf)

<https://theculturetrip.com/south-america/brazil/articles/you-can-solve-digital-puzzles-in-these-brazilian-street-art-murals/>

<http://portal.sbpcnet.org.br/noticias/quinta-da-boa-vista-foi-palco-do-dia-nacional-da-ciencia/>

<http://picbear.online/grafitedaciencia>

[http://ancelmo3.rssing.com/chan-52634304/all\\_p448.html](http://ancelmo3.rssing.com/chan-52634304/all_p448.html)

<https://www.diplomatie.gouv.fr/fr/politique-etrangere-de-la-france/diplomatie-scientifique/veille-scientifique-et-technologique/bresil/article/inauguration-par-le-centre-bresilien-de-recherche-en-physique-cbpf-d-un>

<http://www.francebelgiqueculture.com/feed-items/inauguration-par-le-centre-bresilien-de-recherche-en-physique-cbpf-dun-graffiti-de-la-science/>

## I – Eixo: Expansão , Consolidação e Integração do SNCTI:

- Pilar 1 – Promoção da Pesquisa Científica Básica e Tecnológica
- Pilar 2 – Modernização e Ampliação da Infraestrutura de CT&I
- Pilar 3 – Formação, Atração e Fixação de Recursos Humanos
- Pilar 4 – Promoção de Inovação Tecnológica nas Empresas
- *Temas Estratégicos – Ciências e Tecnologia Social*

 **89% - metas atingidas**