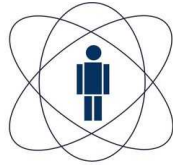


# **Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas**



**CBPF**

---

**Centro Brasileiro de  
Pesquisas Físicas**

**Programa de Capacitação Institucional - PCI 2018 - 2023  
Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Física e Áreas Afins no  
CBPF  
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas**

**Nome do Coordenador:** Márcio Portes de Albuquerque

## Sumário

<b>Apresentação .....</b>	<b>3</b>
<b>1 - Projeto 1: Pesquisa e Desenvolvimento em Física de Altas Energias e Raios Cósmitos .....</b>	<b>5</b>
<b>2 - Projeto 2: Pesquisa e Desenvolvimento em Física de Materiais, Nanociências e Física Aplicada .....</b>	<b>9</b>
<b>3 - Projeto 3: Pesquisa em Física Teórica .....</b>	<b>13</b>
<b>4 - Projeto 4: Pesquisa em Cosmologia, Astrofísica e Interações Fundamentais ..</b>	<b>16</b>
<b>5 - Projeto 5: Pesquisa e Desenvolvimento em Instrumentação Científica .....</b>	<b>20</b>
<b>6 - Projeto 6: Tecnologia da Informação e Computação .....</b>	<b>23</b>
<b>7 - Projeto 7: Inovação Tecnológica no CBPF .....</b>	<b>27</b>
<b>8 - Projeto 8: Documentação e Informação Científica .....</b>	<b>32</b>
<b>9 - Recursos Solicitados .....</b>	<b>36</b>

## Referências Bibliográficas

## Apresentação

Fundado em 1949, o CBPF desempenha função estratégica no desenvolvimento da Física no país. Desde o início, suas atividades propiciam um ambiente de efervescência intelectual e científica, atraindo cientistas de renome internacional e despertando o interesse de novas gerações pela física.

Atualmente o CBPF desenvolve pesquisa fundamental explorando temas da Física nos seus aspectos teóricos e usando ferramentas experimentais em áreas como a Física da Matéria Condensada, a Física Estatística e de Sistemas Complexos, a Informação Quântica, Cosmologia e Relatividade, Física Nuclear e de Altas Energias, Astropartículas, Física de Campos e Partículas. Os cientistas do CBPF atuam, também, em áreas multidisciplinares, como Ciência dos Materiais, aplicações da Física em questões da Biologia, Nanociências e Nanotecnologia. Ao longo do tempo a instituição adquiriu uma larga experiência em temas de inovação para a ciência, desenvolvendo instrumentação científica, *software* especializado, estruturas computacionais e infraestrutura de gestão científica para solucionar os desafios que são objeto de atenção de seus cientistas.

A excelência do instituto pode ser aferida pela posição de liderança em diversos indicadores nacionais e internacionais (*e.g.* número de publicações, qualidade da pesquisa e inserção internacional), utilizados para comparar a performance de instituições de pesquisa científica, tais como o *Nature Index* e o *Scimago Institutions Ranking*. Esta característica tem qualificado o CBPF para promover e sediar conferências, *workshops* e escolas internacionais em suas áreas de destaque. Somente nos últimos cinco anos a instituição organizou mais de vinte eventos de grande porte.

O CBPF desempenha um papel de liderança e articulação em atividades interinstitucionais coordenando redes de pesquisa e realizando projetos em parceria com universidades, institutos nacionais e internacionais. O instituto é a sede do Centro Latino Americano (CLAF), órgão da UNESCO que tem papel importante na articulação de acordos institucionais com diversos organismos internacionais. É, também, a sede da Rede Nacional de Física de Altas Energias (RENAFAE) - que envolve universidades em todo o país e é responsável por coordenar a participação brasileira nos projetos de grandes colaborações internacionais na física de altas energias e astropartículas – e do centro de operações da Iniciativa Europeia de Grid (*European Grid Initiative* - EGI) – para a América Latina (ROC-LA), que coordena uma enorme rede de computadores espalhada por vários países da região.

A partir da criação, em 2009, do programa de redes virtuais de pesquisas em áreas de fronteira da ciência e estratégicas para seu desenvolvimento, Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCTs), o CBPF tornou-se a sede do INCT de Sistemas

Complexos (INCT-SC), e participa também dos INCTs de Informação Quântica (INCT-IQ) e de Fotônica (INCT-INFO).

Desde a sua fundação, o CBPF apresenta um longo histórico de colaborações internacionais com importantes centros de pesquisa, teóricos e experimentais, em áreas da matéria condensada, multidisciplinar e altas energias com diversos países. Sua participação em grandes cooperações internacionais em Física de Altas Energias se iniciou na década de 1980, e hoje a instituição participa de experimentos no FERMILAB (Estados Unidos), CERN (Suíça), Observatório Pierre Auger (Argentina) e, mais recentemente, do projeto *Cherenkov Telescope Array* (CTA).

Nos últimos 15 anos, o instituto ampliou significativamente a sua infraestrutura experimental e técnica. Atualmente dispõe de laboratórios multiusuários e abertos à comunidade científica, além de uma área especializada no desenvolvimento tecnológico que conta com o apoio de laboratórios de eletrônica, criogenia e mecânica. A computação e as tecnologias de informação e comunicação constituem também parte essencial da instituição. Com uma infraestrutura computacional avançada a serviço da ciência, o CBPF coordena, em parceria com a Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) e a Fundação Carlos Chagas de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), as redes acadêmicas no Estado do Rio de Janeiro, constituindo um dos principais pontos de troca de tráfego da Internet brasileira.

O Programa de Capacitação Institucional (PCI) tem se constituído em instrumento fundamental para a implementação de uma política de excelência científica no CBPF. As bolsas do programa têm sido amplamente utilizadas pelos grupos de pesquisa tanto das áreas prioritárias quanto das áreas afins.

Neste novo projeto, os recursos solicitados visam dar continuidade às atividades inerentes à missão institucional do CBPF e contribuir para que as ações e metas estabelecidas no Plano Diretor para o período 2019-2023, que foram compatibilizadas com a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação - ENCTI 2016-2022, sejam alcançadas.

O Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), como instituto nacional e centro de referência em Física, realiza atividades que estão inseridas prioritariamente no Eixo Estruturante estabelecido na ENCTI 2016-2022 – Expansão, consolidação e Integração do Sistema Nacional de CT&I – e em sintonia com seus pilares fundamentais. As atividades contempladas pelos projetos desenvolvidos no âmbito do Programa de Capacitação Institucional - PCI no CBPF, conseqüentemente, envolvem os pilares fundamentais e seus respectivos objetivos gerais vinculados à nossa área de atuação e constituintes do Plano Diretor da Unidade.

## **Título do Subprograma: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Física e Áreas Afins no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas.**

### **1 - Projeto 1: Pesquisa e Desenvolvimento em Física de Altas Energias e Raios Cósmicos**

#### **1.1 – Introdução**

Com o advento dos grandes aceleradores no cenário da Física mundial, boa parte das pesquisas na área da Física das Partículas se direcionou atualmente para a área que designamos de Física das Altas Energias. Nela incluem-se também áreas correlatas, como as Astropartículas, presentes no CBPF desde os trabalhos pioneiros de Cesar Lattes, na época de sua fundação.

Essa área da física trata de questões ligadas à compreensão da estrutura fundamental da matéria, sua natureza, produção e comportamento no Universo é um dos focos do trabalho experimental e teórico dos cientistas do CBPF. Os grupos do CBPF são parte ativa dos trabalhos para a atualização (*upgrades*) em grandes colaborações internacionais, como os experimentos desenvolvidos no Centro Europeu para Pesquisas Nucleares (CERN) e estão associados, também, à concepção e construção de novos experimentos na área. Os desafios tecnológicos impostos pela exploração destas fronteiras do conhecimento têm um impacto profundo nos processos de inovação, estando na raiz dos grandes avanços em áreas diversas como computação em nuvem e grid, equipamentos para a área da saúde, processos industriais robotizados, etc. No Brasil, estamos apenas iniciando a exploração dos benefícios gerados pela pesquisa básica nos limites do conhecimento, mas já há desdobramentos em áreas da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior. O acesso a tecnologias avançadas coloca desafios para a indústria nacional, contribuindo para seu aprimoramento, em termos de competitividade e inserção internacional.

O CBPF também participa do projeto internacional CTA - Rede de Telescópios Cherenkov. O Observatório CTA – sigla derivada do acrônimo, em inglês, para Rede de Telescópios Cherenkov – representa a próxima geração de instrumentos para detectar objetos astrofísicos que sejam fontes cósmicas de raios gama. O projeto envolve a construção de dois sítios de telescópios, um no hemisfério Norte, na Espanha, e outro no hemisfério Sul, no Chile. Esse amplo conjunto de telescópios será um observatório de acesso livre e aberto à comunidade internacional de astrofísicos.

As instituições que trabalham nestas áreas estão essencialmente restritas ao eixo Rio - São Paulo. O CBPF desempenha um papel catalisador na disseminação da Física das Altas Energias pelo resto do País, em particular, em centros emergentes, provendo a infraestrutura de apoio que permite aos pesquisadores de outras regiões participar de forma eficiente no trabalho de pesquisa das grandes colaborações.

## 1.2 - Objetivo Geral

Desenvolver pesquisas em Física de Altas Energias e Astropartículas e atuar como centro nacional, apoiando os grupos que participam de projetos experimentais em colaborações internacionais.

### Objetivo Específico 1:

Produzir pesquisa avançada na área de Física Experimental de Altas Energias e Astropartículas, com impacto internacional significativo e avanços tecnológicos para a sociedade brasileira.

### Objetivo Específico 2:

Promover o contínuo intercâmbio de informações entre os membros do CBPF das áreas de Física Teórica e Experimental de Altas Energias e pesquisadores brasileiros e estrangeiros, visando estimular e expandir a pesquisa de alto nível.

### Objetivo Específico 3:

Assegurar e ampliar a participação dos pesquisadores, tecnologistas e estudantes da instituição nos grandes experimentos, buscando contribuir na gestão científica e no desenvolvimento tecnológico dos mesmos.

## 1.3 - Insumos

### 1.3.1 – Custeio

Descrever recursos de custeio destinados a diárias e passagens com o objetivo de:

a) Possibilitar a participação de consultores ou instrutores especializados, brasileiros ou estrangeiros, como forma de complementação da competência das equipes.

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita de especialistas e técnicos em AE, Astropartículas e ICAE* ao CBPF	Diárias/passagens	67.000,00

\* Altas Energias, Astropartículas e Instrumentação Científica para Altas Energias

### 1.3.2 – Bolsas

Descrever a necessidade de agregação de especialistas, pesquisadores e técnicos, com vistas à execução dos objetivos específicos do projeto 1, bem como, o quantitativo de bolsas PCI, por nível, necessárias à inclusão destes recursos humanos.

<b>Formação Acadêmica / Titulação</b>	<b>Área de Experiência</b>	<b>Objetivo Específico</b>	<b>PCI categoria/nível</b>	<b>Meses</b>	<b>Quantidade</b>
Doutorado	Física	1; 3	PCI-E2	12	5
Doutorado	Física	1; 2	D-A	60	2
Doutorado	Física/Engenharias	1; 2 e 3	D-B	60	1
Mestrado	Física/Engenharias/Computação	1;2	D-C	60	1
Graduação	Física/Engenharias/Computação	2	D-D	60	2
Técnica	Física/Engenharias/Computação	2	D-E	60	1

#### 1.4 - Atividades de Execução

Descrever as atividades que levarão ao cumprimento dos objetivos específicos do projeto 1.

<b>Atividades</b>	<b>Objetivo Específico</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metas</b>				
			<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>
Pesquisa em AE e AP*	1; 2	Projeto desenvolvido	4	5	5	6	6
Intercâmbio científico (visitas ao CBPF)	1; 3	Visita realizada	8	8	8	8	8
Desenvolvimento de IC e C** para a área	1; 2	Projeto desenvolvido	3	3	4	4	4

\* Altas Energias e Astropartículas

\*\* Instrumentação Científica e Computação

#### 1.5 – Cronograma de Atividades

<b>Atividades</b>	<b>Semestre</b>										
	<b>2019</b>		<b>2020</b>		<b>2021</b>		<b>2022</b>		<b>2023</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
Atividade 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Atividade 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Atividade 3		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

#### 1.6 – Produtos

Denominam-se produtos, os frutos diretos e quantificáveis das atividades do projeto, entregues imediatamente pela realização de suas atividades [1].

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Artigo publicado	1; 3	Nº de artigos por ano	150	160	170	180	190
Protótipo, técnica ou programa de computador desenvolvido	1; 2	Nº de protótipos, técnicas e programas.	2	2	3	3	3

### 1.7 – Resultados Esperados

Os resultados são mudanças observadas no curto/médio prazo sobre indivíduos, grupos ou instituições, como resultado da intervenção realizada [1].

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Desenvolvimento e difusão do conhecimento científico na área da Física de Altas Energias e Astropartículas	1; 2	Média anual das citações recebidas por artigos publicados pela área de AE e A.	-	100	200	230	250
Formação de recursos humanos para atuação na academia e indústria	1; 2; 3	Nº de Mestres e Doutores com teses na área de Altas Energias e Astropartículas defendidas na Pós-Graduação do CBPF.	-	-	4	5	5
Contribuição para o desenvolvimento da indústria nacional.	1; 2; 3	Nº de tecnologias geradas a partir da pesquisa em Altas Energias e Astropartículas	-	1	2	4	4

\* Altas Energias e Astropartículas.



## **2 - Projeto 2: Pesquisa e Desenvolvimento em Física de Materiais, Nanociências e Física Aplicada**

### **2.1 – Introdução**

A área de Física da Matéria Condensada, Materiais e Nanotecnologia vem recebendo forte investimento em todos os países desenvolvidos devido ao seu impacto para a sociedade e na economia mundial.

O CBPF tem longa tradição de pesquisa em Física Teórica e Experimental da Matéria Condensada, comprovada pela reputação internacional alcançada por trabalhos teóricos e pela alta qualidade da experimentação desenvolvidos por seus pesquisadores. Seguindo a tendência mundial, a física da matéria condensada teve notável crescimento no país nas últimas três décadas, acompanhado por uma forte evolução da infraestrutura experimental, e ocupa atualmente a 15<sup>a</sup> posição mundial na produção científica [Scimago/2014]. Atualmente o CBPF tem sólidos programas de pesquisa em áreas de vanguarda da Física da Matéria Condensada, Materiais e Nanociências, tais como: magnetismo, supercondutividade, informação quântica, spintrônica, magneto-orbitrônica e física de superfícies, dentre outras.

Nas últimas décadas a pesquisa em física em nível internacional também se expandiu para áreas multidisciplinares e tecnológicas. O Brasil tem acompanhado esta tendência e os temas multidisciplinares são recomendados como estratégicos nos planos nacionais de CT&I, nos últimos 15 anos. Além de contribuir para o avanço da ciência, a atividade nestas áreas tem sido também solicitada a contribuir de maneira decisiva para o desenvolvimento nacional através da explicação de fenômenos e da criação de tecnologias para uso na biologia, meio ambiente, produção de novos materiais, saúde humana, agricultura, energia, meios de comunicação e transporte.

Nos últimos 10 anos, a ampliação da infraestrutura laboratorial do CBPF permitiu um redirecionamento e ampliação das atividades multidisciplinares e uma maior capacitação institucional para o atendimento de demandas da comunidade científica e participação em projetos científicos e tecnológicos nacionais e internacionais. Entre as linhas de pesquisa multidisciplinares desenvolvidas na instituição destacam-se o estudo de mecanismos que controlam os fenômenos de mineralização e o biomagnetismo na nanoescala e o estudo de interações interfaciais de materiais com sistemas biológicos, na micro e na nanoescala. Esses estudos fundamentais têm sido o ponto de partida para o desenvolvimento, no CBPF, de novos materiais biocompatíveis para uso na área da saúde e para a criação de conhecimento original da toxicologia de nanomateriais.

Também neste período foi criado o Laboratório Multiusuário de Nanociências e Nanotecnologia (LABNANO), que oferece um conjunto de técnicas inovadoras para a realização de trabalhos de pesquisa de vanguarda na área de nanociências e nanotecnologia. O LABNANO é hoje um laboratório aberto e estratégico do MCTIC,

no âmbito da ENCTI e da Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia. Outros investimentos permitiram o reequipamento de laboratórios que passaram a atuar de forma aberta, como o de Superfícies e Nanoestruturas, Ressonância Magnética Nuclear, Magnetometria, Raios-X, Preparação de Materiais Avançados, Microscopia de Ponta de Prova e Crescimento de Monocristais. A infraestrutura do CBPF conta ainda com uma série de laboratórios multiusuários e outros vinculados a grupos de pesquisa da instituição. Toda essa infraestrutura permite ao CBPF atuar como referência nacional em Física da Matéria Condensada, Materiais e Nanociências e em temas multidisciplinares.

## 2.2 - Objetivo Geral

Desenvolver pesquisas em Física da Matéria Condensada, Materiais, Nanociências e temas multidisciplinares e atuar como centro nacional cooperando com instituições do país e do exterior.

### Objetivo Específico 1:

Produzir pesquisa avançada em Física da Matéria Condensada, Materiais e Nanociências e temas multidisciplinares, com desenvolvimento da instrumentação científica aplicada à área, com impacto internacional significativo e potenciais avanços tecnológicos para a sociedade brasileira

### Objetivo Específico 2:

Produzir desenvolvimento nas áreas de nanofabricação, nanodispositivos, nanomateriais e nanocompósitos incentivando o empreendedorismo e a cooperação do CBPF com empresas.

### Objetivo Específico 3:

Participar em projetos em áreas multidisciplinares e instrumentação científica, atuando em parceria com instituições e redes de pesquisa nacionais e internacionais.

## 2.3 - Insumos

### 2.3.1 – Custeio

Descrever recursos de custeio destinados a diárias e passagens com o objetivo de:

a) Possibilitar a participação de consultores ou instrutores especializados, brasileiros ou estrangeiros, como forma de complementação da competência das equipes.

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita de especialistas e técnicos em MA, NA e FA* ao CBPF	Diárias/passagens	75.870,00

\*Materiais, Nanociências e Física Aplicada

**\*\* Instrumentação Científica e Computação**

**2.3.2 – Bolsas**

Descrever a necessidade de agregação de especialistas, pesquisadores e técnicos, com vistas à execução dos objetivos específicos do projeto 1, bem como, o quantitativo de bolsas PCI, por nível, necessárias à inclusão destes recursos humanos.

<b>Formação Acadêmica / Titulação</b>	<b>Área de Experiência</b>	<b>Objetivo Específico</b>	<b>PCI categoria/nível</b>	<b>Meses</b>	<b>Quantidade</b>
Doutorado	Física / Biofísica	1; 3	PCI-E1	12	5
Doutorado	Física/ Biofísica	1; 2 e 3	D-A	60	2
Doutorado	Física/ Química/Biofísica	1; 2 e 3	D-B	60	2
Mestrado	Física/ Química/Biofísica	1; 2 e 3	D-C	60	1
Graduação	Física/ Química/Biologia	2;3	D-D	60	2
Técnico	Química/Mecânica Computação	2; 3	D-E	60	2

**2.4 - Atividades de Execução**

Descrever as atividades que levarão ao cumprimento dos objetivos específicos do projeto 1.

<b>Atividades</b>	<b>Objetivo Específico</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metas</b>				
			<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>
Pesquisa em MA; NA e FA*	1; 2; 3	Projeto desenvolvido	8	8	10	10	12
Desenvolvimento de IC e C** para a área	1; 2	Projeto desenvolvido	2	3	3	4	4
Intercâmbio científico (visitas ao CBPF)	1; 3	Visita realizada	8	10	10	12	12

\*Materiais, Nanociências e Física Aplicada

\*\* Instrumentação Científica e Computação

**2.5 – Cronograma de Atividades**

<b>Atividades</b>	<b>Semestre</b>										
	<b>2019</b>		<b>2020</b>		<b>2021</b>		<b>2022</b>		<b>2023</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
Atividade 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Atividade 2		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Atividade 3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

## 2.6 – Produtos

Denominam-se produtos, os frutos diretos e quantificáveis das atividades do projeto, entregues imediatamente pela realização de suas atividades [1].

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Artigo publicado	1; 3	Nº de artigos por ano	25	25	30	30	35
Protótipo, técnica ou programa de computador desenvolvido	1	Nº de protótipos, técnicas e programas.	2	2	3	4	4

## 2.7 – Resultados Esperados

Os resultados são mudanças observadas no curto/médio prazo sobre indivíduos, grupos ou instituições, como resultado da intervenção realizada [1].

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Desenvolvimento e difusão do conhecimento científico na área da Materiais, Nanociências e Física Aplicada	1; 2; 3	Média anual das citações recebidas por artigos publicados pela área de MA, NA e FA*	-	18	20	25	28
Formação de recursos humanos para atuação na academia e indústria	1; 2; 3	Nº de Mestres e Doutores com teses na área de Materiais, Nanociências e Física Aplicada defendidas na Pós-Graduação do CBPF	-	-	5	6	8
Contribuição para o desenvolvimento da indústria nacional	1; 2; 3	Nº de tecnologias geradas a partir da pesquisa em Materiais, Nanociências e Física Aplicada	-	1	2	4	4

\*Materiais, Nanociências e Física Aplicada

### **3 - Projeto 3: Pesquisa em Física Teórica**

#### **3.1 – Introdução**

O programa de Física Teórica agrupa áreas teóricas que estudam, em geral, sistemas que possuem energias de interação relativamente baixas e um grande número de partículas. A física teórica tem como atividade central a compreensão e formulação de modelos dos fenômenos físicos, baseados em paradigmas científicos nas áreas de física estatística e sistemas complexos, física clássica e física quântica, física atômica e molecular, física de fluidos e plasmas, física da matéria condensada, física matemática e ótica. Ela tem se constituído cada vez mais como atividade fundamental para o desenvolvimento tecnológico e a inovação. Experimentos com grande potencial de aplicação tecnológica são, em geral, baseados em modelos físicos desenvolvidos por pesquisadores destas áreas. Por esta razão, ela é uma atividade de pesquisa reconhecida por praticamente todos os países desenvolvidos como prioritária para o desenvolvimento da ciência. Como consequência, existem inúmeras instituições dedicadas à pesquisa em física teórica no mundo.

O CBPF sempre contou com físicos teóricos que são referência nacional e internacional, conseqüentemente, a pesquisa em física teórica tem sido desenvolvida com alto nível científico em áreas como a física estatística, matéria condensada, física matemática, informação quântica e teoria de campos. Em geral, os trabalhos em física teórica utilizam cada vez mais simulações computacionais intensivas, como alternativa a cálculos teóricos muito complexos, necessitando para isto de *cluster* de computadores cada vez maiores e de alta performance. Usando métodos analíticos e computacionais, diversos problemas importantes na fronteira do conhecimento são foco da investigação do corpo de pesquisadores em física teórica da instituição.

Nos próximos cinco anos, período compreendido por este projeto PCI, pretende-se ampliar a atuação do CBPF em física teórica, com ações prospectivas, indutoras de soluções para problemas fundamentais e desenvolvimento de novas áreas de pesquisa em física teórica no Brasil. O CBPF deverá funcionar cada vez mais como um centro aberto à comunidade nacional e internacional para realização de intercâmbio na área. Para tal, será utilizada a experiência acumulada nos últimos anos pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Sistemas Complexos (INCT-SC), sediado no CBPF, que integra atividades de 36 pesquisadores de 14 instituições do Brasil.

#### **3.2 - Objetivo Geral**

Desenvolver pesquisas em Física Teórica e atuar como centro nacional, cooperando com instituições do país e do exterior.

### Objetivo Específico 1:

Produzir pesquisa avançada na área de Física Teórica, com impacto internacional significativo.

### Objetivo Específico 2:

Ampliar a liderança do CBPF no país nas áreas temáticas mencionadas na introdução, promovendo intercâmbio científico com pesquisadores brasileiros e estrangeiros e participando de redes.

## 3.3 - Insumos

### 3.3.1 – Custeio

Descrever recursos de custeio destinados a diárias e passagens com o objetivo de:

a) Possibilitar a participação de consultores ou instrutores especializados, brasileiros ou estrangeiros, como forma de complementação da competência das equipes.

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita de especialistas em FT* ao CBPF	Diárias/Passagens	75.000,00

\*Física Teórica

### 3.3.2 – Bolsas

Descrever a necessidade de agregação de especialistas, pesquisadores e técnicos, com vistas à execução dos objetivos específicos do projeto 1, bem como, o quantitativo de bolsas PCI, por nível, necessárias à inclusão destes recursos humanos.

Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
Doutorado	Física / Matemática	1; 2	PCI-E1	12	5
Doutorado	Física/ Matemática	1; 2	D-A	60	2
Doutorado	Física /Matemática	1; 2	D-B	60	2
Mestrado	Física/ Matemática e Computação	2	D-C	60	1
Graduação	Computação	2	D-D	60	1
Técnico	Computação	1	D-E	60	1

### 3.4 - Atividades de Execução

Descrever as atividades que levarão ao cumprimento dos objetivos específicos do projeto 1.

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Pesquisa em FT	1; 2	Projeto Desenvolvido	5	5	6	8	8
Intercâmbio científico (visitas ao CBPF)	1; 2	Visita realizada	6	6	8	8	10
Desenvolvimento computacional voltado à pesquisa em Física Teórica	1; 2	Programa de computador ou técnica desenvolvido	1	2	2	3	4

\* Física Teórica

### 3.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Atividade 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Atividade 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Atividade 3		X	X	X	X	X	X	X	X	X

### 3.6 – Produtos

Denominam-se produtos, os frutos diretos e quantificáveis das atividades do projeto, entregues imediatamente pela realização de suas atividades [1].

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Artigo publicado	1; 2	Nº de artigos por ano	35	40	45	50	55
Programa de computador ou técnica desenvolvido	1; 2	Nº de programas ou técnicas	2	2	3	4	4

### 3.7 – Resultados Esperados

Os resultados são mudanças observadas no curto/médio prazo sobre indivíduos, grupos ou instituições, como resultado da intervenção realizada [1].

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Desenvolvimento e difusão do conhecimento científico na área da Física Teórica	1; 2	Média anual das citações recebidas por artigos publicados pela área de FT.	-	25	30	35	40
Formação de recursos humanos para atuação na academia e indústria	1; 2	Nº de Mestres e Doutores com teses na área Física Teórica defendidas na Pós-Graduação do CBPF	-	-	4	5	5
Aumento de colaboradores em redes, formais e informais, de pesquisa em Física Teórica	1; 2	Nº de participantes de redes de pesquisa associadas ao projeto	30	35	40	45	50

\* Física Teórica

#### 4 - Projeto 4: Pesquisa em Cosmologia, Astrofísica e Interações Fundamentais

##### 4.1 – Introdução

As investigações em Astrofísica, Cosmologia e Interações Fundamentais vêm sendo intensamente estimuladas, com investimentos maciços ao redor do mundo, incluindo o desenvolvimento de infraestruturas observacionais (no solo e em sondas espaciais) e de processamento de grandes volumes de dados. O impressionante avanço tecnológico das últimas décadas tem permitido explorar as fronteiras destas áreas e, assim, abordar concretamente alguns dos problemas mais fundamentais da Física, transformando-os em áreas estratégicas. Apesar de possuírem suas próprias questões e métodos, a Astrofísica, a Cosmologia e a Física das Interações Fundamentais estão fortemente interligadas: a pesquisa consistente em Cosmologia exige uma compreensão profunda de todas as interações fundamentais, em especial da gravitação; as Interações Fundamentais, por outro lado, encontram na Cosmologia e na Astrofísica, atualmente, a arena máxima onde podem ser testadas as diferentes teorias que as descrevem em escalas de tempo, espaço e energia que são inatingíveis para laboratórios terrestres, permitindo explorar ao máximo seus limites de validade.

Neste contexto, a pesquisa em Astrofísica, Cosmologia e Interações Fundamentais tem se desenvolvido de forma sistemática no Brasil, com a criação de novos grupos em



diversas regiões do país. Os pesquisadores que atuam nestas áreas no CBPF têm tido um papel fundamental para sua disseminação e crescimento. Nesses mais de 60 anos desde a fundação do CBPF, o trabalho de pesquisadores nestas áreas compreendeu a formação de pesquisadores, o intercâmbio sistemático com centros avançados da Europa e Estados Unidos, a promoção de inúmeros encontros, reuniões e workshops, a criação de uma estrutura de apoio à realização de pesquisa avançada, e a formação de recursos humanos, através da realização de escolas científicas – entre os quais destaquem-se as Escolas Brasileiras de Cosmologia e Gravitação, cursos regulares e especiais como as Atividades Formativas de Verão e o Programa Mínimo de Cosmologia (PMC)<sup>1</sup> - e a disseminação do conhecimento científico para diferentes setores da sociedade. Neste período, esses pesquisadores e seus associados publicaram mais de mil artigos científicos e orientaram mais de duas centenas de teses de mestrado e doutorado, formando pesquisadores que se espalharam pelo Brasil, levando a pesquisa científica em Física para outros centros. Na última década, o grupo expandiu sua atuação nos aspectos fenomenológicos e observacionais, liderando projetos e participando de colaborações internacionais.

A pesquisa realizada no CBPF abarca algumas das questões mais fundamentais dessas áreas, como a natureza da matéria e energia escuras; as condições do Universo primordial; propriedades de objetos compactos e geração de ondas gravitacionais; a natureza das interações fundamentais, sua unificação e a quantização da gravidade. A atuação nessas linhas de pesquisa envolve desde a fundamentação teórica até a realização de projetos observacionais, passando pela fenomenologia, simulações e análises de dados.

## **4.2 - Objetivo Geral**

Desenvolver pesquisas em Astrofísica, Cosmologia e Interações Fundamentais e atuar como centro nacional, cooperando com instituições do país e do exterior.

### **Objetivo Específico 1:**

Produzir pesquisa avançada na área de Astrofísica, Cosmologia e Interações Fundamentais, com impacto internacional significativo e avanços de relevância para a ciência brasileira.

### **Objetivo Específico 2:**

Participar de projetos em astrofísica e cosmologia observacionais, submetendo propostas de observação em telescópios e integrando colaborações internacionais nessa área.

---

<sup>1</sup> O Programa Mínimo de Cosmologia, instituído no Plano Diretor 2006-2010, visa proporcionar aos graduandos em Física e áreas afins os conceitos básicos relativos às áreas de Cosmologia, Astrofísica e Relatividade Geral em cursos itinerantes pelas universidades brasileiras.

### Objetivo Específico 3:

Desenvolver e disponibilizar em plataforma digital programas de computador (*software*) para pesquisa em Astrofísica e Cosmologia Observacional.

#### 4.3 - Insumos

##### 4.3.1 – Custeio

Descrever recursos de custeio destinados a diárias e passagens com o objetivo de:

a) Possibilitar a participação de consultores ou instrutores especializados, brasileiros ou estrangeiros, como forma de complementação da competência das equipes.

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita de especialistas e técnicos em AF, CO e IF* ao CBPF	Diárias/Passagens	65.000,00

\* Astrofísica, Cosmologia e Interações Fundamentais

##### 4.3.2 – Bolsas

Descrever a necessidade de agregação de especialistas, pesquisadores e técnicos, com vistas à execução dos objetivos específicos do projeto 1, bem como, o quantitativo de bolsas PCI, por nível, necessárias à inclusão destes recursos humanos.

Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
Doutorado	Física /	1; 2	PCI-E1	12	5
Doutorado	Física	1; 2	D-A	60	2
Doutorado	Física	1; 2	D-B	60	1
Mestrado	Física e Computação	3	D-C	60	1
Graduação	Computação	3	D-D	60	1
Técnico	Computação	3	D-E	60	-

#### 4.4 - Atividades de Execução

Descrever as atividades que levarão ao cumprimento dos objetivos específicos do projeto 1.

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Pesquisa em A, C e IF	1; 2	Projeto Desenvolvido	6	8	8	10	10
Intercâmbio científico (visitas ao CBPF)	1; 2	Visita realizada	6	6	8	8	10

Desenvolvimento computacional voltado à pesquisa em Astrofísica e Cosmologia Observacional	3	Programa de computador desenvolvido/ programa desenvolvido e disponibilizado	2	3	3	4	4
--	---	--	---	---	---	---	---

\* Astrofísica, Cosmologia e Interações Fundamentais

#### 4.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Atividade 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Atividade 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Atividade 3		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

#### 4.6 – Produtos

Denominam-se produtos, os frutos diretos e quantificáveis das atividades do projeto, entregues imediatamente pela realização de suas atividades [1].

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Artigo publicado	1; 2	Nº de artigos	20	25	27	30	35
Programa de computador desenvolvido	3	Nº de programas	2	3	3	4	4

#### 4.7 – Resultados Esperados

Os resultados são mudanças observadas no curto/médio prazo sobre indivíduos, grupos ou instituições, como resultado da intervenção realizada [1].

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Desenvolvimento e difusão do conhecimento científico na área da Astrofísica, Cosmologia e Interações Fundamentais	1; 2	Média anual das citações recebidas por artigos publicados pela área de A, C e IF.	-	80	100	130	150

Formação de recursos humanos para atuação na academia e indústria	1; 2	Nº de Mestres e Doutores com teses nas áreas da Astrofísica, Cosmologia e Interações Fundamentais defendidas na Pós-Graduação do CBPF	-	-	7	8	10
Infraestrutura aberta e disponível para cientistas e estudantes das áreas de Astrofísica, Cosmologia e Interações Fundamentais	3	Nº de participantes de redes e plataformas de dados de pesquisa nas áreas do projeto	40	50	55	60	70

\* Astrofísica, Cosmologia e Interações Fundamentais

## 5 - Projeto 5: Pesquisa e Desenvolvimento em Instrumentação Científica

### 5.1 – Introdução

A capacidade de desenvolver sua própria instrumentação é um fator determinante para a maturidade científica de um país e até hoje esta atividade é considerada um dos gargalos científicos no Brasil<sup>2</sup>. São os desafios científicos que mobilizam o desenvolvimento da instrumentação, exigindo infraestrutura sofisticada e pessoal com alta qualificação, atuando em questões tecnológicas de ponta e trazendo contribuições inovadoras. Além disso, a promoção de uma interação construtiva desta área com a indústria pode provocar mudanças de grande impacto, agregando métodos e técnicas provenientes da ciência ao setor produtivo.

A singularidade dos grandes experimentos científicos nacionais e internacionais em curso exige uma *expertise* científica e tecnológica que só pode ser alcançada através da parceria entre diversos grupos e, no caso internacional, entre diferentes países. Essa iniciativa é muito comum nos experimentos de física de altas energias, fusão nuclear, astrofísica e astropartículas, cosmologia observacional, etc.

<sup>2</sup> Fonte: Encontro Nacional de Física na Indústria (2013) / SBF/CGEE/MCTII: <http://www.ifsc.usp.br/~enfi/>; São Carlos/SP.

Em todo o mundo instituições de pesquisa básica, como o CBPF, têm importância fundamental no desenvolvimento da instrumentação científica. Desde sua fundação, o CBPF estruturou algumas áreas voltadas para o desenvolvimento de técnicas e tecnologias que tiveram, ao longo dos anos, papel de destaque. A instituição dispõe de diversos grupos e setores atuando em eletrônica, mecânica (inclusive para telescópios), sistemas de detecção, processamento de sinais e imagens, sensores e sistemas de processamento de materiais avançados e computação - desenvolvimento de programas (*software*) especializados e sistemas de computação em grade (*grid*). Estes grupos contribuem de forma relevante em projetos nacionais e internacionais. Esta vocação institucional para a instrumentação resultou na criação de um programa de pós-graduação dedicado exclusivamente à área - o Mestrado Profissional em Física com Ênfase em Instrumentação Científica -, que já formou mais de 50 mestres desde sua criação em 2000.

## 5.2 - Objetivo Geral

Desenvolver instrumentação científica, atuando em projetos institucionais, em colaborações nacionais e internacionais, contribuindo com novas técnicas e tecnologias que possam induzir inovações, com base científica, para a sociedade brasileira.

### Objetivo Específico 1:

Produzir resultados no desenvolvimento de Instrumentação Científica com significativos avanços tecnológicos nas áreas de eletrônica e mecânica, por meio de uma maior participação em projetos nacionais e internacionais e que possam trazer, também, benefícios para a sociedade brasileira

### Objetivo Específico 2:

Realizar pesquisa e desenvolvimento de instrumentos e novas técnicas para a Física Experimental e Aplicada nas áreas de pesquisa do CBPF.

## 5.3 - Insumos

### 5.3.1 – Custeio

a) Possibilitar a participação de consultores ou instrutores especializados, brasileiros ou estrangeiros, como forma de complementação da competência das equipes.

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita de especialistas e técnicos em IC* ao CBPF	Diárias e passagens	5.000,00

\* Instrumentação Científica

### 5.3.2 – Bolsas

Descrever a necessidade de agregação de especialistas, pesquisadores e técnicos, com vistas à execução dos objetivos específicos do projeto 1, bem como, o quantitativo de bolsas PCI, por nível, necessárias à inclusão destes recursos humanos.

<b>Formação Acadêmica / Titulação</b>	<b>Área de Experiência</b>	<b>Objetivo Específico</b>	<b>PCI categoria/nível</b>	<b>Meses</b>	<b>Quantidade</b>
Doutorado	Engenharias	1; 2	D-A	60	1
Mestrado	Engenharias	1	D-B/ D-C	60	1
Mestrado	Computação	1	D-C	60	1
Graduação	Engenharias/Computação	2	D-D	60	2
Técnico	Eletrônica	2	D-E	60	1
Técnico	Mecânica	2	D-E	60	1

### 5.4 - Atividades de Execução

Descrever as atividades que levarão ao cumprimento dos objetivos específicos do projeto 1.

<b>Atividades</b>	<b>Objetivo Específico</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metas</b>				
			<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>
Pesquisa em IC* para a Física experimental	1	Projeto de IC* desenvolvido	3	4	4	5	6
Desenvolvimento tecnológico para a pesquisa em Física Experimental e Aplicada	1	Protótipo, técnica, instrumento ou patente desenvolvido/apresentado.	3	3	4	5	6

\* Instrumentação Científica

### 5.5– Cronograma de Atividades

<b>Atividades</b>	<b>Semestre</b>									
	<b>2019</b>		<b>2020</b>		<b>2021</b>		<b>2022</b>		<b>2023</b>	
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Atividade 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Atividade 2		X	X	X	X	X	X	X	X	X

### 5.6 – Produtos

Denominam-se produtos, os frutos diretos e quantificáveis das atividades do projeto, entregues imediatamente pela realização de suas atividades [1].

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Artigo, Relatório ou Nota Técnica publicado	1	Nº de artigos, relatórios ou Notas Técnicas	3	4	4	5	6
Desenvolvimento tecnológico	2	Nº de protótipos, técnicas, instrumentos desenvolvidos ou pedidos de patentes submetidos	3	3	4	5	6

### 5.7 – Resultados Esperados

Os resultados são mudanças observadas no curto prazo sobre indivíduos, grupos ou instituições, como resultado da intervenção realizada [1].

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Formação de recursos humanos para atuação na pesquisa tecnológica e indústria	1; 2; 3	Nº de Mestres na área de Instrumentação científica formados na Pós-Graduação do CBPF	-	1	2	2	3
Contribuição para o desenvolvimento da indústria nacional	1; 2; 3	Nº de tecnologias geradas decorrentes da pesquisa em Instrumentação Científica	-	1	2	4	4

## 6 - Projeto 6: Tecnologia da Informação e Computação

### 6.1 – Introdução

Os avanços na área da comunicação nas últimas décadas são extremamente significativos. A infraestrutura de redes de computadores abriu espaço para arranjos colaborativos que permitem o compartilhamento de poderosos recursos computacionais geograficamente separados, alcançando uma capacidade de processamento da informação sem igual na história da humanidade.

Instituições de pesquisa em física, como o CBPF, requerem o desenvolvimento de projetos computacionais e informacionais que: (i) automatizem processos de medidas e/ou instrumentos; (ii) aumentem a capacidade de processamento e armazenamento; (iii) promovam a alta velocidade na comunicação e (iv) garantam a confiabilidade de seus sistemas. Embora estes sistemas computacionais tragam facilidades em seu fim, o seu desenvolvimento, aliado à pesquisa de ponta, se tornou bastante complexo e exige hoje uma equipe com formação científica e tecnológica que possa gerar soluções inovadoras para as demandas contínuas da pesquisa. De modo análogo, por meio da manipulação da informação (dados), as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) têm um papel estratégico para a melhoria dos sistemas de gestão das instituições, contribuindo diretamente para a produção científica, documentação e a própria gestão. Toda essa capacidade só poderá ser alcançada por meio de uma infraestrutura de qualidade e exige investimentos, atualização e manutenção periódicos.

Desde 1999, o CBPF participa da implantação e operação da rede acadêmica estadual (Rede-Rio/FAPERJ). A instituição coordena também o projeto e a implantação da nova infraestrutura de comunicação metropolitana do Rio de Janeiro (Redecomep-Rio). Este projeto, concebido dentro do CBPF em parceria com a RNP e a FAPERJ, constitui-se, atualmente, em uma malha metropolitana de fibras óticas (de mais de 300Km) operando na velocidade de 10 Gbps e utilizando a tecnologia DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*). Esta infraestrutura de rede, na qual o CBPF é o principal nó, atende mais de 80 instituições acadêmicas e 40 órgãos municipais, garantindo o acesso dessas instituições à espinha dorsal de comunicação (*backbone*) da Internet brasileira e mundial.

A instituição também dispõe de vários *clusters* de computadores para execução de sofisticados cálculos científicos e opera como um “TIER 2” da grade computacional (*grid*) do CERN, desempenhando também o papel de Centro de Operação da ROC-LA - *Grid* dedicada à pesquisa em Física de Altas Energias para a América Latina. Recentemente, um novo Centro de Processamento de Dados (*Data Center*) foi criado, ampliando este papel para outras áreas que também necessitam de grande necessidade de processamento computacional.

A velocidade na modificação e surgimento de novas tecnologias são as principais características dessa área, e acompanhar essas alterações, com foco no investimento para a Física, é determinante. O CBPF tem se preocupado ao longo dos últimos anos em disponibilizar à comunidade científica uma sofisticada infraestrutura de computação, viável para a realização das pesquisas institucionais e compatíveis com aquelas encontradas nos grandes centros internacionais.



## 6.2 - Objetivo Geral

Desenvolver a Computação, organizar e expandir a infraestrutura de processamento de alto desempenho, comunicação em redes de alta velocidade, segurança da informação e automação de experimentos, contribuindo para projetos institucionais, nacionais e internacionais, em articulação com instituições regionais e nacionais.

### Objetivo Específico 1:

Desenvolver programas e sistemas computacionais para experimentos em colaborações nacionais e internacionais do CBPF.

### Objetivo Específico 2:

Expandir a área de computação associada à instrumentação científica, com papel de destaque na automação de experimentos.

## 6.3 - Insumos

### 6.3.1 – Custeio

Descrever recursos de custeio destinados a diárias e passagens com o objetivo de:

a) Possibilitar a participação de consultores ou instrutores especializados, brasileiros ou estrangeiros, como forma de complementação da competência das equipes.

Finalidade	Item de Custeio (diárias/passagens)	Valor (R\$)
Visita de especialistas e técnicos em TI  e C* ao CBPF	Diárias/passagens	5.000,00

\* Tecnologia da Informação e Computação

### 6.3.2 – Bolsas

Descrever a necessidade de agregação de especialistas, pesquisadores e técnicos, com vistas à execução dos objetivos específicos do projeto 1, bem como, o quantitativo de bolsas PCI, por nível, necessárias à inclusão destes recursos humanos.

Formação Acadêmica / Titulação	Área de Experiência	Objetivo Específico	PCI categoria/nível	Meses	Quantidade
Doutorado	Computação	1; 2	D-B	60	-
Mestrado	Computação	1; 2	D-B/ D-C	60	-
Mestrado	Computação	1; 2	D-C	60	-
Graduação	Engenharias/Computação	1; 2	D-D	60	2
Técnico	Informática	1; 2	D-E	60	1

#### 6.4 - Atividades de Execução

Descrever as atividades que levarão ao cumprimento dos objetivos específicos do projeto 1.

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Desenvolvimento computacional voltado ao processamento de dados de alto desempenho e à automação de experimentos.	1; 2	Projeto de computação/automação desenvolvido	3	4	4	5	6
Pesquisa e desenvolvimento em redes computacionais.	1	Projeto de pesquisa/desenvolvimento em redes computacionais realizado	2	3	3	4	5

#### 6.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Atividade 1		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Atividade 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

#### 6.6 – Produtos

Denominam-se produtos, os frutos diretos e quantificáveis das atividades do projeto, entregues imediatamente pela realização de suas atividades [1].

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Programa de computador/técnica, instrumento ou processo de automação desenvolvido	1	Nº de programas de computador/técnicas, instrumentos ou processos de automação desenvolvidos	3	4	4	5	6
Artigo, Relatório ou Nota Técnica	2	Nº de artigos, relatórios ou Notas Técnicas	2	3	3	4	5

## 6.7 – Resultados Esperados

Os resultados são mudanças observadas no curto/médio prazo sobre indivíduos, grupos ou instituições, como resultado da intervenção realizada [1].

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Contribuição para o desenvolvimento da indústria nacional a partir da associação de recursos computacionais e automação de processos	1; 2	Nº de técnicas ou programas desenvolvidos em parceria com indústrias/empresas	1	2	2	3	4
Infraestrutura aberta e disponível para cientistas e estudantes das áreas de pesquisa desenvolvidas no CBPF	1; 2	Nº de participantes de redes e plataformas de dados de pesquisa em projetos de pesquisa dos quais o CBPF	100	150	180	200	210

## 7 - Projeto 7: Inovação Tecnológica no CBPF

### 7.1 – Introdução

Desde 1998, vários órgãos governamentais vêm implementando ações com o objetivo de promover iniciativas de atividades científicas e tecnologias com políticas industriais e econômicas. Isto tem sido executado por meio de instrumentos oficiais de planejamento tais como os Planos Plurianuais, a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação e as Políticas Industriais. Agregar os resultados da pesquisa científica e tecnológica à expansão econômica brasileira é um desafio perene para os principais atores envolvidos: cientistas, empresários e agentes governamentais. Atuar neste sentido é essencial para que as empresas brasileiras produzam pesquisas no país, desenvolvendo produtos e técnicas inovadores e se tornando competitivas no cenário mundial. O CBPF está inserido neste movimento, contribuindo com a pesquisa avançada em Física, com a produção de conhecimento básico e aplicado, alavancando o desenvolvimento nacional, em parceria com profissionais de diferentes áreas e como um polo de articulação com o setor produtivo.

A instituição tem participado do movimento de estruturação do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) contribuindo para que o país possa superar a defasagem em relação aos principais países promotores de inovação tecnológica. A partir de 2007, o CBPF criou o seu Núcleo de Inovação Tecnológica em parceria com outras Unidades de Pesquisa (UPs) do MCTIC no Rio de Janeiro, com o objetivo de desenvolver, induzir, implantar e/ou consolidar projetos que utilizem de forma ampla e aplicada a Lei de Inovação (Lei nº 10.973/2004 e mais recentemente o decreto que regulamenta o Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação, Lei nº 13.243/2016). Os mecanismos para isso têm sido a interação das áreas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, que induzem a inovação, além da disseminação e compartilhamento de experiências e integração das atividades relacionadas à Propriedade Intelectual e à Transferência de Tecnologia com alto valor técnico-científico entre parceiros de C&T e também com empresas.

Ao longo dos anos, as parcerias do CBPF com outras unidades do Ministério têm atuado de forma destacada na consolidação de atividades e diversos projetos com foco na inovação já foram estabelecidos em cooperação com empresas. É possível citar projetos com atividades de P&D que tem proporcionado a melhoria em workflows, o desenvolvimento de tecnologias, protótipos sofisticados e pedidos de patentes, registro de marcas e softwares. Atualmente a atividade de inovação no CBPF opera na forma de rede colaborativa, otimizando e compartilhando recursos, e atuando principalmente nas áreas de projetos de propriedade intelectual, prospecção tecnológica (de tecnologias maduras, normalmente em fase de protótipos operacionais), transferência tecnológica para o mercado, divulgação de tecnologia e sistemas de auxílio na gestão da inovação.

Ampliar as pesquisas aplicadas e multidisciplinares no CBPF e tornar cada vez mais ágil o ambiente de inovação, fortalecendo parcerias, é um dos desafios dessa área para o período desse subprojeto institucional.

## **7.2 - Objetivo Geral**

Fortalecer as atividades indutoras de inovação em articulação com o setor produtivo, incentivando o empreendedorismo, transferências de tecnologia e a cooperação do CBPF e de unidades parceiras empresas para fins de inovação com alto valor em ciência e tecnologia.

### **Objetivo Específico 1:**

Apoiar as atividades de inovação tecnológica em parceria com outras unidades de pesquisa, com empresas e com base no Marco Legal de C&T&I; estruturar a Política de Inovação do CBPF em conformidade com a missão institucional. Para que este objetivo específico seja alcançado serão revistas e/ou elaboradas normas internas para operacionalização das ações de inovação a serem realizadas no CBPF e nas instituições parceiras, como: acordos de cooperação, convênios, transferências de tecnologias,

prestação de serviços especializados para a inovação, compartilhamento de laboratórios avançados ou infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento, dentre outros.

### **Objetivo Específico 2:**

Atuar na prospecção e difusão de pesquisas e atividades indutoras de inovação em áreas de atuação do CBPF ou de unidades parcerias. Para que este objetivo específico seja alcançado o CBPF, em parcerias com outras unidades de pesquisa, pretende realizar as seguintes atividades: prospecção de produtos, processos, técnicas, tecnologias e sistemas que possam ter impactos inovadores em empresas; estabelecer metodologias de custos e valoração de serviços ou processos; elaboração de critérios para valoração de tecnologias com alto valor técnico-científico e estruturar a área de valoração e transferência de tecnologias.

### **Objetivo Específico 3:**

Atuar no aprimoramento do Programa "Cientista Empreendedor", que tem o objetivo de preparar os cientistas para desenvolverem e participarem em empreendimentos de alta tecnologia através de treinamentos, workshops e oficinas que abordam temas relacionados ao universo dos negócios. O propósito é estimular que os desenvolvimentos advindos de projetos científicos possam ser convertidos em produtos e serviços que atendam áreas econômicas estratégicas, contribuindo para o desenvolvimento econômico e social do país, utilizando como base, tecnologias geradas na fronteira do conhecimento.

## **7.3 - Insumos**

### **7.3.1 – Custeio**

Este projeto não prevê despesas de custeio.

### **7.3.2 – Bolsas**

Descrever a necessidade de agregação de especialistas, pesquisadores e técnicos, com vistas à execução dos objetivos específicos do projeto 1, bem como, o quantitativo de bolsas PCI, por nível, necessárias à inclusão destes recursos humanos.

<b>Formação Acadêmica / Titulação</b>	<b>Área de Experiência</b>	<b>Objetivo Específico</b>	<b>PCI categoria/nível</b>	<b>Meses</b>	<b>Quantidade</b>
Doutorado	Engenharias/Física	1;2;3	D-A	60	2
Doutorado	Engenharias/ Ciências /Direito	1;2;3	D-B	60	3
Graduação	Engenharias/Direito Comunicação Social	2;3	D-C	60	2

#### 7.4 - Atividades de Execução

Descrever as atividades que levarão ao cumprimento dos objetivos específicos do projeto 1.

Atividades	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
1. Mapeamento das criações produzidas no CBPF e em Unidades de Pesquisa parceiras com potencial de inovação com alto valor técnico-científico	1; 2	Mapeamento realizado	1	2	2	2	2
2. Desenvolvimento de material descritivo e ferramental multimídia e sua divulgação para o setor Empresarial/ Industrial e o público leigo, sobre atividades de inovação do CBPF e de unidades parceiras sobre pesquisas e inovações produzidas	1; 2	Material Produzido/ Material Divulgado	8	10	10	12	12
3. Estabelecimento de parcerias com o setor produtivo para transferência de tecnologias	1,2,3	Parceria estabelecida	2	3	4	5	6
4. Apoio à proteção das criações intelectuais e publicações resultantes das pesquisas desenvolvidas nas instituições do ponto de vista da propriedade intelectual	1,2,3	Proteção das criações intelectuais	4	5	6	6	6

5. Apoios ao empreendedorismo	1,3	Treinamentos de jovens cientistas para empreender com base na ciência.	2	3	3	3	3
-------------------------------	-----	--	---	---	---	---	---

### 7.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre										
	2019		2020		2021		2022		2023		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Atividade 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Atividade 2		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Atividade 3			X			X		X		X	
Atividade 4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Atividade 5		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

### 7.6 – Produtos

Denominam-se produtos, os frutos diretos e quantificáveis das atividades do projeto, entregues imediatamente pela realização de suas atividades [1].

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Relatório	1	Nº de relatórios	1	2	2	2	2
Portfólios, panfletos, matérias de divulgação para mídias sociais e vídeos	2	Nº de portfólios, panfletos matérias de divulgação e vídeos	8	10	10	12	12
Parceria para transferência de tecnologia	1	Nº de parcerias firmadas entre o CBPF ou de unidades parceiras com empresas para transferência de tecnologia	2	3	4	5	6
Criações intelectuais e protegidas	1	Nº de Criações intelectuais e protegidas no INPI	4	5	6	6	6

Jovens cientistas aptos a empreender com base na ciência.	3	Nº de eventos com jovens cientistas realizados.	2	3	3	3	3
---	---	---	---	---	---	---	---

## 8 - Projeto 8: Documentação e Informação Científica

### 8.1 – Introdução

A área de Documentação, Publicação e Divulgação da Produção Científica e Técnica do CBPF engloba as seguintes atividades: (i) atualização e preservação do acervo de livros e periódicos; (ii) editoração da produção científica e técnica institucional e (iii) divulgação do acervo impresso e digital para a sociedade e (iv) o acompanhamento e desenvolvimento de novas tecnologias para o tratamento, uso, recuperação e disseminação da informação.

Dentro dessa estrutura se destaca a Biblioteca do CBPF que é um dos maiores patrimônios da instituição, situando-se entre as mais completas da América Latina, na área de Física, com um acervo de mais de 21.300 livros, sendo 3.000 deles disponibilizados no formato digital, com informações registradas em base de dados e um importante acervo de obras raras dedicadas à ciência. Nos últimos anos tem-se buscado preservar e expandir seu acervo através da compra de livros com recursos institucionais e também através a submissão de projetos a agências de fomento. Em particular, entre os anos de 2011 e 2018 foram adquiridos, por intermédio de editais públicos para projetos de fomento, 2.500 livros, distribuídos nos dois formatos, além de uma enciclopédia digital de Física e licenças específicas de bases de dados para laboratórios abertos, multiusuários, tecnológicos do CBPF.

De uma maneira geral, todas as Bibliotecas dedicadas às atividades acadêmicas e científicas têm sofrido com a revolução da informação que acontece já há algumas décadas. O acesso à informação, antes restrito aos livros e periódicos encontrados em grandes centros bibliográficos, agora estão distribuídos em diversos dispositivos conectados à Internet (i.e. em escala global). Não raro é a diminuição de usuários presenciais assim como a relevância da referência da Biblioteca como fonte da informação. Em um primeiro momento, a informatização e digitalização do acervo equilibravam esta nova maneira de consulta. Porém logo se observou ser pouco eficiente para mudar a tendência da pouca relevância de sistemas de armazenagem de informação e de pesquisa oferecidos pelas bases de dados das Bibliotecas, de uma forma geral.



Hoje, o importante acervo que compõe a Biblioteca do CBPF está passando por uma mudança de paradigma no tratamento da informação. É necessário pesquisar e descobrir novas formas, processos e metodologias que irão contribuir como base de informação da atividade científica e tecnológica, reforçando o caráter dinâmico do tratamento e da disponibilização da informação específica no auxílio à pesquisa avançada.

Esta mudança conceitual é parte das metas do Núcleo de Informação C&T e Biblioteca do CBPF. Esta migração precisa de pesquisa, desenvolvimento e planejamento para que o processo seja eficaz dentro de toda a cadeia de processamento da informação. Cabe destacar a importância do desenvolvimento de sistemas com tecnologias voltadas para centros de informação, capazes de tratar, de maneira interativa e semântica, grandes volumes de dados (como por exemplo, a mineração de dados, sistemas de aprendizado de máquina, classificação e tabelas inteligentes). É importante que o desenvolvimento realizado esteja associado a sistemas pré-existentes em bibliotecas dedicadas à ciência (e.g. aqueles presentes nos grandes centros de P&D internacionais com os quais o CBPF mantém colaboração).

## **8.2 - Objetivo Geral**

Desenvolver e implementar áreas de atuação, sistemas tecnológicos, técnicas de classificação e processos de um Núcleo de Informação, modernizando atividades e fluxos de trabalho de um Centro de Informação dedicado à pesquisa em Física e áreas afins.

### **Objetivo Específico 1:**

Pesquisar, desenvolver e planejar processos que transformem o fluxo de trabalho para de uma Biblioteca dedicada à física para um ambiente dinâmico de um Núcleo de Informação.

### **Objetivo Específico 2:**

Desenvolver sistemas computacionais que utilizem técnicas atuais (inteligência artificial, *machine learning*, etc) no tratamento de BigData relativos à informação científica da área da Física e afins.

## **8.3 - Insumos**

### **8.3.1 – Custeio**

Este projeto não prevê despesas de custeio.

### 8.3.2 – Bolsas

Descrever a necessidade de agregação de especialistas, pesquisadores e técnicos, com vistas à execução dos objetivos específicos do projeto 8, bem como, o quantitativo de bolsas PCI, por nível, necessárias à inclusão destes recursos humanos.

<b>Formação Acadêmica / Titulação</b>	<b>Área de Experiência</b>	<b>Objetivo Específico</b>	<b>PCI categoria/nível</b>	<b>Meses</b>	<b>Quantidade</b>
Mestrado	Biblioteconomia	1	D-C	60	1
Graduação	Tecnologia da Informação	2	D-D	60	1

### 8.4 - Atividades de Execução

<b>Atividades</b>	<b>Objetivo Específico</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metas</b>				
			<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>
Estudo de classificação para descarte responsável de acervo defasado	1	Pesquisa realizada	1	2	2	2	2
Pesquisa e desenvolvimento de técnicas e ferramentas para o processo de mudança para Núcleo de Informação	1	Pesquisa realizada	1	1	1	1	1
Desenvolvimento computacional voltado ao processamento de dados relativos à informação científica da área da Física e afins	2	Sistema ou técnica de computação/automação desenvolvido	1	2	2	2	2

## 8.5 – Cronograma de Atividades

Atividades	Semestre									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Atividade 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Atividade 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Atividade 3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

## 8.6 – Produtos

Denominam-se produtos, os frutos diretos e quantificáveis das atividades do projeto, entregues imediatamente pela realização de suas atividades [1].

Produtos	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Nota técnica de classificação e descarte do acervo	1	Nº de notas técnicas publicadas	1	1	1	1	1
Artigo científico ou relatório na área de informação científica em Física	1	Nº de artigos ou relatórios publicados	1	2	2	2	2
Sistemas ou técnicas de computação relativos à informação científica	2	Nº de sistemas ou técnicas de computação/automação desenvolvido	1	2	2	2	2

## 8.7 – Resultados Esperados

Os resultados são mudanças observadas no curto prazo sobre indivíduos, grupos ou instituições, como resultado da intervenção realizada [1].

Resultados	Objetivo Específico	Indicadores	Metas				
			2019	2020	2021	2022	2023
Transformação da Biblioteca do CBPF em um Núcleo de Informação.	1	Relatórios que incluam número de eventos, visitas, opinião da comunidade.	2	2	2	2	2
Conjunto de sistemas de informação que padronizem o acesso global à informação científica e tecnológica do CBPF	2	Estatísticas gerais de utilização dos sistemas.	12	12	12	12	12

## 9 - Recursos Solicitados

Apresentamos, a seguir, a totalidade de recursos solicitados para o Subprograma de Capacitação Institucional do Centro Brasileiro de Pesquisas (CBPF) para o período **2019-2023**.

### Custeio:

Recursos de custeio destinados exclusivamente a diárias e passagens com o objetivo de:

a) Possibilitar a participação de consultores ou instrutores especializados, brasileiros ou estrangeiros, como forma de complementação da competência das equipes.

### PERÍODO 2019-2023

Custeio	Valor (R\$)
Diárias	1.100.000,00
Passagens	364.350,00
Total (R\$)	<b>1.464.350,00</b>

**PERÍODO 2019-2023**

<b>PCI</b>	<b>Categoria/ Nível</b>	<b>Mensalidade (R\$)</b>	<b>Meses</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor (R\$)</b>
PCI-D	A	5.200,00	60	11	3.432.000,00
	B	4.160,00	60	10	2.496.000,00
	C	3.380,00	60	8	1.622.400,00
	D	2.860,00	60	11	1.887.600,00
	E	1.950,00	60	7	819.000,00
	F	900,00	-	-	-
PCI-E	1	6.500,00	12	15*	1.170.000,00
	2	4.550,00	12	5**	273.000,00
Total (R\$)					<b>11.700.000,00</b>

\* Cada uma das 15 bolsas PCI-E1 terá duração de 12 meses

\*\* Cada uma das 5 bolsas PCI-E2 terá a duração de 12 meses

Considerando as demandas de **custeio e bolsas** para o Subprograma de Capacitação Institucional do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, o valor total para o período 2019-2023 é de **R\$13.164.350,00** (treze milhões, cento e sessenta e quatro mil, trezentos e cinquenta reais), dos quais **R\$ 1.464.350,00** destinam-se a despesas de custeio (diárias e passagens).

## Referências Bibliográficas

- [1] Avaliação de Políticas Públicas: Guia Prático de Análise Ex Ante, volume 1, IPEA, 2018.
- [2] BRASIL (2012). Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. Política de Propriedade Intelectual das instituições científicas e tecnológicas do Brasil. Relatório FORMICT 2011. 2 0 1 2. Disponível no link:  
[http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/inovacao/propriedade\\_intelectual/arquivos/Relatorio-Consolidado-Ano-Base-2016.pdf](http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/inovacao/propriedade_intelectual/arquivos/Relatorio-Consolidado-Ano-Base-2016.pdf).
- [3] CASTRO, A.; JANNUZZI, C.; MATTOS, F. *Produção e disseminação de informação tecnológica: a atuação da Inova – Agência de Inovação da UNICAMP*. Transinformação, v. 19, n. 3, p. 265-277, 2007.
- [4] CGEE. Parcerias Estratégicas. | Brasília - DF | v. 18 | n. 37 | p. 208 | jul-dez 2013.
- [5] Closs, L.Q. *A transferência de tecnologia universidade-empresa no contexto brasileiro: uma revisão de estudos científicos publicados entre os anos 2005 e 2009*. Gest. Prod., São Carlos, v. 19, n. 2, p. 419-432, 2012.
- [6] Decreto nº 9.283, de 7 de fevereiro de 2018 - regulamenta da Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004; e da Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016.
- [7] Dias, A.A, Porto GS. Gestão de Transferência de Tecnologia na Inova Unicamp. RAC, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, art. 1, pp. 263-284, Maio/Jun. 2013. Disponível <http://www.anpad.org.br/rac>
- [8] G. T. Campos; “A personalidade jurídica dos NITs à luz das novas alterações da Lei de Inovação”; Tese de Mestrado 2017 – MP/INPI, 2017.
- [9] Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação - ENCTI - 2016-2022, MCTIC, 2016.
- [10] Plano de Diretor da Unidade do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - 2017-2021, CBPF, 2017.
- [11] Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004 - dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo.
- [12] Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016 - dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação.
- [13] Portaria MCTI nº 251, de 12 de março de 2014.

[14] Portaria nº 4 de 15 de setembro de 2015 – Constitui o Comitê Gestor da Inovação (CGI), com a finalidade de implementar as diretrizes de gestão da política de inovação do MCTIC.

[15] SANTOS, MER et al. *Transferência de Tecnologia: estratégias para a estruturação e gestão de Núcleos de Inovação Tecnológica* (orgs.) Campinas, SP: Komed, 2009, 350p.