



CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS

Laboratório de Instrumentação Científica
Projeto Conceitual

Janeiro/2007

Comitê de elaboração do Projeto:

Ademarlaudo França Barbosa – Presidente

Alexandre Mello de Paula Silva

Geraldo Roberto Carvalho Cernicchiaro

Gilvan Augusto Alves

Ismar Thomaz Jabur

Luiz Carlos Sampaio Lima

Marcelo Portes de Albuquerque

Marcos de Castro Carvalho

INTRODUÇÃO

Um dos gargalos do desenvolvimento científico brasileiro é nossa deficiência em instrumentação. De fato, além de ser muito pouco desenvolvida no Brasil, existem poucas empresas que possam atender as encomendas dos cientistas, tanto para o desenvolvimento de novos instrumentos como para a manutenção de equipamentos importados. Isto torna nossa pesquisa cara, com forte dependência da importação de equipamentos e, em alguns casos, de serviços. Por isso costumo dizer que, apesar de a Ciência Brasileira ter atingido um alto nível, no cenário internacional, sua base de sustentação ainda é pouco profunda. A dependência externa não somente dificulta a continuidade dos trabalhos científicos em crises cambiais, pelas quais já passamos várias vezes, como também impede o desenvolvimento de trabalhos com instrumentação original, não ainda explorada em outros países. Esse diagnóstico foi claramente feito na publicação *Física para o Brasil – Pensando o Futuro*, da Sociedade Brasileira de Física.

A preocupação com a instrumentação científica tem sido constante no CBPF, que tem vários exemplos exitosos no desenvolvimento de equipamentos e instrumentação científica, começando com a construção do primeiro acelerador linear, no Brasil, há mais de quarenta anos. No entanto, a falta de continuidade dessa atividade, não somente no CBPF como em várias outras instituições científicas brasileiras, em particular no Rio de Janeiro, com o fechamento de oficinas, laboratórios eletrônicos, etc., em várias delas, torna preocupante a perspectiva futura.

Diante desse contexto, o CBPF decidiu incluir em seu planejamento estratégico a criação de um Laboratório de Instrumentação Científica, em parceria com outras instituições do Rio de Janeiro. Esta proposta foi entusiasticamente acolhida pelo Prof. Wanderley de Souza, então Secretário de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado do Rio de Janeiro, e pelo Prof. Nelson Velho de Castro Faria, Diretor do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Foi montada uma comissão, com representantes das duas instituições para elaborar o projeto conceitual do laboratório. Os trabalhos foram concluídos no início de 2007 e suas conclusões são apresentadas neste relatório.

Gostaria de agradecer a todos que colaboraram neste esforço, em particular os membros da Comissão pelo excelente trabalho realizado, e espero que este documento seja a pedra angular deste projeto altamente relevante para a comunidade científica do Rio de Janeiro.

Ricardo Galvão
Diretor do CBPF

ÍNDICE

Introdução	2
I – Apresentação	4
II – Justificativa	5
III - As áreas do LIC	7
3.1 Mecânica.....	8
3.2 Eletrônica.....	8
3.3 Detectores.....	11
3.4 Óptica.....	12
IV - Diretivas sobre a gestão do LIC	14
4.1 Orientação técnico-científica e financeira.....	14
4.2 Orientação administrativa.....	15
4.3 Interação com usuários.....	16
V – Projetos pilotos	19
6.1 Detector de antineutrinos para o reator de Angra dos Reis.....	19
6.2 Uso de radar para detecção de raios cósmicos e meteoros.....	21
6.3 Projeto AMIGA.....	22
6.4 LABNANO.....	24
VI – Infra-estrutura requerida	26
6.1 – Recursos humanos.....	26
6.2 – Recursos materiais.....	27
6.3 – Instalações de uso comum.....	31
VII – Estimativa de custos	33
Anexos	34
A1 – Mecânica.....	35
A2 – Eletrônica.....	40
A3 – Detectores	46
A4 – Óptica.....	55
Transcrição de cartas de apoio dos coordenadores de projetos	60

I – Apresentação

O Laboratório de Instrumentação Científica (LIC) está previsto no Plano Diretor do CBPF para o período de 2006 a 2010 como um dos Projetos Estruturantes da instituição. O Plano Diretor foi apresentado ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), e aprovado para execução desde o início do ano 2006. Entre as metas referentes à implantação do LIC, inclui-se a elaboração do presente projeto conceitual, a ser implementado a partir do ano 2007.

A motivação para tal iniciativa vem de uma presença marcante da Instrumentação Científica na história do CBPF. A esta foi acrescida uma reflexão recente por parte de seus pesquisadores e tecnologistas, em que ficou evidenciada a importância básica e estratégica desta atividade, tanto no nível interno quanto como vetor de ação projetada para a comunidade externa. Por estas razões, o LIC surgiu também naturalmente no contexto do evento de prospecção externa realizado durante o Planejamento Estratégico.

À parte o contexto nacional, em que a Instrumentação Científica tem adquirido relevância crescente, cumpre ressaltar seu papel como propulsor de inovações tecnológicas no cenário internacional. Em particular, o Brasil passa a disponibilizar, com o advento do LIC, uma facilidade ímpar na América Latina, dedicada ao desenvolvimento de soluções em Instrumentação Científica. Todos estes fatores foram considerados na elaboração deste projeto conceitual.

II – Justificativa

A investigação científica, seja no nível da pesquisa fundamental ou possivelmente mais ainda no nível da pesquisa aplicada, exige o desenvolvimento de instrumentos para medida de grandezas físicas. Reciprocamente, pode-se também afirmar que o desenvolvimento de tais instrumentos gera freqüentemente o avanço e a renovação de concepções acerca do próprio mundo físico, com impacto visível em todas as esferas da organização humana. Podemos citar, como exemplo desta assertiva, a invenção do gerador de raios-X, o interferômetro de Michelson-Morley, o *laser*, os reatores nucleares, os aceleradores que produzem radiação síncrotrônica, etc.

No CBPF, as áreas de investigação que envolvem o uso e o desenvolvimento de instrumentação incluem: supercondutividade, magnetismo, ressonância magnética nuclear, ciência dos materiais, detecção de partículas, biofísica, física de altas energias. Aqui foram desenvolvidos aceleradores de partículas, controladores de temperatura, computadores, sistemas de aquisição de dados, processos para síntese de materiais bio-compatíveis, criostatos, e muitos outros dispositivos que, tendo sido concebidos para uso no ambiente da pesquisa científica, encontram aplicações em diversas áreas.

Enquanto centro formador de recursos humanos, responsável pelo primeiro programa de pós-graduação em Física no país, coube ao CBPF também a oportunidade de criar o primeiro programa de Mestrado em Instrumentação Científica com caráter profissionalizante na área de Física. Programa este que, em vigor desde o ano 2000, já gerou produtos, processos e patentes, boa parte dos quais vinculados a colaborações internacionais.

Embora a missão do CBPF não seja a exploração do conhecimento científico com vistas a suas aplicações comercialmente rentáveis, o conjunto de suas linhas de ação constitui uma estrutura geradora de capacitação tecnológica e formação de recursos humanos qualificados para áreas não exclusivamente acadêmicas. Na mesma medida em que, em função de suas próprias demandas, representa um ambiente aberto e receptivo aos desenvolvimentos tecnológicos que ocorrem constantemente nos cenários nacional e mundial.

A postura do CBPF o mantém presente, de forma atuante, na vanguarda da pesquisa pertinente a suas áreas de investigação. Esta presença tem-se dado

mais por força de seu próprio interesse, e, portanto, mostra-se relativamente restrita a seu quadro de pesquisadores e tecnologistas. Entretanto, a qualificação requerida e as ações empreendidas em desenvolvimento de instrumentação para garantir esta postura tendem a ser, especialmente com o advento do LIC, estendidas a um conjunto maior de beneficiários.

A fim de favorecer e de dinamizar o processo de interação com a comunidade externa, em particular a transferência de tecnologia ao setor produtivo, o CBPF está atualmente implantando um Núcleo de Inovação Tecnológica. Trata-se de um programa, já financiado com recursos aprovados pela FINEP, a ser desenvolvido em parceria com dois outros institutos do MCT: o Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC) e o Observatório Nacional (ON).

Este contexto reflete uma orientação do CBPF sintonizada com a política nacional de ciência, tecnologia e inovação, minuciosamente prevista em seu Plano Diretor. O estabelecimento do LIC se enquadra como peça fundamental deste processo, destinada a consolidar o esforço empreendido.

III – As áreas do LIC

A comissão encarregada de fundamentar e de propor a implementação do LIC - instituída pelo Diretor do CBPF, em portaria de 01 de Junho de 2006 - identificou quatro grandes áreas de concentração, julgadas compatíveis tanto com a demanda externa por desenvolvimento de instrumentação científica, quanto com a capacitação científica e tecnológica do próprio CBPF.

Segundo a análise conduzida pela comissão, a ação das grandes áreas não se restringe à pesquisa e ao desenvolvimento de instrumentos destinados à pesquisa científica; estende-se também à prestação de apoio a outras instituições nacionais que se vêem limitadas em sua possibilidade de concretizar projetos nesta área.

Por outro lado, tendo em vista que a manutenção de uma infra-estrutura equipada e operante - tanto para apoio quanto para pesquisa e desenvolvimento – unicamente com recursos orçamentários é impraticável, é natural que as atividades do LIC sejam coordenadas de maneira a captar, pelo menos parcialmente, os recursos de que necessita.

A solução viável para esta questão é estabelecer desde o início da operação do LIC uma política de orientação a projetos. Atualmente, constata-se no cenário nacional que um grande número de projetos que dependem da produção e do desenvolvimento de instrumentação científica se encontram em vias de implantação. Ou seja, existem projetos com recursos financeiros já assegurados, cujo cronograma de metas coincide aproximadamente com o próprio cronograma previsto para a instalação do LIC, e que se beneficiariam diretamente da infra-estrutura a ser nele disponibilizada.

Atuar em conjunto com projetos em fase de implementação representa um processo que beneficia e impulsiona ambas as partes. Os projetos contratados dispõem de uma estrutura de recursos materiais e humanos de excelente qualificação, enquanto que o LIC contabiliza ganhos em qualificação para atender novas demandas. Estes dois aspectos propiciam, entre outras, a possibilidade de o LIC atender, sem ônus, as solicitações de outras instituições públicas numa escala que não demande recursos de grande monta.

Apresenta-se a seguir uma exposição sucinta a respeito de cada uma das quatro áreas. Uma descrição mais detalhada está disponível nos anexos.

3.1 – Mecânica [Anexo A1]

Seguramente, a área de Mecânica constitui um setor básico para o desenvolvimento de instrumentação. Entretanto, os equipamentos requeridos e o nível de qualificação da mão-de-obra envolvida tornam proibitiva a instalação de oficinas em todas as instituições ou empresas que necessitem sua intervenção.

No LIC estarão instaladas as facilidades para prestar apoio nas seguintes fases da realização de dispositivos mecânicos: projeto, fabricação, montagem e ajuste, documentação. Estas mesmas facilidades qualificarão a área de Mecânica para atuar em um nível além do mero apoio técnico, qual seja: a participação direta em projetos de grande porte.

Esta perspectiva não é apenas uma pretensão do LIC, mas antes o resultado de uma previsão realista no que concerne à necessidade nacional e à qualificação anunciada pelo CBPF. Observe-se, a este respeito, a participação do CBPF e de outras instituições brasileiras em experimentos internacionais nas áreas de pesquisa de fronteira em física (exemplos: CERN na Europa e Fermilab nos Estados Unidos). Tal participação se sustenta na medida em que é possível a realização, entre outros, de sistemas mecânicos de alta qualidade, tais como: detectores, câmaras de vácuo, guias de onda, etc. Estes sistemas pressupõem uma sofisticada infra-estrutura envolvendo tornos, fresadoras, retíficas, serras, furadeiras e outros aparatos correlatos. Diante desta conjuntura, a concentração, no LIC, de um parque dedicado à mecânica de precisão projeta um novo patamar de qualidade para todos seus usuários.

3.2 – Eletrônica [Anexo A2]

A importância geral da área de Eletrônica é tão indiscutível quanto a da área de Mecânica. A diversidade e o grau de sofisticação das subáreas da eletrônica nos levam a restringir o campo de atuação do LIC neste domínio, de forma a atender prioritariamente as necessidades de usuários da instrumentação científica no âmbito regional. Nota-se, neste contexto, que não há oferta na região do Rio de Janeiro de serviços básicos de eletrônica, como, por exemplo, a confecção de circuitos impressos com mais de duas camadas ou a utilização de

componentes do tipo SMD (*Surface Mounted Devices*), amplamente empregado nos circuitos eletrônicos de última geração.

A própria oferta comercial de componentes eletrônicos de alto desempenho é bastante limitada regionalmente; mais ainda a disponibilidade de recursos humanos e empresas qualificadas para o desenvolvimento de circuitos analógicos e digitais envolvendo alta escala de integração.

Considerando-se estes fatores, planeja-se dotar o LIC com as seguintes classes de especialidades em eletrônica:

- Projeto, Fabricação e Montagem de Circuitos Impressos. Esta facilidade prevê o desenvolvimento de circuitos eletrônicos de alta tecnologia, realizando o projeto do esquemático, geração da arte final e da placa de circuito impresso (PCB – *Printed Circuit Board*). Esta subárea do LIC deverá realizar também a simulação do circuito, a análise da integridade do sinal após a confecção da placa e a soldagem dos componentes (incluindo SMD). Ao final, um protótipo com documentação técnica detalhada deve ser fornecido. Pretende-se, assim, atender uma demanda genérica de grande quantidade de usuários, tais como grupos de pesquisa, instituições públicas e privadas que necessitem desenvolver ou fabricar circuitos eletrônicos em pequena quantidade e estudantes em projetos de tese ou estágios de graduação.

- Desenvolvimento de Sistemas de Aquisição de Dados e Controle de Experimentos. Trata-se do estabelecimento de uma das atividades tradicionais conduzidas por físicos e engenheiros no CBPF. Destina-se à realização de projetos de automação de experimentos, consistindo no desenvolvimento de sistemas computacionais para a aquisição de dados em tempo real e controle de experimentos utilizando interfaces comumente empregadas em instrumentos científicos e equipamentos industriais, como, por exemplo, GPIB (IEEE-488), VME (*VersaModule Eurocard Bus*), USB, Ethernet, etc. Experimentos científicos solicitam sistemas de aquisição de dados cada vez mais desafiadores em termos de capacidade de processamento, armazenamento de dados, rapidez no desenvolvimento, etc. Há que se ressaltar que nem sempre existem soluções comerciais para este tipo de demanda, e, quando existem, geralmente implicam custo elevado. O trabalho dos profissionais desta área inclui a integração de dispositivos padrões e comerciais aos aparatos científicos.

- Processamento de Sinais e Imagens. A teoria de sinais é considerada como a base para a instrumentação eletrônica. Na maioria das vezes, um experimento físico procura extrair algum tipo de informação veiculada em um sinal. Dessa forma, as técnicas de processamento de sinais, e mais recentemente de processamento de imagens, podem ser empregadas tanto em ambientes científicos quanto em ambientes mais genéricos como, por exemplo, aplicações industriais e médicas. A aplicação de técnicas de processamento de sinais em instrumentos é fundamental para o desenvolvimento científico e tecnológico do país, e contará no LIC com estrutura material e humana compatível com a demanda já identificada. Ademais, uma das maiores necessidades da instrumentação científica atual são projetos que necessitam de processamento veloz dos dados, o que exige o uso de processadores de sinais digitais (DSP - *Digital Signal Processors*) de última geração. O ambiente de trabalho associado aos DSPs estará contemplado no LIC.

- Eletrônica de Potência. Experimentos físicos modernos utilizam cada vez mais instrumentos científicos que empregam circuitos de alta potência como, por exemplo, fontes de alta tensão, fontes pulsadas para controle de eletroímãs e outras aplicações. Dessa forma, é importante que o LIC disponha de pessoal capacitado nas novas tecnologias em eletrônica de potência visando desenvolver, entre outros, mecanismos de minimização de interferência eletromagnética, circuitos para acionamento de máquinas elétricas com cargas de grande potência, controle de motores elétricos, dispositivos de potência microprocessados, etc.

- Computação. Esta área de ação destina-se ao desenvolvimento de simulações numéricas de problemas da física computacional. Tais simulações requerem o conhecimento aprofundado do *hardware* de computador, de programação paralela para ambiente computacional de alto desempenho e de redes de alta velocidade. Atualmente, para o desenvolvimento e teste de programas paralelos, não é necessário um supercomputador, bastando o uso de linguagens de programação que permitam tal desenvolvimento em ambientes de pequenos *clusters* computacionais. Após o desenvolvimento do programa, este deve ser executado em supercomputadores ou em grades computacionais disponíveis no Brasil ou no exterior. Para esta atividade está previsto o desenvolvimento de aplicações e modelagem utilizando a programação paralela e distribuída por meio das linguagens C/C++, MPI, Charm++. Esta área também

será responsável pelo gerenciamento da rede local (LAN) e da conexão do LIC à Internet. No CBPF, os profissionais que atuavam em eletrônica se encarregaram de introduzir e de disseminar as redes de microcomputadores e este trabalho evoluiu para um alto nível de capacitação, que teve como resultado a atribuição ao CBPF da tarefa de coordenar a Engenharia e Operações da Internet acadêmica do Rio de Janeiro (Rede Rio de Computadores - Projeto especial da FAPERJ). Esta *expertise* será estendida ao LIC, de forma a agregar-lhe estrutura computacional tanto para seu funcionamento interno quanto para a abordagem de temas específicos da computação científica aplicada.

3.3 Detectores e Sensores [Anexo A3]

Detectores de partículas estão presentes em praticamente todas as frentes de pesquisa em Física. Os modelos concebidos para se entender a estrutura fundamental da matéria, por exemplo, são testados pelas observações experimentais, que passam pelo desenvolvimento de detectores específicos, instalados junto a aceleradores que reproduzem condições extremas de interação entre partículas. Tais modelos, além de se prestarem à prospecção dos componentes do universo físico no nível subatômico, orientam as investigações sobre a estrutura do próprio universo em escala cosmológica.

No campo da investigação do comportamento da matéria em estado condensado, que freqüentemente traz inovações tecnológicas e aplicações mais visíveis do conhecimento científico, também figuram os sistemas de detecção como instrumentos imprescindíveis. Como exemplo, podemos listar as diversas técnicas de espectroscopia, em que é necessária a detecção de raios-x, de raios gama, de nêutrons e de outras partículas ionizantes.

O desenvolvimento de detectores de radiação implica a integração de diferentes tecnologias (geradores de alta tensão, amplificadores especiais, transmissores de sinais, interfaces analógico-digital, processadores de informação...), ao mesmo tempo em que gera soluções inovadoras para problemas apresentados pela física experimental. A capacitação nesta área da instrumentação científica é essencial para o empreendimento de investigações em muitos outros domínios.

Considerando-se que a observação de quaisquer grandezas físicas segue e requer o mesmo conjunto de processos mobilizados na detecção de partículas, é natural que o LIC, estando habilitado para esta ação, também o esteja para atuar na integração de sistemas envolvendo sensores e transdutores diversos. Este fato aponta para a possibilidade de o LIC atender uma comunidade ampla de usuários fora do ambiente acadêmico e científico. Mesmo a instrumentação estritamente relacionada à detecção de radiação encontra aplicações fora deste ambiente. Isto se evidencia na área de medicina, que necessita rotineiramente de detectores para uso em radioterapia, radiografia, dosimetria, tomografia, etc.

Seguindo o critério de capacitação do CBPF em sintonia com a demanda de usuários externos, a área de detectores do LIC estará equipada e estruturada para desenvolver projetos envolvendo: cintiladores, detectores a gás, semicondutores, aplicações médicas e aplicações industriais.

3.3 Óptica [Anexo A4]

Uma renovação do conhecimento e, conseqüentemente, do pensamento humanos foi promovida a partir das observações do céu conduzidas por Galileu a partir do século XVI. O instrumento utilizado era o telescópio, que ele próprio aprimorou, e que desde então não cessa de evoluir. Igualmente, a investigação sobre as propriedades da luz, desde o tempo das primeiras concepções aventadas até os dias atuais, gerou um grande arsenal de dispositivos ópticos que foram incorporados em praticamente todos os campos da atividade humana.

Os telescópios modernos incluem sensores de luz capazes de registrar não somente a imagem, como também a composição espectral da luz proveniente de objetos cosmológicos. Esta composição espectral, por sua vez, está relacionada à composição química do objeto observado. Daí segue um impacto destas observações sobre a concepção de mundo cientificamente aceita, e se evidencia o papel desempenhado pelo desenvolvimento de tecnologia em instrumentação.

À parte as inúmeras aplicações científicas dos dispositivos e dos processos ópticos, há uma diversidade incontável de aplicações dos mesmos em atividades domésticas, industriais, militares, médicas, etc. A importância desta área é portanto inquestionável, e sua implementação no LIC passa necessariamente por uma restrição a subáreas nas quais seja possível uma atuação competitiva. Em

função destas subáreas, foram definidas as seguintes divisões para a área de Óptica no LIC:

- Oficina de óptica. Destinada a produzir com precisão componentes tais como lentes, prismas, espelhos e filtros, para uso em microscópios, *lasers* e sistemas de imagens;

- Laser e óptica não-linear. Capacitada a projetar e produzir dispositivos a *laser*, usados em medidas de distância, alinhamento, modulação, análise de imagens, etc;

- Divisão médico-oftalmológica: Para oferecer produtos e serviços na área de oftalmologia, entre eles: microscópio cirúrgico, paquímetro de córnea, pupilômetro, campímetro, etc;

- Divisão odontológica: Atendimento da comunidade de médicos odontológicos que necessitem dispositivos ópticos envolvendo *lasers* e outros componentes ópticos.

IV – Diretivas sobre a gestão do LIC

Uma vez que o LIC se anuncia como facilidade destinada a atender - além da demanda interna do CBPF - projetos de usuários externos, faz-se necessária uma avaliação das possíveis alternativas de gestão para sua estrutura técnica e administrativa.

O ponto de partida para esta avaliação é certamente a constatação de que o custo operacional de uma estrutura dedicada a multiusuários ultrapassa o volume de recursos orçamentários tipicamente alocados a um instituto público de pesquisas singular como o CBPF. Ou seja, é reconhecidamente inviável que o próprio CBPF proveja, unicamente com recursos de seu orçamento atual, o atendimento de usuários externos, sobretudo em projetos de grande porte.

Por outro lado, o investimento em um parque de oficinas e laboratórios altamente qualificados para a atuação em instrumentação científica, que atenda distintas comunidades, representa uma aplicação eficaz de recursos financeiros, na medida em que concentra ações que, de outra maneira, estariam dispersas de forma repetitiva em vários institutos, com resultados certamente menos eficazes.

Outro aspecto que destaca o benefício de uma tal facilidade em instrumentação é o fato de que usuários externos detentores de recursos para financiar seus projetos, ao dispor de um apoio essencial, com ônus limitado, poderão utilizar esses recursos de forma mais eficiente.

Deduzimos, assim, o imperativo de que sejam associadas, para fins de implementação do LIC, as ações de aplicação de recursos orçamentários e de captação de recursos externos.

4.1 Orientação técnico-científica e financeira

Uma alternativa clara para a consolidação do LIC é, portanto, a combinação de um investimento em infra-estrutura com outro em manutenção e aprimoramentos. É certo que estes dois investimentos seriam desproporcionais caso fossem pensados isoladamente. Entretanto, um planejamento adequado pode prever a injeção de recursos em infra-estrutura na fase embrionária do empreendimento, seguida pela contribuição captada dos próprios projetos que se beneficiarão com o mesmo. Desta forma, a fração investida em infra-estrutura

seria função dos projetos inicialmente atendidos. O crescimento dos investimentos, tanto em infra-estrutura quanto em operação, se daria concomitantemente à demanda.

Esta estratégia pressupõe uma política técnico-científica orientada aos projetos. Estes, supostamente, dispõem de recursos para a condução de algum programa de atividades que exija desenvolvimento, produção ou serviços em instrumentação científica. Mediante contrato com o LIC, os usuários e seus projetos são atendidos de acordo com suas necessidades, financiando os custos operacionais envolvidos – tanto em recursos materiais quanto em recursos humanos. Em contrapartida, o LIC lhes disponibiliza uma organização consolidada pelo investimento em infra-estrutura.

4.2 Orientação administrativa

O papel da estrutura de gestão administrativa do LIC é fundamental para garantir seu funcionamento. Mais que isto, pode-se antecipar que uma gestão planejada e realizada de acordo com as aspirações aqui delineadas terá a propriedade de impulsionar e de aperfeiçoar o LIC no cumprimento de sua missão.

Ressalte-se que esta função não cabe ao quadro de pessoal responsável pela execução de projetos técnicos e científicos no LIC. Idealmente, os quadros de gestão e de execução estarão de tal modo constituídos que um alimente o desempenho do outro, permanecendo, entretanto, independentes.

Vislumbra-se a necessidade de pelo menos três setores do quadro administrativo, operando de modo a garantir as melhores condições para o desempenho do LIC em seu conjunto:

- Setor de operação: destinado a manter ativa e operante toda uma estrutura de serviços de apoio, incluindo desde a administração das instalações físicas até o mecanismo de realização de compras, pagamentos, contabilidade, etc;

- Setor de prospecção: voltado ao público, ou seja, aos usuários e clientes do LIC, com a função de identificar novos projetos e de garantir a condução de projetos em execução, em particular no que concerne à captação e aplicação de recursos.

- Setor de ação: dedicado à interação com o quadro interno de pessoal técnico-científico, proporcionando-lhe a agilidade necessária à execução dos projetos, incluindo o monitoramento das tarefas e as respectivas prestações de contas.

A presença destes três setores não implica o estabelecimento de três compartimentos estanques do quadro de gestão. Em vez disto, espera-se uma ação conjunta e harmônica, visando à máxima eficiência e flexibilidade.

4.3 Interação com usuários

Dada a premissa de que os usuários do LIC constituem sua base de sustentação, inclusive do ponto de vista financeiro, daí decorre a necessidade de se articularem procedimentos administrativos que viabilizem a interação entre as partes.

Antes, porém, de definir e de planejar tais procedimentos, cumpre identificar os prováveis usuários. Neste sentido podemos apontar:

- Usuários permanentes ou de longo prazo: nesta categoria se enquadram o CBPF e os institutos de pesquisa do MCT, assim como as Universidades públicas do Estado do Rio de Janeiro. Em particular a Universidade Federal do Rio de Janeiro, cujo interesse já foi manifestado e traduzido pela disposição em prover alocação física para o LIC no território da própria Universidade, na Ilha do Fundão;

- Usuários freqüentes ou de médio prazo: pesquisadores, grupos de pesquisa, instituições públicas ou privadas que solicitem apoio do LIC na escala de tempo entre meses e anos;

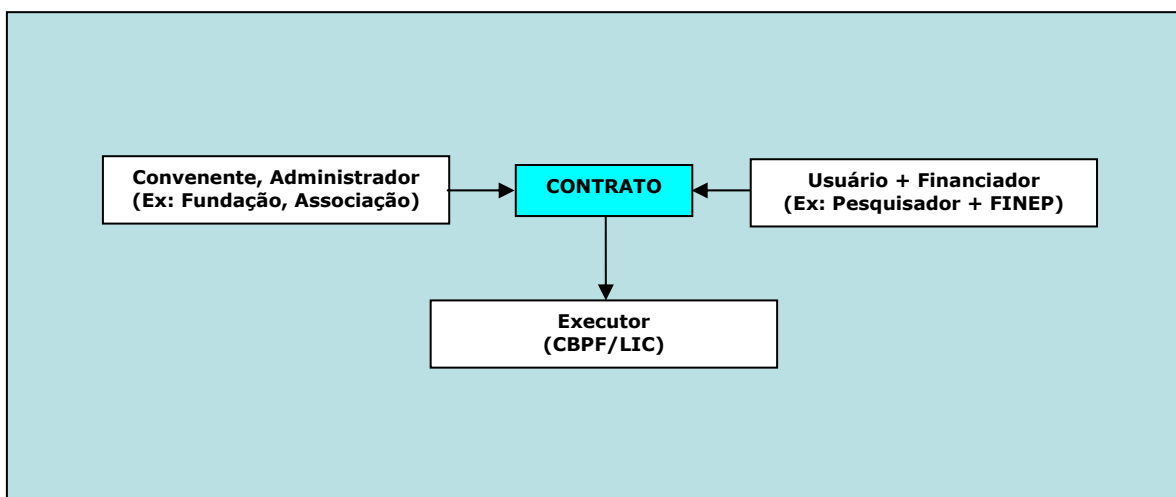
- Usuários de produtos e serviços: à medida que o LIC se consolide na missão para a qual está proposto, serão disponibilizados produtos e serviços especializados que atrairão a demanda de diversos clientes, que poderão ser atendidos prontamente em regime de rotina.

De cada classe de usuários espera-se, para proporcionar-lhe o devido atendimento, contribuição compatível com seu grau de interação com o LIC. Considerando-se que boa parte destes usuários são oriundos de instituições públicas, prevê-se, para este caso, a atribuição de cotas livres de custos para a

utilização dos recursos do LIC. Estas cotas são, entretanto, computadas na contabilidade geral, para que sejam consideradas no programa de investimentos.

Os procedimentos administrativos acima mencionados tornam-se necessários para o atendimento e para a gerência das relações com usuários que dispõem de recursos próprios e que, portanto, podem contribuir financeiramente com a operação do LIC. São procedimentos especiais, já que implicam transferência de recursos para um órgão público e sua gestão dentro do contexto dos projetos. Os institutos do MCT estão sujeitos a um regime jurídico no qual estes trâmites não estão previstos, ao menos não com a flexibilidade requerida pelo LIC.

Um possível modelo de gestão, já adotado por outros institutos do MCT, e que permite um regime de funcionamento adequado ao LIC, está esboçado na figura a seguir:



Essencialmente, a execução de projetos pelo LIC é regulada por meio de um contrato, no qual figuram: o usuário com seu financiador, o CBPF/LIC como entidade executora do projeto, e um convenente encarregado de gerenciar os recursos do projeto. A fim de conferir agilidade e regularidade aos processos mediados por contratos, o organismo convenente deverá ser sempre uma única Fundação, juridicamente qualificada para administrar recursos públicos, ou uma Associação criada com estatuto igualmente qualificado.

Este modelo assegura ao usuário uma administração rigorosa de seus recursos por parte do convenente, ao mesmo tempo em que contempla as

exigências do MCT no que concerne à interação de seus institutos com o público externo.

V – Projetos pilotos

Em lugar de orientar-se segundo a política de prover instalações genéricas que viriam a atender uma potencial demanda futura por apoio especializado em instrumentação científica, o LIC deverá se estabelecer em função de solicitações atuais de usuários que requerem este tipo de apoio. Para tanto, é mandatória a prospecção destes clientes em potencial, ou seja, de usuários que estejam encarregados de projetos cujo cronograma seja conciliável com a própria implementação do LIC.

Neste quadro há uma relativa abundância de projetos e de potenciais usuários, de modo que foi possível proceder a uma seleção com base nos critérios de proximidade geográfica, relevância científica e tecnológica e compatibilidade com a capacitação do LIC. Trata-se de uma seleção informal e preliminar, de modo que não há, no momento presente, nenhum comprometimento de uma parte ou de outra. Há, entretanto, a firme convicção mútua de que o LIC virá exercer um papel importante, contribuindo para impulsionar cada um dos projetos atendidos. Note-se também que o atendimento do LIC se delimita pela execução de tarefas específicas de desenvolvimento, produção ou serviços, não assumindo a dimensão de coordenação integral de nenhum dos projetos.

Uma breve descrição destes que podem ser tomados como projetos pilotos para a consolidação do LIC está apresentada a seguir. A implementação destes projetos exige o desenvolvimento e a realização de inúmeros subsistemas, todos eles vinculados à instrumentação científica e compatíveis com as áreas de atuação do LIC.

5.1 Detector de antineutrinos para o reator de Angra dos Reis

[<http://www.e-science.unicamp.br/nangra/>]

A física de neutrinos é notoriamente um dos principais focos de atenção da comunidade científica mundial. É possível que a compreensão dos neutrinos traga explicações para o fato de observarmos mais matéria do que anti-matéria no universo. Espera-se também que os neutrinos confirmem idéias especulativas sobre a natureza da energia escura e sobre a existência de dimensões extra-

sensoriais. Além de que a existência, experimentalmente observada, de oscilações nas propriedades dos neutrinos, não é prevista pelo chamado Modelo Padrão, aceito como explicação consensual para as interações entre partículas. Por essas razões, nos últimos anos houve uma proliferação de experimentos destinados a observar neutrinos provenientes do Sol, de outras galáxias, ou produzidos em laboratórios. Todos estes experimentos encerram desafios tecnológicos impressionantes, em particular devido à baixíssima probabilidade de interação de neutrinos com a matéria.

No interior de reatores nucleares são produzidos antineutrinos em profusão. Os reatores se tornaram rapidamente, por esta razão, objeto de interesse para a comunidade científica que investiga a natureza dos neutrinos. Um reator representa uma fonte de neutrinos já operacional, faltando apenas acrescentar-lhe um sistema de detecção de neutrinos para torná-lo um importante laboratório de pesquisas.

Por outro lado, foi demonstrado que o fluxo de neutrinos ao redor de um reator é um parâmetro diretamente relacionado com a concentração de material combustível. Ou seja, é possível monitorar a reação de combustão no interior dos reatores, inclusive a composição do combustível, por meio da observação dos neutrinos. Isto representa uma técnica não-invasiva de controle de reatores. Este tipo de técnica é importante, por exemplo, para a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), cujo objetivo inclui desenvolver métodos que auxiliem na salva-guarda nuclear e na não-proliferação de armas nucleares.

Assim foi elaborado, no Brasil, o projeto de se equipar o reator de Angra dos Reis com um detector de anti-neutrinos. Um grupo de pesquisadores de diversas instituições (CBPF, USP, UNICAMP, PUC-RJ, UFBA, UEFS) se mobilizou e sensibilizou a Eletronuclear, empresa responsável pela administração do complexo de reatores de Angra dos Reis, a respeito da relevância do projeto. Como resultado concreto, esta empresa já concedeu uma área nas imediações do reator para início das instalações do sistema de detecção de antineutrinos em 2007.

Inicialmente está prevista a instalação de um monitor de antineutrinos, ocupando um volume de aproximadamente $3 \times 3 \times 3 \text{ m}^3$, constituído pelo núcleo de detecção, cercado por um conjunto de aproximadamente 100 sensores de partículas geradas como subprodutos das reações envolvendo neutrinos. Este

conjunto está envolto por um sistema de veto, composto por cintiladores acoplados a tubos foto-multiplicadores que detectam a passagem de raios cósmicos e eliminam a possibilidade de que estes sejam registrados equivocadamente como eventos gerados por neutrinos.

Para o futuro, uma réplica deste sistema em maior escala será produzida e disposta a uma distância maior do reator, a fim de viabilizar o estudo das oscilações de neutrinos. Para as duas etapas do projeto haverá participação de pesquisadores oriundos de instituições de outros países (*Argonne National Laboratory, Lawrence Livermore National Laboratory, Commissariat à L'Energie Atomique, Instituto Nazionale di Fisica Nucleare*), que se interessam pelas características específicas do detector de Angra e já estiveram reunidos em *workshops* realizados no Brasil.

6.2 Uso de radar para detecção de raios cósmicos e de meteoros

A técnica de detecção de ondas de rádio é amplamente conhecida, pois está presente na captação de sinais de áudio e vídeo nas emissoras de rádio e de televisão. Além desta aplicação que, por si só, corrobora o papel de destaque que têm o conhecimento científico e a inovação tecnológica nas diversas camadas de organização social e econômica, há outras utilidades para esta técnica.

Uma delas é o espalhamento de ondas de rádio por meteoros. Em sua passagem pela atmosfera, os meteoros deixam um rastro de material ionizado, que pode refletir ondas de rádio. Utilizando-se um emissor de ondas direcionado ao céu e uma antena receptora, pode-se observar e estudar a propagação de meteoros.

O mesmo recurso foi recentemente utilizado de forma inovadora para a observação de raios cósmicos de energia extremamente elevada [<http://www-mariachi.physics.sunysb.edu/>]. Estes raios são produzidos por partículas de energia (maior que 10^{18} eV) muito superior ao que é possível obter em laboratório (menor que 10^{12} eV). Naturalmente são objeto de estudos e experimentos, já que constituem a única fonte disponível de partículas com energia desta ordem de grandeza. A energia extrema implica um comportamento semelhante ao dos meteoros, ou seja, os raios cósmicos também deixam um rastro de ionização na

atmosfera, que pode ser observado pela técnica de ondas de rádio. Enquanto a abordagem usual para observação de raios cósmicos de alta energia exige a cobertura de extensas áreas (da ordem de 10^3 Km^2) em uma superfície plana e elevada, uma única antena de rádio pode cobrir diretamente uma área de 10^6 Km^2 no céu. A nova metodologia é portanto muito promissora, e gerou rapidamente uma série de investimentos científicos em vários países.

A validação da detecção de uma partícula cósmica por radar supõe a detecção aproximadamente simultânea de partículas provenientes da cascata de ionizações secundárias no nível da superfície terrestre. Com o objetivo de realizar este sistema de detecção, um grupo de pesquisadores do Rio de Janeiro conduz um projeto envolvendo escolas de ensino médio. A proposta inclui a instalação de detectores simples (câmeras multifilares) em escolas municipais, operados por professores e estudantes. Enquanto uma antena central monitora eventos no céu, a rede de detectores instalados nas escolas registra a chegada de cascatas de ionização. Trata-se de um projeto de grande impacto social, científico e tecnológico. Os estudantes e professores do ensino médio terão acesso a material de pesquisa para participar do experimento, e os pesquisadores conduzirão pesquisa de fronteira em física de altas energias. O projeto está parcialmente financiado, e começou as atividades em 2006.

6.3 Projeto AMIGA

Conforme mencionado acima, os raios cósmicos constituem a única fonte acessível de partículas de energia extremamente alta. Vários experimentos foram realizados nas últimas décadas, gerando novas tecnologias de observação. Do ponto de vista de descoberta científica, foi constatado que algumas partículas cósmicas atingem energia superior a 10^{20} eV. O fluxo destas partículas sobre a superfície terrestre, embora seja muito baixo (da ordem uma partícula por quilômetro quadrado por século), mostrou-se incompatível com algumas previsões teóricas. Sabe-se que tais partículas são principalmente prótons ou núcleos de ferro. Por outro lado, sabe-se também que partículas massivas interagem com a própria radiação cósmica de fundo, de modo que, em seu percurso cósmico, terminam sendo absorvidas por esta radiação. Portanto, para que sejam observadas na terra, teriam que ser produzidas a uma distância

cosmologicamente próxima. Entretanto, nesta escala de distância, não se observa nenhum objeto cósmico ao redor da terra no qual ocorram fenômenos que pudessem gerar partículas de energia tão alta.

A questão exigiu mobilização internacional, denominada Projeto Pierre Auger, do qual faz parte o Brasil, para a construção de um observatório dedicado à observação destas partículas cósmicas [<http://www.auger.org/>]. O observatório é constituído por duas grandes estações, uma na Argentina e outra nos Estados Unidos. Cada estação é composta por uma rede de 1600 detectores distribuídos sobre uma área de aproximadamente 3000 Km², mais um conjunto de telescópios de fluorescência agrupados em quatro subestações. O observatório da Argentina está em fase de conclusão, enquanto que o dos Estados Unidos começa a ser construído em 2007.

Uma vez que o Projeto Pierre Auger foi otimizado para a faixa de energias acima de 10¹⁸ eV, sua região de sensibilidade não cobre plenamente uma faixa de energias relativamente importante, em torno de 10¹⁷ eV. Entretanto, a adaptação de um subconjunto de detectores a esta faixa é relativamente simples. De fato, basta acrescentar alguns detectores aos já existentes, de modo que, numa pequena área (aproximadamente 100 km²) do observatório, a distribuição de detectores seja duas vezes mais densa.

Esta proposta, denominada Projeto AMIGA (*Auger Muons and Infill for the Ground Array*), foi formulada por um grupo de países latino-americanos, composto por Brasil, Argentina e México, tendo sido aceita pela organização geral do Projeto Pierre Auger. Cada detector do projeto AMIGA é acrescido de um conjunto de cintiladores que, em combinação com o detector de radiação Cerenkov presente no detector original, permite a separação das componentes muônica e eletromagnética dos sinais observados. Esta característica propicia, entre outros, o estudo da composição química dos raios cósmicos em função da energia.

O projeto AMIGA conta com financiamento já aprovado e parcialmente disponibilizado. Foi realizado o estudo de viabilidade e foram definidas as etapas de implementação. Um detector protótipo foi instalado junto ao observatório Pierre Auger, e a construção está prevista para o ano 2007.

6.4 LABNANO

No final dos anos 60, o físico Richard Feynman sinalizou a perspectiva de se explorarem os domínios submicroscópicos da matéria com o fim de construir dispositivos de utilidade prática. A sinalização permaneceu algumas décadas limitada a modestas realizações e a conjecturas que pareciam utópicas.

Mais recentemente, alguns marcos experimentais consolidaram a viabilidade da sugestão de Feynman. Um deles foi apresentado pela empresa IBM, em 1989: as letras *I*, *B* e *M* foram escritas num substrato de níquel usando 35 átomos de xenônio. Entre as possibilidades tecnológicas esperadas para os dispositivos submicroscópicos podem-se listar: computadores ultra-rápidos; anticorpos sintéticos para combater doenças atacando diretamente vírus, bactérias ou células cancerosas; materiais mais leves e mais resistentes para aplicações diversas; microdispositivos injetáveis no corpo humano para atuação em vasos sanguíneos, etc.

Nos dias atuais, o investimento em produção e desenvolvimento de materiais fabricados na escala nanométrica (nanotecnologia) movimenta mundialmente somas da ordem de trilhões de dólares. Pelo lado da comunidade científica, há igualmente uma excitação em torno da chamada nanociência, motivada pelo fato de que objetos e materiais com dimensões nanométricas exibem propriedades distintas das exibidas em dimensões micrométricas ou macroscópicas. Ou seja, a redução das dimensões geométricas à escala nanométrica gera fenômenos inusitados, independentes da composição dos materiais, que naturalmente despertam a curiosidade e a investigação científica.

No Brasil, estas duas classes de atividades - nanociência e nanotecnologia - são reconhecidas como estrategicamente importantes pelo Governo Federal. Isto se evidencia pela presença destes temas na política industrial, tecnológica e de comércio exterior praticada atualmente pelo governo.

O Ministério da Ciência e Tecnologia recomendou e aprovou a implantação de uma rede nacional com intenso programa de ação em pesquisa, desenvolvimento e inovação na área de nanotecnologia. No Rio de Janeiro, foi constatado que existe uma competência instalada, manifestada por grupos de pesquisa atuantes neste tema. Esta competência será fomentada pela dotação de um laboratório multiusuários, denominado LABNANO, equipado com aparatos

que complementam as facilidades já existentes no estado. As instituições participantes da rede definiram que o laboratório multiusuários será sediado no CBPF e contará com um sistema de nanolitografia baseado em microscópio eletrônico de varredura, e com um microscópio eletrônico de transmissão. Estes instrumentos não existem atualmente no Rio de Janeiro, mas estão sendo adquiridos e devem ser instalados em 2007.

O projeto de instalação do LABNANO prevê atividades de pesquisa e desenvolvimento nas seguintes áreas: materiais nanoestruturados e nanofabricação, nanoestruturas magnéticas, catálise e fenômenos de superfície, dispositivos a base de materiais nanoestruturados, nanopartículas e nanocompósitos, nanoestruturas biológicas e biocompatíveis. Estas áreas requerem a intervenção de realizações em instrumentação científica, em diferentes níveis. Cabe ressaltar que o desenvolvimento dessa instrumentação específica acompanha a própria busca de independência e soberania no campo da nanotecnologia.

VI – Infra-estrutura requerida

Em seu trabalho de estimativa dos custos materiais e humanos necessários à implementação do LIC, em conformidade com a demanda dos principais projetos que serão inicialmente atendidos, a comissão responsável pela estruturação do LIC definiu um roteiro de avaliação a ser seguido por cada uma das quatro grandes áreas. O roteiro convergiu para um formulário padrão, no qual constam os detalhes quantitativos e qualitativos concernentes às atividades das áreas.

A fim de compactar a informação em categorias mais gerais, apresentamos a seguir apenas uma série de tabelas, nas quais estão especificados de forma resumida os itens referentes à infra-estrutura material e humana solicitados para implementação e manutenção da operação do LIC. Os formulários completos são mostrados nos anexos A1, A2, A3 e A4.

6.1 Recursos humanos

Área	Técnico (nível médio)	Tecnologista (nível superior)	Assistente em C&T (nível médio)	Analista em C&T (nível superior)
Mecânica	09	04	01	-
Eletrônica	08	10	01	01
Detectores	03	03	01	01
Óptica	03	04	01	-
Gestão	-	-	03	03
Total	23	21	07	05

6.2 Recursos materiais

Área de Mecânica				
m ²	# Repartições	Equipamentos	Materiais	outros
800	12 Área de usinagem Área de montagem Área de ferramental Sala de limpeza Sala de solda e cortes Sala de usuários Sala de projetistas Sala de supervisão Sala do coordenador Almoxarifado consumo Almosarifado materiais Vestibário	5 Tornos mecânicos (tamanhos variados) 1 Centro de usinagem 2 Fresadoras de comando numérico 2 Fresadoras ferramenteiras 1 Retífica plana 1 Retífica de cilindros externos e internos 1 Retífica ferramenteira 2 Pressas hidráulicas 1 Brochadeira de rasgos de chaveta 1 Serra de fita horizontal 1 Serra de fita vertical 1 Serra circular de corte 3 Furadeiras, de coluna e de mesa 1 Máquina de Eletro-erosão 1 Máquina de corte a plasma 1 Solda TIG e eletrodo revestido AC-DC 1 Solda oxi-acetilênica 1 Solda a ponto 1 Mesa giratória (automatização de soldagem) >1 Politrizes >1 moto-esmeris para afiação geral 1 Guilhotina motorizada >1 Calandras (motorizada e manual) 1 Dobradeira manual de chapa e perfil 1 Jateadeira de micro esferas > 1 Tanques de lavagem por ultra som 1 Tanque de lavagem química 1 Forno de secagem 1 Forno de baking (para câmaras de vácuo) 2 Fornos de banho de sal (têmpera, revenido)	Mecânicos (parafusos, porcas, arruelas, abraçadeiras, conexões, registros, colas, pincéis, fitas de vedação...) Transformação (tarugos, tubos, chapas, arames, perfis sextavados e quadrados cantoneiras em Latão, bronze, <i>CuBe</i> , ferro, alumínio, aço inoxidável, cobre, acrílico, teflon, nylon, aços e ligas em Ni, Cr, Mo, V, etc.) Líquidos (lubrificantes, desengraxantes, ácidos, líquidos de limpeza profunda, isolantes eletrostáticos) Escritório (papel, <i>toner</i> , mídia virgem, embalagens, envelopes, fitas adesivas...)	Ferramentas pneumáticas (Parafusadeira, rosqueadeira, lixadeira) Ferramental de corte (<i>Bits</i> , fresas, brochas, etc.) Ferramental de metrologia (Mesa niveladora, graminhos, compassos, micrômetros, paquímetros, durômetros, níveis) Ferramentas manuais (Brocas recobertas de alto desempenho, fresas montadas em metal duro, serras, <i>bits</i> , mandris e buchas ISO, dispositivos de mandrilamento) Apoio 7 Computadores em rede 2 Impressoras em rede 1 <i>Plotter</i> (A1) Mobiliário em geral Software (Sistema operacional Windows, Autocad, SolidWorks, <i>software</i> de controle de estoque e compras, Labview, Microsoft Office, etc.)

Área de Eletrônica

m²	# Repartições	Equipamentos	Materiais	outros
108	Projeto, Fabricação e Montagem de CIs 1 Área de fabricação 1 Área de laboratório 2 Salas de tecnologistas 1 Sala de técnicos	1 Sistema para confecção de CI dupla face 1 Sistema para confecção de CI <i>multilayer</i> 1 Sistema de metalização de furos 1 Sistema de montagem de protótipos (SMD) 1 Sistema p/ máscara de solda, litogravura 3 Computadores PC 2 Osciloscópios digitais 1 Multímetro digital de bancada 1 Multímetro de mão 1 Fonte de alimentação 1 Indutímetro 1 Analisador de espectro 3 Geradores (radio, Micro-ondas, potência) 1 Estação de solda + suporte 1 Amperímetro alicate digital (RMS) 1 Equip. de microsolda por ultrassom 3 <i>Protoboards</i> , 1500 furos, 3 bornes	Componentes eletrônicos diversos (resistores, capacitores, indutores, transistores, lógica integrada, interfaces analógico-digital) Produtos químicos (corrosão de placas de circuito impresso, limpeza de peças e dispositivos, e outros materiais pertinentes) Material de escritório e informática	Software OrCAD WindowsXP Professional MS-Office 2 impressoras
81	Desenv. de sist. de aquisição de dados e controle de experimentos 1 Área de laboratório 3 Salas de tecnologistas 1 Sala de técnicos	03 Computadores PC 01 Interface GPIB IEEE-488	Componentes eletrônicos diversos Material de escritório e informática	Software LabView Compilador C++ ou Delphi Matlab + data acq. toolbos
54	Processamento de sinais e imagens 1 Área de laboratório 2 Salas de tecnologistas	03 Computadores PC 3 <i>Kits</i> (DSP, microcontrolador, PIC) 1 Câmera CCD, alta resolução 1 Microscópio óptico (integrado à câmera CCD)	Lentes Componentes eletrônicos diversos Material de escritório e informática	Software Matlab, C++, Delphi
81	Computação 1 Sala para rede local 2 Salas de tecnologistas 2 Salas de técnicos 1 Área de manutenção 1 Almoxarifado	Equipamento para rede local (cabearamento estruturado GbE, roteador para conexão à Internet, <i>switch</i> de rede) 3 Computadores PC 1 Cluster (5 nós escravos, 1 nó mestre)	Material de escritório e informática	Software (livre, Linux)

Área de Detectores & Sensores				
m²	# Repartições	Equipamentos	Materiais	outros
200	8 1 Área de trabalho (com 2 subáreas) 2 Salas (técnicos) 2 Salas (gestão) 1 Sala semi-limpa 1 Sala limpa 1 Almoxarifado	2 Câmeras de fluxo laminar (ambiente de montagem de detectores) 2 Cubas de limpeza por ultrasom (tamanhos pequeno e médio) 1 Bomba de vácuo turbo-molecular (eliminação de ar, degasagem) 3 Estações de solda (2 componentes convencionais, 1 SMD) 1 Balanças de precisão (dosagem de materiais) 4 Bancadas (de eletrônica e de montagens) 1 Multímetro digital de bancada (medidas de precisão); 3 Multímetros digitais de mão (medidas de rotina) 1 Amperímetro alicate digital 1 Ponte RLC (medidas diversas) 3 Osciloscópios (dois digitais, um analógico) 1 Linha de gases especiais (misturas gasosas usadas em detectores) 1 Linha de ar comprimido (eliminação de pó)	Elétricos e eletrônicos (pequeno almoxarifado: dispositivos, conectores, adaptadores, cabos, fios...) Componentes mecânicos (metais e isolantes diversos, tubulações, registros, conexões, colas, pincéis...) Materiais de uso rotineiro (lubrificantes, desengraxantes, ácidos, líquidos de limpeza profunda, isolantes eletrostáticos...) Material de escritório (papel, <i>toner</i> , mídia virgem, embalagens, envelopes, fitas adesivas...)	5 Computadores PC em rede 1 Equipamento para movimentação de peças (compartilhado com área de Mecânica) Ferramentas diversas (de eletrônica e de mecânica) 1 Aparafusadeira com torque controlado (vedação) 17 - Furadeira de precisão (uso em peças e circuitos) 1 Medidor de corrente (para a faixa < nA); 1 Gerador de pulsos e funções 20 Eletrônica nuclear (módulos diversos, <i>crates</i> , NIM/VME).

Área de Óptica

m²	# Repartições	Equipamentos	Materiais	outros
400	1 - Oficina de Óptica (Projeto, fabricação, montagem) 2 - Caracterização e Controle 3 - Laser e Óptica não-linear 4 - Divisão métrica (oftalmológica, odontológica) (*) 8 salas normais, 2 salas grandes, 9 salas pequenas	Especto-fotômetro Fontes luminosas Interferômetros Goniômetros Politrizes para polimento e lapidação Esferômetros Elipsômetros Mesas ópticas Bancos ópticos Suportes detectores Lasers (de várias potências) Evaporadora (para coberturas e filmes finos ópticos)	Pastilhas diamantadas Rebolos diamantados Serras diamantadas Fibras ópticas Esferas integradoras Corpo negro Polarizadores Substratos	

6.3 Instalações de uso comum

Além dos itens acima especificados para cada uma das áreas do L.I.C, outras instalações de uso comum devem ser levadas em conta, conforme listamos abaixo. Os custos relativos a estas implementações estão previstos nas planilhas para a área de Mecânica

- Subestação de distribuição de rede elétrica em 220V – 3 fases (127V mono) e 380V – 3 fases (220V mono), com banco de capacitores para ajuste de fator de potência;
 - Rede de telefonia integrada à rede de lógica;
 - Rede de distribuição de água com cisterna compatível;
 - Rede de distribuição de esgoto industrial;
 - Estacionamento para cerca de 60 automóveis;
 - Rede de distribuição de gás natural;
 - Vestiários e banheiros com chuveiros, armários de roupas, etc;
 - Refeitório para uso dos funcionários com forno de microondas, forno elétrico, cafeteira, geladeira, *freezer*, pia e fogão industrial de duas bocas, copeiro;
 - Restaurante terceirizado;
 - Sistema de refrigeração central tipo *fan-coil* com acumulação de gelo durante o período noturno, integrado em todas as salas, inclusive oficinas.
- Tubulações de distribuição em cobre;
- *Chiller* com compressor de parafuso, com controle de demanda;
 - Sistema de distribuição de ar comprimido isento de óleo e superseco (por secador refrigerante e pós-filtros de carvão ativado), com tubulação de cobre e reguladores;
 - Sistema de distribuição de gases puros em tubulação de cobre: Argônio, Oxigênio, Nitrogênio.

Também deverá estar instalado nas dependências físicas do LIC um sistema para prover conforto térmico às pessoas que as frequentam. Em geral, a climatização de ambientes é obtida pelo uso de aparelhos de ar condicionado, os quais mantêm a temperatura ambiente sob controle. Entretanto, o conforto

térmico não é determinado somente pela temperatura, mas também pela ventilação e pela umidade.

Um pesquisador do CBPF realizou estudo destes três parâmetros – temperatura, umidade e ventilação – no que diz respeito ao conforto térmico, e desenvolveu um sistema que foi objeto de patente. O sistema possibilita uma dosagem individual destes parâmetros, ou seja, cada pessoa pode efetuar sua própria regulagem do padrão de conforto térmico. Um aspecto importante deste processo é que, pelo fato de não limitar a climatização unicamente ao controle da temperatura, leva a uma redução do consumo de energia elétrica.

Além de ter sido desenvolvido no próprio CBPF, e por isto contar com *expertise* local para sua instalação, este sistema apresenta baixo custo e simplicidade de operação.

A gestão administrativa do LIC, conforme comentado em §4.2, envolve três setores distintos (operação, prospecção, ação), que interagem estreitamente. O funcionamento desta estrutura administrativa naturalmente supõe espaço físico, mobiliário, rede de computadores, etc. Os custos para esta implementação foram computados com critérios análogos aos utilizados para as outras áreas do LIC, e estão especificados na planilha geral apresentada em §7.

VII – Estimativa de custos

De acordo com as previsões especificadas em §6 (6.1, 6.2, 6.3), e com base nos levantamentos de custo detalhados nos Anexos A1, A2, A3 e A4, foi compilada a seguinte planilha geral de custos para implementação do LIC.

Área	Material Permanente		Custeio		Recursos Humanos	Instalações
	KR\$/ano	KR\$ total	KR\$/ano	KR\$ total	KR\$/ano	KR\$ total
Mecânica		1500	300	230	852	1270
Detectores		322	106		688	210
Eletrônica		450	100		1488	351
Óptica		860	400		560	400
Gestão		150	100		468	100
Total		3.282	1006	230	4056	2331

Em resumo, a implementação do LIC requer investimentos da ordem de R\$ 2.300.000,00 em obras de instalação, e de R\$ 3.500.000,00 em materiais de infraestrutura. A estes devem ser acrescidos cerca de R\$ 1.000.000,00 anuais em bens de custeio e R\$ 4.000.000,00 anuais para o pagamento de pessoal.

ANEXOS

Anexo A1 – Mecânica

Oficina Mecânica Fabricação e Desenvolvimento de Protótipos Ismar Thomaz Jabur, Alexandre Mello de Paula Silva

Uma das principais atividades do LIC – Laboratório de Instrumentação Científica, é a mecânica de fabricação, tendo em vista a necessidade de se desenvolverem, adaptarem e construir peças, componentes, equipamentos, acoplamentos, etc. para os laboratórios dos institutos de pesquisa, universidades e de empresas de desenvolvimento de novos produtos, permitindo maior flexibilidade e agilidade no andamento das diversas linhas de pesquisa.

Para que se possa atingir este objetivo, é necessária uma oficina mecânica muito bem aparelhada em termos de máquinas e ferramentas de usinagem, principal requisito para o sucesso do empreendimento. Note-se que esta área é muito vasta, como descrevemos a seguir.

Em se tratando de uma oficina mecânica de fabricação de protótipos, podemos tomar como diretiva o fato de que a mesma não poderá atender a todas as necessidades existentes no campo da mecânica, pois isto seria inviável em termos de investimento. Portanto, áreas tais como extrusão, injeção de plásticos, estampagem, fundição, etc. não são contempladas no planejamento aqui apresentado. Isto porque estas áreas não são muito requisitadas nas atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico que nos propomos a atender. Enfatizamos as áreas de maior solicitação por parte dos usuários. Caso haja necessidade de utilização de algum serviço das áreas não atendidas, o mesmo será feito por terceiros e acompanhado por nosso pessoal técnico.

Cabe ainda ressaltar que o conceito do LIC supõe que o mesmo seja dinâmico, podendo uma área ser reestruturada em função das necessidades do momento, desde que se justifiquem a utilização e o investimento em implantação de uma nova área emergente.

Listamos a seguir as áreas de atuação do LIC em Mecânica, adotando o critério de solicitações que geralmente chegam ao nosso conhecimento e que, em muitos casos, não podem ser atendidas por falta de equipamentos ou de mão de obra especializada.

- 1) Área de projeto:
 - Análise
 - Avaliação
 - Desenvolvimento
 - Desenho através de *software* específico
- 2) Área de Fabricação:
 - Escolha do Material
 - Definição de máquinas e de ferramental
 - Estimativa do tempo de execução
 - Confeção
 - Controle de qualidade
- 3) Área de montagem e ajuste:
 - Limpeza
 - Ajuste
 - Montagem

- Lubrificação
 - Verificação de funcionamento (*start up*)
- 4) Área de documentação:
- Documento descritivo do produto ou serviço
 - Comprovação de entrega
 - Emissão de fatura ao solicitante
 - Arquivamento

Para a execução deste projeto serão necessários alguns setores com suas respectivas adequações, conforme descrição abaixo.

A) Área de projeto: são necessários sistemas computacionais com os recursos para a elaboração de projetos e desenhos, pranchetas de desenho, *plotter*, impressoras, *scanner*, instrumentos de medida, e mobiliário adequado.

B) Área de fabricação: é a mais importante em termos de detalhamento, na qual é fundamental a previsão de pelo menos dois almoxarifados, sendo o primeiro para o ferramental necessário para a operação da oficina mecânica e o segundo para o armazenamento e estocagem de materiais de transformação, utilizados na confecção de peças e componentes mecânicos.

No parque de máquinas serão utilizados tornos (mecânico paralelo), tornos revólver, tornos de controle numérico, frezadoras (horizontal, vertical, ferramenteira), todas dotadas de comando numérico, retíficas plana e de cilindro, rosqueadeira, serras de fita e alternativas, furadeiras de coluna, dobradeira de chapa, guilhotinas, máquinas de usinagem por eletro erosão, ferramentas manuais e pneumáticas, esmeril, prensa, etc.

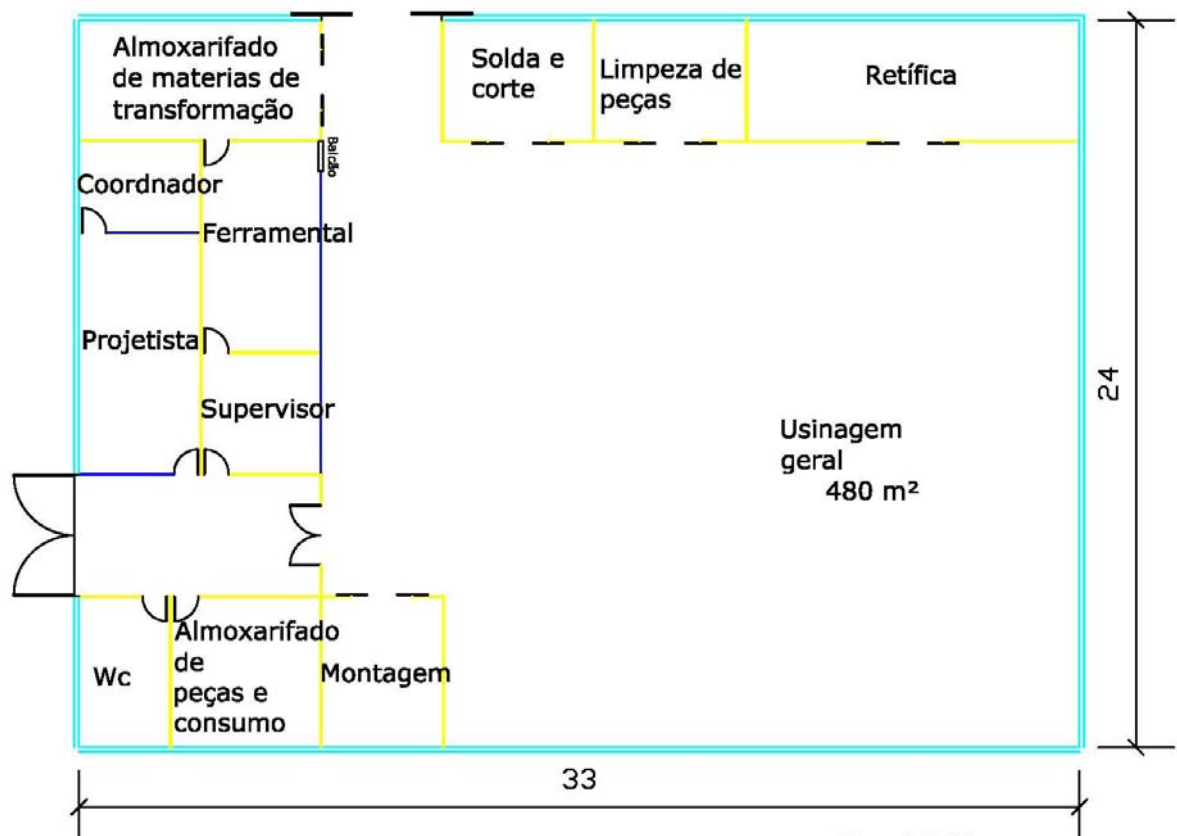
Em um ambiente isolado deverá ser instalado o setor de solda aparelhado para executar solda oxi-acetilênica, solda elétrica, solda *tig*, solda ponto, bem como fornos para tratamento térmico. Em outro espaço devemos ter uma sala de metrologia com temperatura controlada com instrumentos de medida tais como paquímetros, graminhos, compassos externos e internos, micrômetros internos, externos e de profundidade, mesa niveladora, níveis de precisão, durômetros, além de equipamentos de ensaio destrutivo e não destrutivo para corpos de prova.

C) Área de montagem e ajuste: onde devemos ter uma sala limpa na qual serão manipuladas as peças após sua confecção com a devida limpeza, ajuste e montagem quando for o caso, além de ser um ambiente preparado para a manipulação de bombas e componentes para vácuo e elementos mecânicos destinados a equipamentos criogênicos.

D) A área de documentação funcionará como um escritório administrativo, financeiro e arquivo de projetos executados ou com alguma pendência, sendo para tanto necessário ambiente e materiais de escritório pertinentes.

Podemos identificar como possíveis usuários e clientes todas as universidades, em suas diversas áreas de atuação, e centros de pesquisa localizados na região do Rio de Janeiro e adjacências, uma vez que atualmente é notável a demanda reprimida por projetos e serviços de qualidade nesta área, voltados à pesquisa científica e tecnológica.

Na figura a seguir estão esboçadas as divisões físicas do espaço físico destinado à Mecânica:



Esboço para as Instalações Físicas – Área de Mecânica



CBPF - Comissão L.I.C.

Detalhamento de Propostas para Áreas de Atuação

Grande área: **Mecânica**

Possíveis sub-áreas: Projeto, Fabricação, Montagem e Ajuste, Fabricação

Versão: Final Preliminar Provisória

Data: 22 de Janeiro, 2007

Missão:

1) Desenvolver instrumentação científica e industrial nas áreas de Mecânica, Alto e Ultra-Alto Vácuo, Filmes Finos e Recobrimentos, Plasma, Criogenia e Biomateriais; 2) apoiar os projetos de outras áreas do próprio LIC; 3) Desenvolver parcerias com a iniciativa privada e os laboratórios clientes para a realização de inovação tecnológica com desenvolvimento de novos produtos e patentes nas áreas de atuação do LIC.

**Usuários
&
Clientes**

Permanentes: O próprio LIC, o CBPF, os institutos do MCT, a UFRJ

Principais: Os centros de pesquisa dos setores público e privado

Freqüentes: As universidades do Rio de Janeiro e de outros estados

Estimativa da Infra-estrutura Material Requerida

Área

Total (m²): 800

Número de salas: 12

Instalações

Comuns a outras áreas:

Específicas: Área de usinagem, almoxarifados, vestiário, salas de solda, limpeza, retífica, salas de projeto, supervisão, sala de usuários

Externas:

Equipamentos

Comuns a outras áreas:

Específicos:

-5 tornos mecânicos (de tamanhos variados)

-1 Centro de usinagem;

-2 Frezadoras de comando numérico

-2 Frezadoras ferramenteiras,

-1 Retífica plana

-1 Retífica de cilindros externo e internos

-1 Retífica ferramenteira

-2 Prensas hidráulicas

-1 Brochadeira de rasgos de chaveta

-1 Serra de fita horizontal

-1 Serra de fita vertical

-1 Serra circular e corte

-3 Furadeiras, de coluna e mesa

-1 Máquina de Eletro-erosão

-Corte a plasma

Software

Comuns a outras áreas:

Software:

Sistema operacional Windows:

Autocad, solid works, software de controle de estoque e compras,

	Labview, plataforma Windows e Microsoft Office, etc. Sistema operacional Linux
	Específicos: - Ferramentas pneumáticas manuais: Parafusadeira, rosqueadeira, lixadeira. - Ferramental de corte para as máquinas de usinagem: Bits, fresas, brochas, etc. - Ferramental de metrologia: Mesa niveladora, graminhos, compassos, micrômetros, paquímetros, durômetros, níveis - Ferramentas manuais: jogo de ferramentas de corte para tornos automáticos e manuais: brocas recobertas de alto desempenho, fresas montadas em metal duro, serras, bits, mandris e buchas ISO, dispositivos de mandrilamento.
Outros	Solda TIG e eletrodo revestido AC-DC Solda oxi-acetilênica Solda a ponto Mesa giratória para automatização de soldagem TIG em câmaras cilíndricas Politrizes, moto esmeris para afiação geral Guilhotina motorizada Calandras motorizada e manual Dobradeira manual de chapa e perfil Jateadeira de micro esferas de vidro e de alumina Tanque de lavagem por ultra som e tanque de lavagem química forno de secagem e "baking" para câmaras de vácuo. 2 Fornos de banho de sal para têmpera e revenido 7 computadores em rede 2 impressoras em rede e 1 plotter (A1) mobiliário geral
Estimativa de Recursos Humanos Necessários	
Administrativo	Comuns a outras áreas: Específicas:
Apoio	Comuns a outras áreas: Específicas: 01 Secretária
Produção, Serviços, P&D	Tecnologistas/Pesquisadores:04 Nível médio: 09 Outros:
Estimativa de custos (R\$)	
Implementação	Recursos Materiais (Infra-estrutura): 3.300.000,00
Operação	Materiais & insumos (R\$/ano): 106.000,00 Recursos humanos (R\$/ano): 852.000,00
ANEXO	
[Texto contendo: Introdução, descrição da área e sub-áreas, detalhamento dos recursos solicitados, detalhamento dos custos envolvidos, avaliação de viabilidade]	

Anexo A2 – Eletrônica

Laboratório de Eletrônica/Computação
Marcelo Portes de Albuquerque, Geraldo Roberto Carvalho Cernicchiaro

Introdução

O Laboratório de Eletrônica/Computação do LIC deve ser dividido nas seguintes subáreas: i) Projeto, Fabricação e Montagem de Circuitos Impressos, ii) Desenvolvimento de Sistemas de Aquisição de Dados e Controle de Experimentos; iii) Processamento de Sinais e Imagens; iv) Computação.

Descrição das Subáreas

1) Projeto, Fabricação e Montagem de Circuitos Impressos.

O objetivo principal desta subárea é o desenvolvimento de circuitos eletrônicos de alta tecnologia (para alta e baixa potências, sinais), realizando o projeto do esquemático e do circuito impresso e a geração da arte final por meio de um *Photo Plotter*. Esta subárea deverá realizar também a simulação do circuito e análise da integridade do sinal após a confecção da placa e soldagem dos componentes, inclusive componentes do tipo SMD (*Surface Mounted Devices*). Ao final, um *design* do protótipo e a documentação técnica devem ser fornecidos.

Equipamentos:	osciloscópios, geradores de ondas (radiofrequência, micro-ondas, alta potência) multímetros, nanovoltímetros, analisadores de espectros, analisador lógico, estações de solda, protoboards, 3 Computadores, Sistema para confecção de placa de circuito impresso, Sistema de Confecção de Placas <i>Multilayer</i> , Sistema de Metalização, Sistema para montagem de protótipos, Máscara de Solda.
<i>Software</i> :	Ferramentas de projetos e simuladores de circuitos baseadas em ASIC (<i>Application Specific Integrated Circuits</i>) e FPGA: Quartus, DSP Builder, PSPICE, Orcad, Ferramenta de verificação de layout em circuitos híbridos.
Área:	108 m ²

Tecnologistas:	2
Técnicos:	3

2) Desenvolvimento de Sistemas de Aquisição de Dados e Controle de Experimentos

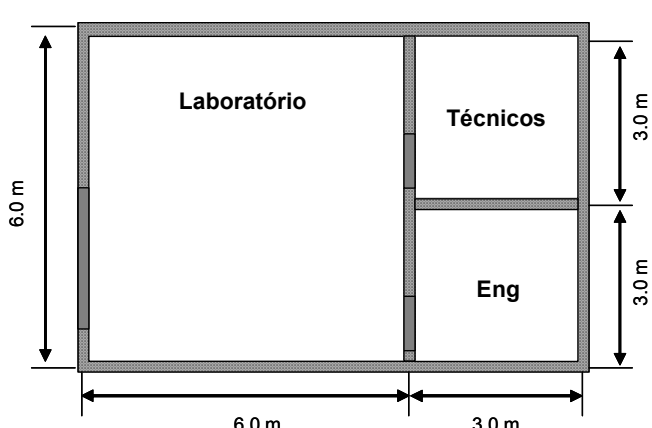
Esta subárea destina-se à realização de projetos de automação de experimentos consistindo da programação em C/C++, LabView, Matlab, Delphi, etc e do desenvolvimento de interfaces gráficas, interfaceamento de computadores PCs, e Instrumentos Científicos (GPIB, VME, USB, Ethernet), Sistemas Operacionais multiprocessados, Sistemas de Aquisição em Tempo Real e Sistemas de Controle.

Equipamentos:	2 Computadores, Interfaces de Comunicação GPIB, Ethernet, USB, Bastidor VME, Conversores A/D e D/A.
Software:	MATLAB com <i>Toolbox</i> de Aquisição de Dados Sinais, LabView, Compiladores C/C++, Compilador Delphi.
Área:	54 m ²
Tecnologistas:	1

Técnicos:	2
-----------	---

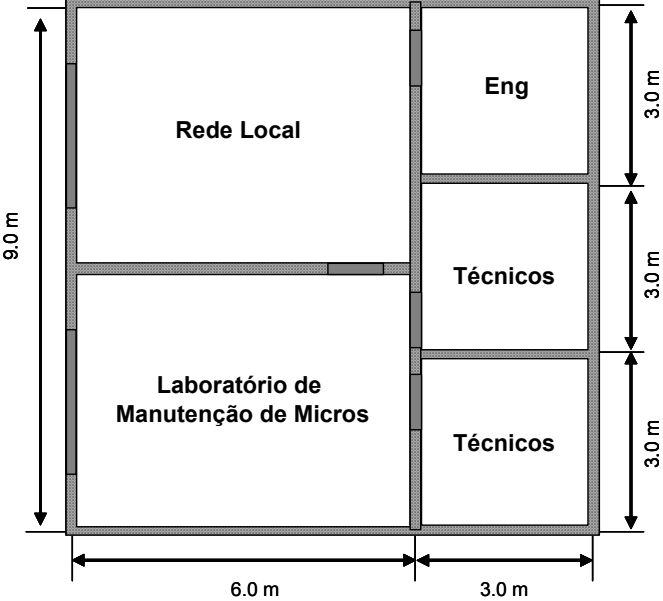
3) Processamento de Sinais e Imagens

Esta subárea destina-se ao desenvolvimento e à aplicação das novas tecnologias de detecção e estimação de sinais, filtragem de sinais, processamento estatístico de ordem superior (ICA), processamento veloz e em tempo real usando DSP, processamento de sinais para dispositivos médicos, etc.

Equipamentos:	2 Computadores, Circuitos DSPs, microcontroladores, programadores de PICs, Câmeras Digitais de Alta Resolução acoplada a Microscópio Óptico, Lentes CCTV
Software:	MATLAB/Simulink Com DSP Builder, Toolboxes: Processamento de Sinais, Processamento de Imagens, Aquisição de Imagens, Estatística, Wavelets, Redes Neurais, Compiladores C/C++, Quartus II.
Área:	54 m ² 
Tecnologistas:	1
Técnicos:	2

4) Computação

Esta subárea destina-se ao desenvolvimento de simulações numéricas de problemas da física computacional. Tais simulações requerem o conhecimento avançado de programação para ambiente computacional de alto desempenho. Atualmente, para o desenvolvimento e teste de programas paralelos não é necessário possuir um supercomputador, bastando usar linguagens de programação que permitem tal desenvolvimento em ambientes de pequenos *clusters* computacionais. Após o desenvolvimento do programa, este deve ser executado em supercomputadores ou grades computacionais disponíveis no Brasil ou no exterior. Para esta atividade está prevista o desenvolvimento de aplicações e modelagem utilizando a programação paralela e distribuída por meio das linguagens C/C++, MPI, Charm++. O conhecimento de computação em *cluster* e *Grid* e redes de computadores de alta velocidade é necessário. Este grupo também será responsável pelo gerenciamento da rede local (LAN) e da conexão a Rede Rio de Computadores do LIC.

Equipamentos:	3 Computadores, comutadores de rede, roteadores, Cabeamento Estruturado (Gigabit Ethernet), Conexão à Rede Rio de Computadores, 10 Computadores para pequeno <i>Cluster</i> .
Software:	Windows e <i>Software</i> Livres
Área:	81 m ² 
Tecnologistas:	1
Técnicos:	4



CBPF - Comissão L.I.C.

Detalhamento de Propostas para Áreas de Atuação

Grande área: Eletrônica

Possíveis sub-áreas: 1) Projeto, Fabricação e Montagem de Circuitos Impressos;
2) Desenvolvimento de Sistemas de Aquisição de Dados e Controle de Experimentos;
3) Processamento de Sinais e Imagens; 4) Eletrônica de Potência; 5) Computação.

Versão: Final Preliminar Provisória

Data: 29/3/2007

Missão:

A missão do laboratório de instrumentação eletrônica é a realização de projetos de eletrônica para sistemas de alto desempenho para experimentos científicos ou para a indústria que necessitem de projetos de circuitos de alta compactação; fabricação de protótipos em pequena ou grande quantidade de circuitos idênticos; características elétricas especiais que não se encontram em equipamentos comerciais. Este laboratório pretende também disponibilizar uma subárea computacional para desenvolver *software* avançado e gerenciar a rede de local de computadores.

Usuários & Clientes

Permanentes: Grupos de Física Experimental do CBPF, UFRJ
Principais: Instituições do MCT, Universidades do Rio
Freqüentes: CENPES/Petrobras, CEPEL/Eletrôbrás, Incubadoras de Empresas, etc.

Estimativa da Infra-estrutura Material Requerida

Área	Total (m²): 324	Número de salas: 15
Instalações	Comuns a outras áreas: almoxarifado, rede de computadores, <i>plotter</i> e impressoras.	
	Específicas: Ar Comprimido, Ar-Condicionado, Aterramento	
	Externas:	
Equipamentos	Comuns a outras áreas: Equipamentos para a Rede Local (Cabeamento de Rede, Giga-Switches, Roteador e Rede Sem Fio)	
	Específicos: osciloscópios, geradores de ondas, multímetros, nanovoltímetros, analisadores de espectros, analisador lógico, estações de solda, protoboards, Computadores, Sistema para confecção de placa de circuito impresso, Sistema de Confecção de Placas <i>Multilayer</i> , Sistema de Metalização, Sistema para montagem de protótipos, Máscara de Solda.	
Software	Comuns a outras áreas: Windows, Office e Linux	
	Específicos: Ferramentas de projetos e simuladores de circuitos baseadas em ASIC (Application Specific Integrated Circuits) e FPGA: Quartus, DSP Builder, PSPICE, Orcad, MATLAB/Simulink, AutoCAD, Ferramenta de verificação de layout em circuitos híbridos.	
Outros		

Estimativa de Recursos Humanos Necessários	
Administrativo	Comuns a outras áreas: Secretaria, Compras, Telefonia, Agente de Propriedade Intelectual (Patentes)
	Específicas:
Apoio	Comuns a outras áreas:
	Específicas:
Produção, Serviços, P&D	Tecnologistas/Pesquisadores:
	Nível médio:
	Outros:
Estimativa de custos (R\$)	
Implementação	Recursos Materiais (Infra-estrutura): [especificar]
Operação	Materiais & insumos (R\$/ano): [especificar]
	Recursos humanos (R\$/ano): [especificar]
ANEXO	
[Texto contendo: Introdução, descrição da área e sub-áreas, detalhamento dos recursos solicitados, detalhamento dos custos envolvidos, avaliação de viabilidade]	

Anexo A3 – Detectores

Área de Detectores & Sensores Ademarlaudo França Barbosa, Gilvan Augusto Alves

I – Objetivos da área

A orientação básica do LIC é atender a demanda de usuários de Instrumentação Científica. A área de detectores e sensores foi identificada como uma das principais concentradoras de demandas, materializada em diversos projetos atuais e passados da comunidade científica nacional nos quais é necessário o desenvolvimento de sistemas completos ou partes de sistemas para detecção de partículas. Estendendo ou flexibilizando os limites desta área específica (detecção de partículas), podem-se incorporar os projetos envolvendo sensores ou transdutores de grandezas físicas. Estes últimos encontram aplicações fora da atividade científica e/ou acadêmica, notadamente na indústria e na área médica.

Neste contexto, esta área do L.I.C. visa à produção e ao desenvolvimento de tais sistemas, atendendo prioritariamente projetos em que exista uma necessidade premente e bem especificada. Entretanto, o objetivo não está delimitado unicamente pela produção e confecção de instrumentos, em particular porque a própria capacidade de atender tais demandas é fruto do investimento em desenvolvimento e pesquisa. Está presente como objetivo, portanto, a investigação e o acompanhamento das evoluções da instrumentação científica no que concerne às técnicas de detecção em geral.

II – Método de trabalho

No momento em que está sendo definida a própria concepção do LIC, é pouco viável a elaboração de uma estratégia genérica preparada para atender um grande número de possibilidades de demanda em instrumentação para sistemas de detecção. Uma tal estratégia genérica se mostraria inabordável do ponto de vista de custos de implementação e de manutenção, e não se justificaria sem a existência de uma necessidade imediata e de uma fonte de recursos para tanto.

Para estabelecer os meios com os quais seja possível atuar na área de sistemas de detecção e de sensores, avaliamos que é conveniente orientar-se em função de algum projeto, ou de um pequeno número de projetos, em que seja clara a necessidade de apoio de um laboratório especializado. Não se espera que algum destes projetos se responsabilize pelos custos de implementação do laboratório, mas sim que se associe a ele com a intenção de levar a termo os objetivos estabelecidos. Ou seja, os projetos associados se beneficiam da estrutura laboratorial implementada, mas devem arcar com os custos relacionados a insumos, materiais, equipamentos e outros custos específicos a seus objetivos.

Aos laboratório do LIC cabe a execução dos projetos, o que supõe inclusive a gestão de investimentos pertinentes à aquisição e ao desenvolvimento de produtos tecnológicos, bem como a eventual contratação de recursos humanos.

III – Perspectivas de ação

Alguns projetos atuais, cujos cronogramas de execução coincidem aproximadamente com o esperado para implementação do L.I.C., podem ser tomados como potenciais usuários da área de detectores e sensores. Foram contatados os coordenadores de três destes projetos. São eles:

- **Detector de neutrinos para o reator de Angra dos Reis:** Este detector consiste basicamente de um tanque cilíndrico com três volumes co-axiais de líquido cintilante, rodeado por tubos fotomultiplicadores que monitoram a passagem de partículas – especificamente os neutrinos produzidos no interior do reator. Além desta unidade de detecção básica, o detector deve estar envolto por um sistema de veto construído com cintiladores plásticos. A função deste último é detectar a passagem de partículas cósmicas e outras não produzidas pelo reator, que poderiam falsear um evento envolvendo neutrinos. Este projeto inclui, portanto, dois sistemas independentes, integrados de forma a prover informações sobre o fluxo de neutrinos. A utilização inicial deste sistema é o monitoramento do fluxo de neutrinos ao redor do reator, o que permite, indiretamente, a observação da própria composição do combustível nuclear. Futuramente este sistema será aprimorado pela inserção de um segundo detector, para o estudo de oscilações de neutrinos.

- **AMIGA (*Auger Muon Identification for the Ground Array*):** Este projeto prevê a instalação de detectores de múons cósmicos sobre os tanques detectores do Projeto Auger, na Argentina. Utiliza um conjunto de cintiladores plásticos para contagem e identificação de múons provenientes de chuviscos de partículas. Seu objetivo é permitir a quantificação da contribuição dos múons relativamente à contribuição da componente eletromagnética dos eventos detectados. Por outro lado, a inserção dos detectores do projeto AMIGA estende a sensibilidade do observatório Projeto Auger a partículas de menor energia (10^{17} eV), relativamente ao limite inferior originalmente previsto (10^{18} eV), além de lançar novas possibilidades para o estudo da composição química dos raios cósmicos.

- **Detecção de raios cósmicos com tecnologia de Radar:** Trata-se de um projeto de impacto social mais visível, uma vez que seu objetivo é instalar, em escolas de ensino médio da rede pública do Estado do Rio de Janeiro, sistemas equipados com detector de radiofrequência e câmeras multifilares para observação de raios cósmicos. A técnica consiste em observar a reflexão de uma onda de vídeo refletida pelo traço de ionização deixado na atmosfera pelos raios cósmicos de alta energia, de maneira semelhante à que é usada na detecção de meteoros. A rede de câmeras multifilares funciona como um sistema complementar, usado para disparar e para validar a observação de eventos pelo radar.

Os projetos Detector de Neutrinos e AMIGA atualmente estão em fase de concepção. Para o primeiro deles estão sendo definidos os elementos constituintes do detector em função da aplicação, enquanto que o segundo já conta com um estudo detalhado da estrutura a ser implementada. Ambos contam com recursos preliminares destinados à fase inicial de implementação. O projeto de detecção de raios cósmicos com radar tem duas unidades protótipos realizando medidas no Rio de Janeiro, e já apresentou solicitação de recursos à FAPERJ (Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro).

Outro projeto pode também ser mencionado:

- **FP420 (*Forward Proton Tagging in the 420m region at LHC*):** Este projeto prevê a instalação de detectores, situados na linha do feixe, a 420 metros dos detectores ATLAS e CMS, com o intuito de registrar eventos contendo prótons espalhados a baixos ângulos. O projeto envolve tanto a parte mecânica de movimentação precisa dos detectores na linha do feixe (utilizando dispositivos do tipo *Roman Pot*), quanto o desenvolvimento de

detectores de alta precisão, resistentes à radiação, além de toda a eletrônica associada à leitura de dados dos detectores. Este projeto encontra-se em fase de desenvolvimento, de forma que o tipo exato de detector ainda não foi definido. Entretanto, as condições impostas pelo ambiente da linha do feixe, além do critério de alta precisão, tornam mais viável a opção por detectores de silício, em particular detectores de silício 3D, que constituem uma tecnologia extremamente interessante nos dias atuais.

Há também a possibilidade de se contribuir com experimentos no CERN envolvendo detectores de silício (detectores de pixel do CMS), mas este implica um custo elevado e possivelmente prazos mais curtos. Também foi constatada a necessidade de se construir câmeras multifilares para tomografia de plasma.

Todos estes projetos orientam a definição da área de sensores e detectores. A infraestrutura disponibilizada na fase inicial do L.I.C. será definida em função do que for possível implementar para atendê-los.

IV – Qualificação

Vários pesquisadores e tecnólogos do CBPF estão envolvidos em projetos de desenvolvimento e construção de detectores, dentre os quais podemos destacar:

- **Construção de câmeras multifilares para o experimento E831 do Fermilab.** Três detectores de elétrons e pósitrons de alta energia foram construídos para este experimento no CBPF. O objetivo era identificar a posição destas partículas sobre uma área de aproximadamente $8 \times 8 \text{ cm}^2$. Além dos detectores, foi construída a eletrônica de *front-end* analógica, envolvendo centenas de canais de leitura de sinal. O conjunto foi integrado a módulos discriminadores, em que os sinais analógicos eram convertidos em digitais, e incorporado ao sistema de aquisição de dados do experimento;

- **Desenvolvimento de detectores a gás sensíveis a posição, para aquisição de imagens de raios-x.** Originalmente, o grupo “Laboratório de Sistemas de Detecção” do CBPF projetava e construía detectores de raios-x capazes de identificar a posição de incidência de fótons ao longo de uma dimensão (detectores lineares). Este princípio foi estendido ao caso bidimensional, mediante uso de planos de fios, constituindo câmeras multifilares, no interior das quais foi introduzido um sistema de decodificação de coordenadas em duas dimensões. Este trabalho possibilitou a construção de detectores de imagens de raios-x;

- **Desenvolvimento e implementação de estação de teste para câmeras multifilares no CERN.** Uma das contribuições do CBPF ao experimento LHCb do CERN, do qual fazem parte algumas instituições brasileiras, foi o desenvolvimento e a construção de uma estação de testes para as câmeras de múons responsáveis pelo sistema de *trigger* do experimento. A estação consiste de um sistema de leitura de dados ao qual são conectadas as câmeras sob teste. O sistema permite, para cada câmera, a leitura da posição de incidência e da energia relativa a cada partícula detectada. Uma unidade denominada Módulo de Processamento de Dados gerencia os procedimentos de teste, armazenando dados e elaborando, no nível do *hardware*, histogramas relativos às informações de interesse para os testes. O sistema é completado por um pacote de *software* que, além de controlar o procedimento de teste, realiza a análise dos dados adquiridos. Uma de suas rotinas gera uma série de arquivos contendo informações quantitativas para a caracterização de cada câmera testada;

- **Detector de Prótons Frontais (*Forward Proton Detector*):** Este projeto envolveu a construção de 18 detectores de fibra cintilante, juntamente com toda a parte mecânica de movimentação dos detectores, situados na linha do feixe do acelerador Tevatron do Fermilab. O desenvolvimento e a construção da parte mecânica foram efetuados em colaboração com o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS). O sistema foi desenhado para operação em alto vácuo ($\sim 10^{-11}$ Torr), com precisão mecânica de $\pm 4\mu\text{m}$. Este detector foi instalado no ano de 2000, e continua em operação até o presente.

V – Infra-estrutura

Em função das atividades acima destacadas, notamos que será requerida uma área de laboratório relativamente ampla, pois alguns elementos a serem construídos podem atingir dimensões da ordem de $5 \times 5 \times 5 \text{m}^3$. As bancadas de trabalho devem corresponder a estas dimensões. Como itens imprescindíveis para a condução dos projetos podemos listar:

- Sala semi-limpa equipada com câmeras de fluxo laminar;
- Equipamento de limpeza por ultrassom (tamanhos pequeno e médio);
- Bomba de vácuo turbo-molecular;
- Estações de solda e de dessolda, inclusive para componentes SMD;
- Balanças de precisão;
- Bancadas de eletrônica equipadas com equipamento básico (multímetros de bancada, DVMS, ponte RLC, osciloscópios, etc.);
- Linhas de gás (gases nobres usados em câmeras multifilares) e de ar comprimido;
- Infra-estrutura computacional com microcomputadores conectados em rede;
- Programas para concepção orientada por computador (simulação de circuitos, *layout* de circuitos impressos, desenho mecânico em 3D);
- Equipamento para movimentação de peças pesadas;
- Ferramentas diversas (de eletrônica e de mecânica);

Estes itens naturalmente não esgotam o que se deve prover um laboratório destinado ao desenvolvimento e à construção de detectores, mas constituem um núcleo estrutural necessário à maioria dos projetos nesta área.

VI – Estimativa de custos

Em termos de recursos humanos, estimamos que seja necessária, para a parte técnico-científica, a contratação de dois tecnologistas e de três técnicos de nível médio. Para a gestão administrativa do laboratório, bem como para a interação com os usuários externos, são necessários: um analista em ciência e tecnologia, de nível superior, e um assistente de nível médio. Com base nos atuais salários destes profissionais e respectivos encargos sociais, estimamos que o custo anual seja da ordem de R\$ 468.000,00.

Contamos também com a participação expressiva de estagiários e bolsistas, envolvidos com os programas de desenvolvimento tecnológico e inovação. Este item pode representar uma soma anual da ordem de R\$ 100.000,00.

Para o investimento em infra-estrutura, a estimativa está apresentada na Tabela I, onde estão listados e avaliados os itens identificados em §5.

Estimam-se os gastos em custeio, incluindo insumos, remuneração de serviços de terceiros e gastos com deslocamento de pessoal em aproximadamente R\$ 106.000,00 por ano.

As instalações físicas, conforme ilustrado na Figura 1, envolvem área de aproximadamente 200m². Considerando o custo de construção de área laboratorial em R\$ 1.000,00 por m², incluídas as instalações elétricas, hidráulicas e eletrônicas, chegamos ao valor de R\$ 210.000,00 para investimento em obra civil.

A planilha abaixo resume todos os custos mencionados.

#	Rubrica	RS / ano	RS total (implantação)
1	Infra-estrutura material		322.000,00
2	Custeio	106.000,00	
3	Remuneração de pessoal	568.000,00	
4	Obra civil de implementação		210.000,00
	Total	674.000,00	532.000,00

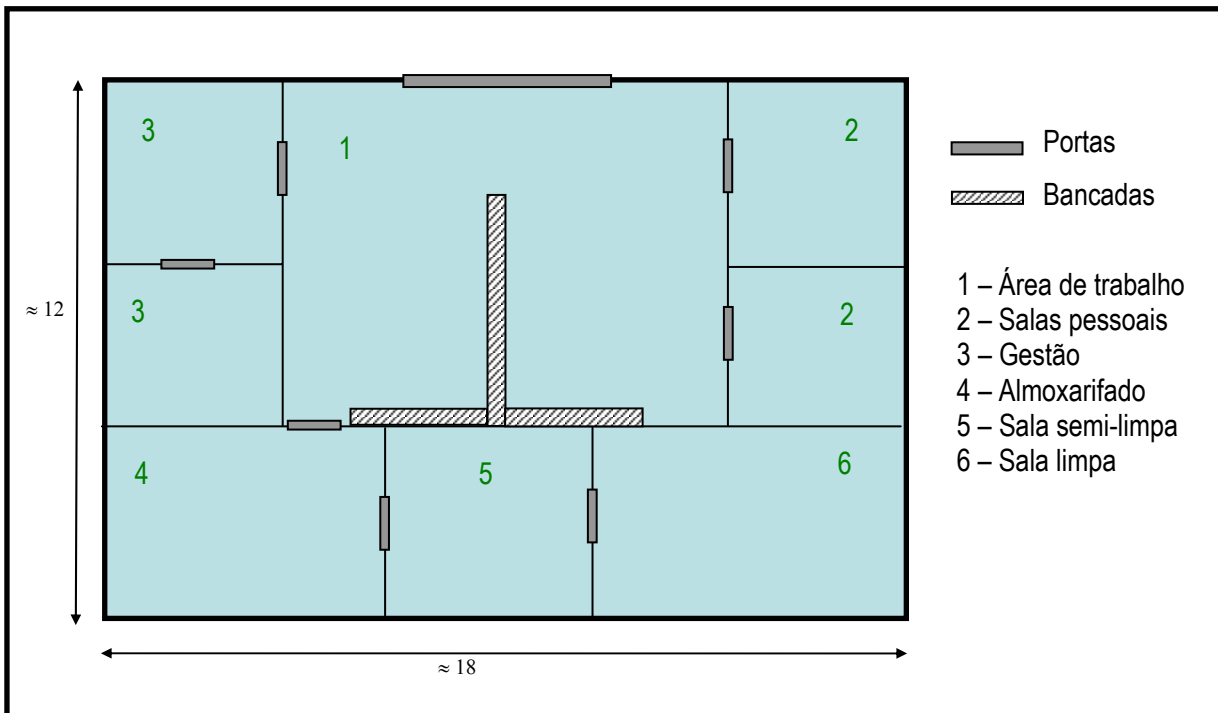
Tabela I

Estimativa de custo para materiais relativos à área de Detectores

Equipamentos para a área de Detectores & Sensores				
#	Designação	Comentário	Quant.	Custo (R\$)
1	Câmeras de fluxo laminar	Ambiente demontagem de detectores e sensores	03	15.000,00
2	Equipamento de limpeza por ultrassom	Tamanhos pequeno e médio	02	5.000,00
3	Bomba de vácuo turbo molecular	Eliminação de ar, degasagem (completa, com medidores de vácuo)	01	50.000,00
4	Estações de solda e dessolda	Solda convencional (2), SMD (1)	03	10.000,00
5	Balanças de precisão	Dosagem de substâncias	01	1.000,00
6	Bancadas	Para eletrônica e para montagens	>04	5.000,00
7	Multímetros de bancada	Medidas de precisão	02	5.000,00
8	DVM's	Medidas de rotina	05	2.000,00
9	Ponte RLC	Medidas diversas	01	10.000,00
10	Osciloscópios	02 Digitais (>1GS/s) 01 analógico	03	40.000,00
11	Linhas de gás	Misturas usadas em câmeras multifilares (completo, com reguladores e depósito)	01	15.000,00
12	Linha de ar comprimido	Limpeza, uso diário	01	compartilhado
13	Computadores	Simulações, servidor, escritório, rotina	≈10	20.000,00
14	Equipamento para movimentação de peças pesadas	Montagem de detectores de grande porte	01	compartilhado
15	Ferramentas diversas	Para eletrônica e mecânica, inclui porta-ferramentas (boa qualidade)	01	20.000,00
16	Aparafusadeira com torque controlado	Para vedação de compartimentos (gás, vácuo)	>03	2.000,00
17	Furadeira de precisão	Uso em peças e circuitos, com bancada	01	2.000,00
18	Medidor de corrente	Para a faixa < nA	01	10.000,00
19	Gerador de pulsos e funções (frequência >50MHz, risetime <5ns)	Ensaios de eletrônica	01	50.000,00
20	Eletrônica nuclear	Módulos diversos, crates, NIM/VME	01	60.000,00
Total Estimado				322.000,00

Figura 1

Esboço para as Instalações Físicas – Área de Detectores e Sensores





CBPF - Comissão L.I.C.

Detalhamento de Propostas para Áreas de Atuação

Grande área: Detectores

Possíveis sub-áreas: Cintiladores, MWPC, Semicondutores, Aplicações médicas e industriais

Versão: Final Preliminar Provisória

Data: 21-Janeiro-2007

Missão:

Atender a demanda da comunidade do CBPF e de outros institutos, bem como do setor privado, no que concerne a produção e o desenvolvimento de dispositivos para detecção de partículas e monitoramento de grandezas físicas.

Usuários & Clientes

Permanentes: CBPF, UFRJ

Principais: Projeto Angra (Neutrinos), Auger (AMIGA)

Freqüentes: laboratórios de pesquisa

Estimativa da Infra-estrutura Material Requerida

Área	Total (m ²): ~200	Número de salas: 8 (uma grande)
Instalações	Comuns a outras áreas: Sala limpa, oficinas de mecânica e eletrônica, almoxarifado, rede de computadores, <i>plotter</i> .	
	Específicas: Linhas elétricas independentes (mecânica/eletrônica), bancadas e ferramentas	
	Externas: Depósito para garrafas de gás, segundo as normas + armazenamento de materiais	
Equipamentos	Comuns a outras áreas: Balança de precisão, centrífuga, analisador de espectro (analógico) + analisador lógico (digital)	
	Específicos: Ultra-som, câmera de fluxo laminar, bomba de vácuo turbo, osciloscópios, multímetro, ponte RLC, estação de solda, PCs, impressora, máquina para corte e polimento de cintiladores.	
Software	Comuns a outras áreas: o básico de Windows e Linux, OrCAD, AutoCAD, SolidWorks, Protel, Matemática ou Maple, Quartus II, Borland C++, Delphi, Labview	
	Específicos:	
Outros	(*) Pé direito > 5m	

Estimativa de Recursos Humanos Necessários

Administrativo	Comuns a outras áreas: Secretaria, serviço de compras, telefonia, etc.
	Específicas: Analista em Ciência e Tecnologia
Apoio	Comuns a outras áreas: "Building Manager", Pessoal de mecânica e eletrônica, limpeza e manutenção
	Específicas:

Produção, Serviços, P&D	Tecnologistas/Pesquisadores: 03 Tecnologistas (nível superior)
	Nível médio: 03 (último nível)
	Outros:
Estimativa de custos (R\$)	
Implementação	Recursos Materiais (Infra-estrutura): 532K
Operação	Materiais & insumos (R\$/ano): 106K
	Recursos humanos (R\$/ano): 688K
ANEXO	
[Texto contendo: Introdução, descrição da área e sub-áreas, detalhamento dos recursos solicitados, detalhamento dos custos envolvidos, avaliação de viabilidade]	

Anexo A4 – Óptica

Laboratório de Óptica

Marcos de Castro Carvalho, Luiz Carlos Sampaio Lima

I - Objetivos e Metas

O objetivo básico do Laboratório de Óptica do LIC é o pleno domínio do projeto e do desenvolvimento de dispositivos de Óptica Eletrônica e dos demais sistemas ópticos de interesse para o setor científico, bem como para a indústria, o comércio e as aplicações estratégicas como: aero-espacial, defesa e segurança.

Para que isto seja atingido, é necessária a implementação das seguintes atividades prioritárias, que devem ser frequentemente reavaliadas em função da rápida evolução tecnológica deste domínio:

- Implantação de infra-estrutura laboratorial adequada à produção e à caracterização de dispositivos opto-eletrônicos;
- Formação de recursos humanos necessários à execução das metas estabelecidas pelo LIC;
- Pesquisa tecnológica visando preservar a capacidade para o desenvolvimento na área de óptica;
- Monitoramento do estado da arte em tecnologias avançadas na área de óptica, a fim de prever a evolução e o emprego destas tecnologias em outras áreas.

O CBPF não dispõe atualmente de uma infra-estrutura mínima capaz de suportar este planejamento de forma coerente e com perspectivas de se chegar a resultados importantes em curto prazo. Em particular, os recursos humanos são escassos, e as instalações físicas necessitam investimento considerável em ferramentas e equipamentos. Com o advento do LIC espera-se que o Laboratório de Óptica evolua gradualmente, de maneira estruturada, com o fim de atender projetos nacionais neste ramo de atividade.

II - Subáreas

De acordo com os objetivos gerais acima delineados, as seguintes subáreas deverão ser implementadas no Laboratório de Óptica do LIC, na ordem de prioridade em que estão listadas, ou em função de demanda específica.

2.1 - Oficina de Óptica: projeto, fabricação e montagem de sistemas ópticos

O LIC deve dispor de uma Oficina de Óptica moderna e completa, que o capacite a produzir praticamente todos os tipos de componentes ópticos de alta precisão. Nesta oficina poderão ser produzidos os componentes ópticos (lentes, prismas, espelhos, filtros, etc) utilizados em produtos específicos (microscópios, *lasers*, sistemas de imagem, etc) para clientes diversos. A capacitação técnica e as ferramentas adequadas, tais como o programa de cálculo óptico CODE V usado para o desenvolvimento de sistemas ópticos (espelhos especiais, objetivas, oculares, sistemas de *zoom* óptico, etc.) deverão estar disponíveis, assim como os dispositivos necessários para montagem e alinhamento de componentes ópticos.

2.2 - Caracterização e Controle

Esta subárea destina-se à realização da caracterização e do controle dos dispositivos e componentes produzidos. Qualquer equipamento desenvolvido para uma aplicação óptica deve ter seus parâmetros físicos caracterizados. Por exemplo, o desempenho de um sensor de luz pode ser avaliado e comparado com sistemas similares através de suas figuras de mérito. A denominação “*Figura de Mérito*” se refere a um conjunto de parâmetros que devem ser medidos sob determinadas condições, convencionadas internacionalmente. Em termos genéricos, os seguintes parâmetros devem ser caracterizados: detetividade, responsividade, resposta espectral, tempo de resposta. A subárea de Caracterização e Controle estará equipada para prover satisfatoriamente a realização destas medidas.

2.3 - Laser e óptica não-linear

Em função do grande número de dispositivos e processos envolvendo *laser* e óptica não-linear, tanto no meio acadêmico quanto no setor produtivo, o LIC deverá estar preparado e capacitado a projetar e a realizar sistemas a *laser* tais como: medidores de distância (medidor de distância *md*, medidor de longas distâncias); medidores de primeira harmônica; medidores de espessura; medidores circunferenciais; centralizadores, multiposicionador a diodo, sistemas para alinhamento de direção, emissor e detector modulado, apalpador...

2.4 – Divisão médica: oftalmológica/odontológica

O objetivo desta subárea é oferecer produtos e serviços para o setor médico, em particular a oftalmologia e a odontologia, reconhecidamente usuárias de sistemas ópticos de precisão. Entre os dispositivos mais comumente usados nestas áreas podemos citar: Paquímetro de Córnea (exibe a espessura da córnea medida, a pressão intra-ocular inserida e a pressão intra-ocular corrigida); Pupilômetro (medidas pupilares em baixos níveis de iluminação); Campímetro (proporciona a detecção precisa da perda de campo visual), Lentes (lentes para *Argon/Diode-Mainster*, lentes para Diagnóstico - Multipropósito e Fundo, conjunto de lentes para cirurgia, etc).

III – Recursos Materiais

Para equipar os laboratórios das subáreas, um investimento importante em equipamentos deve ser realizado. Para a fase inicial, estima-se em aproximadamente R\$ 860.000,00 o aporte necessário para a aquisição dos seguintes itens: espectro-fotômetro, fontes luminosas, interferômetros, goniômetros, politrizes para polimento óptico e lapidação, pastilhas diamantadas, rebolos diamantados, serras diamantadas, esferômetros, elipsômetros, mesas ópticas, bancos ópticos, suportes, prismas, divisores de feixes, detectores, fibras ópticas, *laser* de várias potências, esferas integradoras, corpo negro, padrões secundários de radiancia e irradiancia, polarizadores e evaporadora para coberturas de filmes finos ópticos, vidros ópticos.

IV – Recursos Humanos

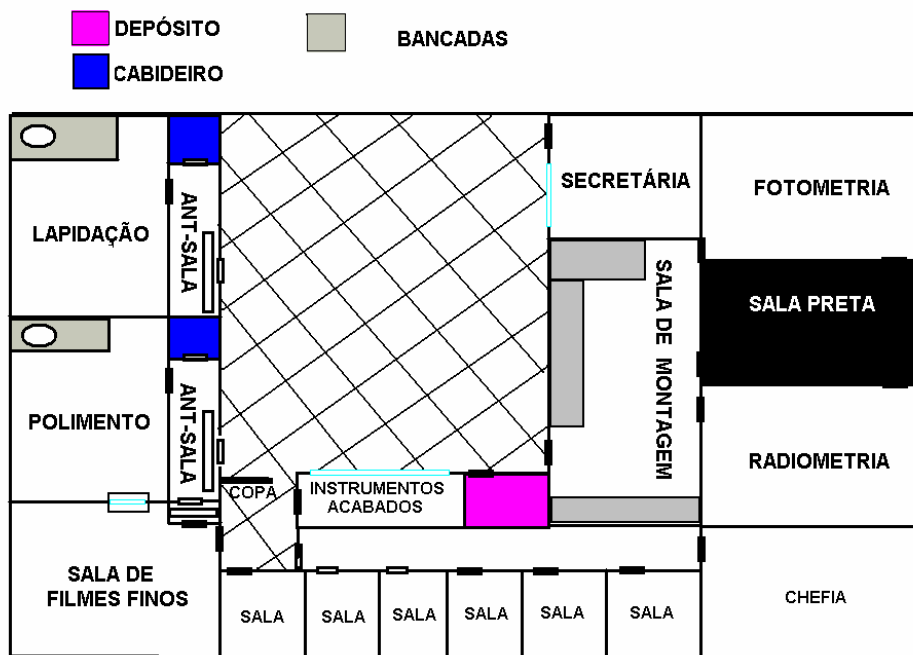
As atividades específicas do Laboratório de Óptica exigem a qualificação de recursos humanos, tendo em vista sobretudo que o pessoal do CBPF atualmente vinculado a esta área é insuficiente e não tem treinamento em todas as linhas de ação previstas neste

planejamento. Pretende-se enviar pessoal técnico e científico para realização de cursos e estágios em centros especializados, e pretende-se também contratar físicos, engenheiros e tecnologistas com aperfeiçoamento nas áreas de óptica física e geométrica, principalmente em fotometria e radiometria. Para compor uma equipe capaz de conduzir as atividades anunciadas, o seguinte quadro de pessoal é recomendado:

- 2 Doutores: um em Física (sistemas ópticos e/ou instrumentação científica), um em Eletrônica (opto-eletrônica, detectores, processamento de imagens, *laser*);
- 3 Físicos plenos;
- 2 Engenheiros (um engenheiro mecânico);
- 3 Técnicos de nível médio (mecânico/óptico, procesamento óptico, eletrônico);
- 2 Auxiliares administrativos de nível médio (secretária, serviços gerais).

V – Área Física

Apresentamos abaixo um esquema para as instalações físicas do Laboratório de Óptica, distribuídas num espaço físico de aproximadamente 400 m². Esta distribuição contempla as 4 atividades identificadas na seção §2.





CBPF - Comissão L.I.C.

Detalhamento de Propostas para Áreas de Atuação

Grande área: Óptica

Possíveis sub-áreas: 1) Oficina de óptica: projeto, fabricação e montagem de sistemas ópticos no visível, ultravioleta e infravermelho; 2) Laboratório de Fotometria para caracterização dos dispositivos produzidos; 3) Laboratório de Laser e Óptica não-linear; 4) Divisão Médica: oftalmológica/odontológica.

Versão: Final Preliminar Provisória

Data: 29/3/2007

Missão:

A missão do laboratório de instrumentação óptica é a realização de projetos de óptica eletrônica para experimentos científicos, para a indústria e para a área biomédica, que necessitem sistemas ópticos na faixa de frequência desde o ultravioleta ao infravermelho

**Usuários
&
Clientes**

Permanentes: Grupos de Física Experimental do CBPF, UFRJ

Principais: Instituições do MCT, Universidades do Brasil, Instituições do Ministério da Defesa, CTEEx, INMETRO, COPPE, CTA, LNA, OPTO.

Frequentes: CENPES/Petrobras, Incubadoras de Empresas etc.

Estimativa da Infra-estrutura Material Requerida

Área	Total (m ²): 400	Número de salas: 10 + 7 pequenas
Instalações	Comuns a outras áreas: almoxarifado, rede de computadores, <i>plotter</i> e impressoras.	
	Específicas: Ar Comprimido, Ar-Condicionado, Aterramento, Nitrogênio seco.	
	Externas:	
Equipamentos	Comuns a outras áreas: Equipamentos para a Rede Local (Cabeamento de Rede, Giga-Switches, Roteador e Rede Sem Fio)	
	Específicos: espectrofotômetro, fontes luminosas, interferômetros, goniômetros, politizes para polimento óptico e lapidação, pastilhas diamantadas, rebolos diamantadas, serras diamantadas, esferômetros, elipsômetros, mesas ópticas, banco ópticos, suportes, prismas, divisores de feixes, detectores, fibras ópticas, laser de várias potências, esfera integradoras, corpo negro, padrões secundários de radiação e irradiação, polarizadores e evaporadora para coberturas de filmes finos ópticos, vidros ópticos.	
Software	Comuns a outras áreas: Windows, Office e Linux	
	Específicos: CODE V, MATLAB, AutoCAD.	
Outros		

Estimativa de Recursos Humanos Necessários

Administrativo	Comuns a outras áreas: Secretaria, Compras, Telefonia, Agente de Propriedade Intelectual (Patentes)
	Específicas:
Apoio	Comuns a outras áreas: 01 serviço gerais
	Específicas: 01 secretária
Produção, Serviços, P&D	Tecnologistas/Pesquisadores: dois doutores, dois engenheiros e três físicos plenos
	Nível médio: 03 técnicos (um em polimento e lapidação, 01 em montagem, e outro em caracterização)
	Outros:
Estimativa de custos (R\$)	
Implementação	Recursos Materiais (Infra-estrutura): ~860.000,00
Operação	Materiais & insumos (R\$/ano): ~400.000,00
	Recursos humanos (R\$/ano): ~ 560.000,00
ANEXO	
Introdução, descrição da área e sub-áreas, detalhamento dos recursos solicitados, detalhamento dos custos envolvidos	

Transcrição de cartas de apoio dos coordenadores de projetos

I – FAX do Coordenador do Projeto AMIGA

Prof. Dr. Ricardo Magnus Osório Galvão
Director/CBPF
Río de Janeiro

El motivo de la presente es expresar mi total apoyo y entusiasmo a la construcción de un nuevo Laboratorio de Instrumentación Científica (LIC) en CBPF pues será una iniciativa de particular relevancia para la construcción, montaje y puesta en funcionamiento de la fase final de construcción de detectores del Proyecto Auger, los detectores de AMIGA.

El Proyecto AMIGA (Auger Muons and Infill for the Ground Array) se gestó a partir del Taller de Trabajo que realizaran grupos argentinos y brasileros en CBPF en Febrero de 2003 con apoyo de CAPES y actualmente forma parte integral del diseño de base del Proyecto Auger. AMIGA expande el rango de interés de Auger en más de un orden de magnitud de 3×10^{18} eV hasta 10^{17} eV, en la zona de enorme interés científico donde se cree sucede la transición de rayos cósmicos galácticos a extragalácticos. AMIGA ocupará un área de $23,5 \text{ km}^2$ con 85 pares de detectores (tanques $10\text{m}^2 \times 1,42 \text{ m}$ de detección de efecto Cherenkov y centelladores enterrados de 30 m^2) emplazados dentro del arreglo de tanques de Auger pero a menor distancia que los 1,500 m de éstos.

El LIC será un laboratorio abierto a usuarios y clientes externos, o sea, no atenderá únicamente a las necesidades de CBPF y podrá recibir proyectos y ejecutarlos desde las áreas de Mecánica, Electrónica, Detectores y Óptica. Los detectores de AMIGA implican un desarrollo y/o investigación en electrónica, fibras ópticas y mecánica asociada para montar los centelladores con fibras ópticas acoplados a los fototubos multiánodo. Un sistema parecido al que será utilizado en el sistema de veto del detector de neutrinos de la central nuclear brasilerá.

Es mi deseo trabajar en colaboración con LIC en el montaje y puesta en funcionamiento de los contadores de AMIGA para lo cual es necesario prever cierto nivel de infraestructura que tal vez valga la pena resaltar ahora que se esta organizando el nuevo laboratorio. Los contadores consisten en módulos de 64 varillas centelladoras de 1,0 cm de espesor, 4,1 cm de ancho y 4 m de largo, y por lo tanto se requiere de una mesa de trabajo de $3 \times 4,5 \text{ m}^2$ y una puerta/balcón para poderlos transportar afuera de CBPF. También se requiere una caja negra pequeña para la prueba de fotomultiplicadores y el instrumental usual de un laboratorio de electrónica incluyendo un osciloscopio digital de $\sim 0,5 - 1,0 \text{ GHz}$ y $\sim 5.0 \text{ Gsamples}$.

Dr. Alberto Etchegoyen
Investigador Principal AMIGA
Pierre Auger Project

II – Carta do Coordenador do Projeto ANGRA-NU

*Prof. Ademarlaudo Barbosa
Laboratório de Sistemas de Detecção
Coordenação de Física Aplicada
CBPF*

Prezado Ademarlaudo,

Encaminho esta carta com o objetivo de apoiar a iniciativa de estruturação do novo Laboratório de Instrumentação Científica – LIC – que você está coordenando. Este laboratório deverá resgatar a tradição de excelência do CBPF nas atividades de instrumentação científica, adquirida nos anos 60 com o laboratório de eletrônica e a oficina mecânica que serviram de base para a construção de três aceleradores lineares de elétrons e de vários equipamentos para os grupos de pesquisa de Cesar Lattes e de Jacques Danon. A reputação deste laboratório extravazou o CBPF, tendo servido também a diversas outras instituições que aqui vinham buscar reparo para seus equipamentos importados.

O novo Laboratório de Instrumentação Científica será essencial para o desenvolvimento de vários projetos experimentais em implantação no CBPF, como o projeto LABNANO e em especial para o projeto Neutrinos Angra, que coordeno. Neste projeto, como é de seu conhecimento, estamos desenvolvendo detectores de neutrinos para serem colocados próximo ao reator Angra II, e necessitaremos uma oficina mecânica moderna para construir os vasos de contenção dos cintiladores líquidos, e também um laboratório de eletrônica capaz de produzir equipamentos para o sistema de aquisição de dados de Angra, que serão usados no *trigger* de múons do experimento Double Chooz.

Devo lembrar também que este laboratório será muito útil para a comunidade científica do Rio de Janeiro, que passará a contar, continuando com a tradição do CBPF, com um laboratório multi-usuário de vanguarda na área de instrumentação científica.

Atenciosamente

João dos Anjos
Pesquisador Titular
Coordenador do Projeto Neutrinos Angra

III – Mensagem do Coordenador do AMIGA no Brasil

*Prof. Ademarlaudo Barbosa
Laboratório de Sistemas de Detecção
Coordenação de Física Aplicada
CBPF*

Prezado Ademarlaudo,

Gostaria de parabenizá-lo por estar realizando, estruturando o Laboratório para Instrumentação Científica do CBPF (LIC). Como você está ciente, pois discutimos o assunto várias vezes, este laboratório terá um papel importante para os planos de trabalho do grupo do brasileiro que participa do Observatório Pierre Auger, na Argentina. Esperamos dar uma contribuição relevante ao programa que denominamos de AUGER ENHANCEMENTS, que tem como objetivo estender a sensibilidade do Observatório Auger para energias mais baixas, de modo a medir de forma consistente a região onde há indicações de uma transição na natureza dos raios cósmicos. A capacidade de resolução da discriminação dos componentes de um chuveiro é elemento importante neste projeto. O projeto tem duas componentes principais:

- a) cobrir uma região com densidade maior de detectores de superfície, usando a mesma tecnologia dos detectores atuais;
- b) equipar esta rede mais densa com contadores de múons, com uma resolução temporal fina, de modo a aumentar o poder de separação das componentes eletromagnética e muônica dos chuveiros.

Este programa, que tem a alcunha de projeto AMIGA, foi iniciado como um programa de cooperação Argentina-Brasil, com o apoio da CAPES há alguns anos. O programa teve posteriormente a adesão de vários outros grupos do Auger e tem hoje um complemento nos detectores de fluorescência. O programa é liderado pelo prof. Alberto Etchegoyen, pesquisador da CNEA, em Buenos Aires.

Planejamos cooperar na fabricação, montagem e testes dos contadores de múons, explorando inclusive a possibilidade de utilizar indústrias neste processo. Convém salientar que a tecnologia usada para estes contadores é a mesma que está sendo planejada para os sensores de veto do projeto Angra NU. Por outro lado, esperamos poder usar os mesmos detectores para construir no CBPF um telescópio de múons omnidirecionais.

Portanto, a previsão de espaço físico e recursos instrumentais para este projeto, no planejamento do LIC, é essencial para o programa do grupo Auger no Brasil. Creio que você tem uma idéia clara sobre as especificações necessárias para este trabalho, mas se necessário podemos refiná-las.

Um abraço,

Ronald Shellard

Coordenador do grupo Auger/CBPF

IV – Carta do Coordenador da Comissão LIC-UFRJ

*Ilmo. Sr. Prof. Ricardo Magnus Osório Galvão
Diretor - Centro Brasileiro de Pesquisas Física – CBPF*

Rio de Janeiro, 22 de janeiro de 2007

Senhor Diretor,

Vemos com satisfação a conclusão do Projeto Conceitual do Laboratório de Instrumentação Científica (LIC). Esta é a primeira etapa para concretizar um empreendimento capaz de induzir um enorme salto qualitativo nas atividades de pesquisa realizadas pela comunidade científica do Estado do Rio de Janeiro. Com oficinas previstas nas áreas de mecânica, eletrônica, óptica e detectores, o Laboratório de Instrumentação Científica será capaz de fornecer um suporte técnico de última geração.

Somente dispondo de facilidades deste porte nosso Estado poderá concretizar projetos inéditos e com um grau de sofisticação que permita que atividades científicas cobrindo um amplo leque de conhecimentos possam ser efetivamente desenvolvidas, tanto de vulto quanto em quantidade, em áreas de fronteira.

O LIC pretende ser uma entidade aberta a multi-usuários, orientada a projetos, além de ágil e simples na sua organização e no atendimento. A infra-estrutura laboratorial que estará disponível no LIC terá um enorme efeito multiplicador na formação de recursos humanos – tanto em nível técnico quanto em nível científico – altamente qualificados, beneficiando não somente todas as instituições de pesquisa do Estado como também suas escolas técnicas e empresas inovadoras. A conclusão desta primeira etapa fornece os subsídios necessários para fundamentar uma rápida implantação desse projeto.

Cordialmente,

Eduardo C. Montenegro
Coordenador da Comissão da LIC-UFRJ

V – Carta do Coordenador do Projeto LABNANO

*Prof. Ademarlaudo Barbosa
Presidente da Comissão do LIC CBPF
Ref.: Manifestação de apoio ao LIC*

Prezado Prof. Barbosa,

É com prazer que manifesto meu total apoio ao desenvolvimento pleno do Laboratório de Instrumentação Científica do CBPF (LIC-CBPF), a ser instalado no campus da UFRJ da Ilha do Fundão. Sou de opinião que as facilidades e serviços para solucionar problemas de mecânica fina, tecnologia de vácuo e eletrônica (rápida ou de controle), a serem implantadas no LIC-CBPF, são fundamentais para o desenvolvimento do LABNANO/CBPF, assim como para os demais laboratórios e grupos de pesquisa em nanociência e nanotecnologia do Rio de Janeiro e de todo o país.

Atenciosamente

Prof. Rubem Luis Sommer
Coordenador do Comitê Técnico
LABNANO/CBPF