

# **RELATÓRIO DE ATIVIDADES 2016**

## **PRÓ-REITORIA DE PESQUISA (PROPESQ)**

**Sebastião Roberto Soares**

Pró-Reitor de Pesquisa

**Armando Albertazzi Gonçalves Júnior**

Superintendente de Projetos

**Dachamir Hotza**

Presidente do Comitê Gestor do Laboratório Interdisciplinar do Desenvolvimento de Nanoestruturas (LINDEN)

## **H. LABORATÓRIO CENTRAL PARA O DESENVOLVIMENTO DE NANOESTRUTURAS (LINDEN)**

Unidade: Laboratório Interdisciplinar para o Desenvolvimento de Nanoestruturas (LINDEN)

Presidente do Comitê Gestor: Dachamir Hotza

Vice-Presidente do Comitê Gestor: César V. Franco

Endereço:

Centro de Ciências Física e Matemáticas (CFM)

Departamento de Química (QMC)

Campus Trindade, Sala QMC 214

88040-900 Florianópolis, SC

Telefones: +55 (48) 3721 3633

Home Page: <http://linden.ufsc.br>

E-mail: [linden@contato.ufsc.br](mailto:linden@contato.ufsc.br)

### **H.1 Equipe técnica e científica**

#### **H.1.1 Comitê gestor**

De acordo com o Regimento Interno do LINDEN/UFSC (disponível em <http://linden.ufsc.br/files/2013/11/Regimento.pdf>), o Comitê Gestor (CG) é composto pelo Presidente, pelo Vice-Presidente, por 5 pesquisadores das unidades laboratoriais da UFSC integrantes do LINDEN. Atualmente, o CG tem os seguintes participantes:

- Dachamir Hotza (CERMAT, Presidente)
- César V. Franco (LABSIN, Vice-Presidente)
- Aloisio N. Klein (LABMAT, Membro)
- Ricardo A. F. Machado (LCP, Membro)
- Philippe J. P. Gleize (NANOTEC, Membro)
- Elenara M. T. L. Senna (FARMACO, Membro)
- André A. Pasa (LCME/LFFS, Membro)

#### **H.1.2 Laboratórios associados ao LINDEN**

No quadro a seguir estão listados os laboratórios associados ao LINDEN/UFSC e seus respectivos pesquisadores líderes (disponível em <http://linden.ufsc.br/laboratorios-associados>).

<b>Nome</b>	<b>Formação</b>	<b>Laboratório</b>	<b>Departamento</b>	<b>Centro</b>
Aloisio N. Klein	Física	LABMAT	EMC	CTC
André A. Pasa	Física	LCME	PROPESQ	
André A. Pasa	Física	LFFS	FSC	CFM
Antonio A. U. Souza	Eng. Química	LABMASSA	EQA	CTC
César V. Franco	Química	LABSIN	QMC	CFM
Elenara L. Senna	Farmácia	LABFARMACO	CIF	CCS
Josiel B. Domingos	Química	LACBIO	QMC	CFM
Marcio C. Fredel	Eng. Mecânica	CERMAT	EMC	CTC
Ricardo A. F. Machado	Eng. Química	LCP	EQA	CTC
Tania B. C. Pasa	Física	GEIMM	CIF	CCS
Wellington L. Repette	Eng. Civil	NANOTEC	ECV	CTC
Pedro Novaes	Eng. Materiais	VITROCER	EMC	CTC
Carlos Renato Rambo	Eng. Elétrica	LAMATE	EEL	CTC

### **H.1.3 Bolsistas atuantes na equipe de gestão do LINDEN**

No quadro a seguir estão listados os bolsistas com bolsas vigentes atuando na gestão do LINDEN.

<b>Nome</b>	<b>Formação</b>	<b>Tit.</b>	<b>Área de atuação</b>	<b>Laboratório</b>
Andrea Granada Ferreira	Farmacêutica	D	Nanopartículas	LINDEN
Caroline Bressan	Eng. Materiais	M	Nanomateriais	LINDEN
Steferson Luiz Stares	Eng. Mecânico	D	Nanomateriais / Manufatura Aditiva	LINDEN

### H.1.4 Bolsistas atuantes no LINDEN e laboratórios associados

No quadro a seguir estão listados os bolsistas com bolsas vigentes atuando nos laboratórios associados ao LINDEN.

Nome	Formação	Tit.	Área de atuação	Laboratório
Ângelo O. Silva	Eng. Química	G	Polímeros biodegradáveis	LCP
Marco A. Silveira	Química	G	Química Orgânica	LACBIO
Mariana F. Sanches	Química	M	Comportamento reológico	CERMAT
Roberto C. P. Nallin	Eng. Materiais	G	Materiais e Metalúrgica	LABMAT
Tatiane M. Amadio	Eng. Materiais	M	Materiais Cerâmicos	CERMAT
Michel Batista Siqueira	Eng. Mecânica	G	Nanomateriais	CERMAT/LCP
Cássia Corso Silva	Física	G	Filmes Finos	LFFS
Katina Roumbedakis	Biologia	D	Microscopia	LCME
Daniela Schulz	Farmácia	G	Nanoemulsões	Farmacotécnica

### H.2 Introdução e atribuições

O Laboratório Interdisciplinar do Desenvolvimento de Nanoestruturas (LINDEN) é formado por treze laboratórios associados com ênfase no desenvolvimento de nanoestruturas. Atualmente o LINDEN tem a sua sede no Departamento de Química na sala 208 com regimento interno e regras definidas para a utilização multiusuária de equipamentos. Com previsão para o final de 2017, o LINDEN ocupará dois andares de oito pavimentos do prédio do Instituto Multidisciplinar de Engenharias de Superfície (IMES) onde se instalarão laboratórios para fabricação de micro e nano componentes e superfícies nanoestruturadas, salas de interação com o setor produtivo, salas para pesquisadores visitantes e auditório com 105 lugares visto que vai compartilhar todas as facilidades comuns disponíveis no prédio do IMES.

O LINDEN está focado no desenvolvimento de sistemas nanoestruturados para diversas aplicações, com o objetivo de obter materiais que apresentem melhorias nas suas propriedades e no seu desempenho. Os pesquisadores que integram o LINDEN têm amplo domínio das técnicas de síntese, obtenção e nanofabricação, assim como das técnicas de caracterização de nanoestruturas, as quais podem ser obtidas a partir de

materiais orgânicos (poliméricos ou lipídicos), inorgânicos ou metálicos. Esse tema agrega o desenvolvimento de sistemas nanoestruturados com vistas a aplicações biomédicas, farmacêuticas e cosméticas, que podem inclusive transportar moléculas ativas e outros compostos de interesse, e ao desenvolvimento de técnicas para a modificação de superfícies com materiais nanoestruturadas, *coatings* superficiais de alto desempenho e membranas, e ao desenvolvimento de catalisadores nanoparticulados para aplicação em reações químicas de interesse industrial. No mínimo, quinze por cento do tempo de uso de equipamentos são destinados ao setor produtivo constituído por empresas usuárias e produtoras de bens e serviços de nanotecnologia.

Uma das principais características do LINDEN é o grau de maturidade e consolidação dos laboratórios associados, tanto em termos de infraestrutura de operação e de facilidades instrumentais como de serviços. A consolidação ocorre nas áreas de atuação e se resume no desenvolvimento de nanomateriais, a satisfatória infraestrutura de operação e as facilidades instrumentais e de serviços. Uma vez que ocupe o espaço de 1.042 m<sup>2</sup> no Instituto Multidisciplinar de Engenharias de Superfície previsto para ser entregue no final de 2017, o LINDEN poderá atuar em sinergia com a infraestrutura deste complexo para fabricação de micro e nano componentes e superfícies nanoestruturadas. O LINDEN, ao atingir maturidade e robustez no prazo máximo de 5 anos, se consolidará como laboratório modelo e inspirador para outras iniciativas similares.

O LINDEN dá acesso facilitado à infraestrutura de pesquisa aos laboratórios de pequeno porte e/ou emergentes e empresas *spin off* estruturando destarte a governabilidade para as nanotecnologias na região que engloba todo ambiente UFSC, centros de pesquisa e inovação, incubadoras e setor produtivo. De forma robusta e consistente, objetiva promover a consolidação de grupos emergentes, de laboratórios de pesquisa em nanotecnologias e de empresas interessadas em P,D&I em nanotecnologias tanto regional como nacionalmente.

Como projeção de um cenário de 5 anos, o LINDEN prevê adicionar a essas competências e facilidades instrumentais o desenvolvimento da capacidade de escalonamento para atender laboratórios e institutos externos à UFSC, as *spinoff e startup* de nanotecnologia que fornecem produtos e soluções para os seus clientes potenciais, as indústrias tradicionais de Santa Catarina resultando em novos produtos e processos, com salto quantitativo e qualitativo em produtos inovadores. Há um conjunto expressivo de empresas com grande potencial de interesse em soluções com base na nanotecnologia que certamente se beneficiarão dos recursos em infraestruturas mais centralizados do LINDEN. Essas empresas terão acesso aos benefícios e vantagens competitivas dos laboratórios consolidados associados ao LINDEN com foco no desenvolvimento de nanomateriais e que já operam comprovadamente como laboratórios multiusuários.

O LINDEN dispõe de um site (<http://linden.ufsc.br/>) com notícias do mundo da nanotecnologia que engloba desde descobertas inéditas da pesquisa até novas regulamentações. Além das notícias, o site também é atualizado com programações de eventos relacionados com nanotecnologia pelo Brasil e também artigos publicados pela equipe de Professores Pesquisadores do LINDEN. Além disso, o site facilita a comunicação entre os laboratórios e os usuários externos disponibilizando as análises de cada laboratório e o respectivo contato.

O LINDEN abre uma ação estruturante, de gestão e disponibilização do potencial instrumental da Universidade para alavancar o desenvolvimento das vertentes de forma organizada e estratégica, disponibilizando infraestrutura com grande potencial de inovação, e promovendo a formação, capacitação e fixação de recursos humanos, a educação em nanotecnologias e sua divulgação, possibilitando ao País atingir os grandes objetivos nacionais.

### **H.3 Atividades realizadas**

Em 5 de maio, o LINDEN com o apoio da FIESC (Federação das Indústrias de Santa Catarina) realizou o 1º WORKSHOP SOLUÇÕES INOVADORAS EM NANOTECNOLOGIA PARA A INDÚSTRIA CATARINENSE com o objetivo de reunir empresas de setores tradicionais, especialmente dos setores têxtil e metal mecânico, empresas de base tecnológica e pesquisadores de ICTIs de Santa Catarina, para discutir desafios de desenvolvimentos em nanotecnologia com vistas à incorporação de soluções inovadoras para a melhoria da competitividade de setores chaves da economia.

Em 11 de novembro, o LINDEN promoveu o 1º WORKSHOP BRAZIL-CHINA IN NANOTECHNOLOGY em parceria com o NERCN (National Engineering Research Center for Nanotechnology) de Shanghai – China. O workshop teve como tema “Nanomaterials and Nanocomposites for Environmental Decontamination” e se relaciona com um projeto em andamento, com o suporte do MCTI em parceria com o Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano/CNPEM). Nesta oportunidade foram discutidas as próximas ações do Centro Brasil-China de Pesquisa e Inovação em Nanotecnologia (CBC-Nano), cuja ideia é dar ao Brasil condições de estabelecer uma cooperação de longo prazo em nanotecnologia com a China.

Durante todo o exercício de 2016, por meio dos laboratórios associados, foram disponibilizados a empresas e comunidade acadêmica os ensaios e análises listadas abaixo e disponíveis em <http://linden.ufsc.br/analises/>.

<b>Análise/Ensaio</b>	<b>Equipamento</b>	<b>Descrição</b>	<b>Laboratório</b>
GPC	LC-20AD Shimadzu	Separação de moléculas dissolvidas com base no tamanho.	LCP
Liberação e permeação cutânea de compostos nanoencapsulados	Dist e USP 4 Erweka	Avaliação da permeação cutânea de compostos.	LABFARMACO
Microscopia Confocal	Leica DMI6000 B Microscope	Confocal Scanner TCS SP5 acoplado, Laser de Diodo na linha UV 405 nm, Laser Ar linhas: 458, 476, 488, 496, 514 nm. Laser de He-Ne nas linhas: 543, 594 e 633 nm	LCME
Microscopia de Transmissão	JEM – 1011 TEM	Voltagem de aceleração máxima: 100 kV, Resolução para imagem de ponto: 0,45 nm, Resolução para imagem de linha: 0,20 nm, Faixa de magnificação: 800x a 600.000x, Mód. Inclinação estágio goniométrico: $\pm 20^\circ$	LCME
Microscopia de Transmissão	JEM – 2100 TEM	Voltagem de aceleração máxima: 200 kV, Magnificação : 2000x a 1.200.000x, Resolução para imagem de ponto: 0,23 nm, Resolução para imagem de linha: 0,14 nm, Mód. Inclinação estágio goniométrico: $\pm 30^\circ$	LCME
Microscopia de Varredura	JEOL JSM-6390LV Scanning Electron Microscope	Filamento de Tungstênio, Voltagem de aceleração: 0.5 a 30kV, Magnificação 25x a 300000x, Resolução alta tensão: 3nm; baixa: 4nm.	LCME
Microscopia de Varredura	JEOL JSM-6701F Scanning Electron Microscope	Catodo frio: Emissão de campo (FESEM), Alta resolução: 1nm(30kV)- 2.2n (1.2kV), Tensão de aceleração: 0.5 a 30kV, Magnificação 25x a 650000x.	LCME
Microscopia de Varredura	MEV (TM 3030/ 2014)		CERMAT
Tamanho de partícula por difração a laser	Mastersizer 2000 Hydro	6 nm – 2000 micrômetros, Dispersão meio líquido	LABFARMACO

Tamanho de partícula por sedimentação, Estabilidade em suspensões	LUMISIZER (L.U.M GmbH / 2014)	10 nm – 1000 micrômetros	CERMAT
Tamanho de partícula, Potencial Zeta, Peso molecular	NANOSIZER Nano Series ZEN1600 (2006)	0.0003 – 10 micrômetros	LCP
Tamanho e forma de partículas por espalhamento dinâmico de luz	Zetasizer Nano Malvern ZS/2011	0.0003 – 10 micrômetros, Dispersão meio líquido	CERMAT
Tamanho e forma de partículas por espalhamento dinâmico de luz	Stabino NANO-flex	0.8 nm – 6.5 micrômetros	LCP

Conforme o disposto no Edital SisNano, foi respeitada a disponibilidade de pelo menos 15% do tempo dos equipamentos pelas comunidades interessadas de acordo com a demanda, com a emissão de laudos certificados cujos custos serão aportados pelos solicitantes externos de acordo com a complexidade dos ensaios a serem realizados ou por hora demandada de uso do equipamento. Os recursos auferidos são utilizados na aquisição, atualização e manutenção dos equipamentos, aquisição de consumíveis, manutenção da equipe técnica e um fundo para ampliação da capacidade instalada, visando atender futuras demandas de ensaios em equipamentos ainda não disponíveis. Para o desenvolvimento de aplicações aos parceiros da comunidade externa são elaborados projetos específicos para atender as referidas demandas, os quais são implantados de acordo com a disponibilidade e uso dos recursos.

Na Tabela a seguir, apresenta-se a relação de empresas que utilizaram os equipamentos e serviços oferecidos pelo LINDEN e seus laboratórios associados em 2016. No total, foram utilizadas 598 horas para a comunidade externa, equivalente a 16% do tempo total disponibilizado para ensaios nos referidos equipamentos, no período referido.

Laboratório	Análises/ Ensaios	Equipamento	Tempo (h)	Empresa
LACBIO	Análise de tamanho de partícula	ZetaSizer Nano ZS	11	TNS
LCP	Análise de distribuição de tamanho de partículas	Nanosizer/ ZetaSizer	25	Termotécnica e Anjo Química
LCP	Caracterização de nitrocelulose	Nanosizer, UV-VIS, HPLC, GPC, GC	60	Cia. Nitro Química Brasileira SA, Celulose Irani SA

LCP	Consultoria em processos industriais	TEM, MEV, Nanosizer, UV-VIS	40	Termotécnica, Anjo Química, Luckmann Ltda, Petrobras SA
LCP	Consultoria em processos industriais	FTIR	30	IXOM, Anjo Química, Termotécnica
LCP	Consultoria em processos industriais	TEM, MEV, Nanosizer, UV-VIS	30	IXOM, Anjo Química, Termotécnica
LCP	Consultoria em processos industriais	Nanosizer, UV-VIS, HPLC, GPC, GC	20	IXOM, Anjo Química, Termotécnica, Nitro Química Brasileira SA
LCP	Consultoria em processos industriais	TEM, MEV, GC, Nanosizer, UV-VIS,	15	Parter Comércio Exterior
LCP	Consultoria em processos industriais	Nanosizer, UV-VIS, HPLC, GPC, GC	10	Embalagens Canguru Ltda
LCP	Desenvolvimento de processos de separação	GC, HPLC	30	Anjo Química do Brasil Ltda
LCP	Consultoria em processos industriais	GC, HPLC, UV-VIS, KARL FISCHER	40	Petrobras
LABFARMACO	Análise do tamanho de partículas de suspensões	Granulômetro a Laser Mastersizer	20	Laboratório Farmacêutico ELOFAR
LCME	Medidas em sistemas manométricos	MEV	50	Nanovetores
CERMAT	Análise de tamanho de partículas de materiais	Lumisizer	192	T-cota, TNS, Nanovetores
GEIMM	Análise de tamanho de partículas de formulações e potencial zeta	ZetaSizer Nano ZS	25	Nanovetores
<b>Total</b>			<b>598</b>	

### H.3.2 Elaboração e desenvolvimento de projetos de pesquisa

Além disso, foram elaboradas pelo LINDEN em parceria com empresas, propostas de projetos no edital SIBRATEC Nano, com o objetivo de fomentar e implantar a cultura da inovação nas empresas brasileiras, principalmente micro e pequenas, voltadas para incorporação da nanotecnologia em produtos e processos. Foram aprovados 2 projetos com as empresas TNS e T-Cota.

Para o desenvolvimento em pesquisa e qualificação das análises oferecidas pelo LINDEN, este está vinculado ao projeto MODERNIT (SISNANO REF. FINEP N°. 01.13.0363.00/Projeto FUNDEP 21039) que visa certificar as análises de tamanho de partículas e potencial zeta em escala micro e nanométrica. Em 2016, o LINDEN foi submetido à auditoria interna para identificação e implementação de ações corretivas para desenvolver e aprimorar o Sistema de Gestão de Qualidade previsto pela NBR ISO/IEC 17025:2005 (Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração). Este projeto foi renovado pelos próximos dois anos com vistas à acreditação dos ensaios de distribuição de tamanho de partícula e potencial zeta perante o INMETRO, além de aumentar o escopo de ensaios em nanotecnologia para certificação, uma vez que demais analisadores de tamanho de partícula serão transferidos para o novo espaço físico no Instituto Multidisciplinar de Engenharias de Superfície.

Em parceria com a empresa Alkimat de São José – SC e o NIMMA – Núcleo de Inovação em Moldagem e Manufatura Aditiva da UFSC, o LINDEN vem desenvolvendo o projeto de pesquisa “CERASINT” o qual tem objetivo de produzir produtos para uso na engenharia de tecidos por meio de técnicas de manufatura aditiva. Os primeiros resultados desta pesquisa foram aceitos para serem apresentados no TMS 2017 Annual Meeting & Exhibition que será realizado em fevereiro de 2017 na cidade de San Diego – EUA.

### H.3.3 Execução do orçamento

Durante o exercício de 2016, as despesas do LINDEN foram exclusivamente de **Custeio** e destinadas ao pagamento de itens como: despesas com importações feitas em 2015; manutenção de equipamentos de informática e laboratório; cursos de formação; material de expediente e consumo, bem como passagens e diárias para participação em eventos e cursos.

### H.3.4 Participação em eventos e produção científica e tecnológica

Em relação aos requisitos relativos à capacitação da equipe de acordo o SisNano, o LINDEN investiu na capacitação dos membros do laboratório como mostra a Tabela a seguir.

<b>Membro</b>	<b>Curso</b>	<b>Período</b>
Mariana Sanches	Interpretação/Formação de Auditores Internos para NBR ISO/IEC 17025	09/05/16 a 13/05/16
Steferson Stares	Prospecção e Valoração de Tecnologia	24/11/16 a 25/11/16

De 20 a 22 de outubro o LINDEN participou da 15ª Semana de Ensino, Pesquisa e Extensão (SEPEX) da UFSC, um dos maiores eventos de divulgação científica de Santa

Catarina. O LINDEN esteve presente na SEPEX com um estande onde se apresentaram avanços pelos pesquisadores e bolsistas associados aos laboratórios de nanotecnologia da UFSC e de empresas parceiras.

De 09 a 11 de novembro, o LINDEN participou da segunda NanoTrade Show, em São Paulo, SP. A NanoTrade Show é a única feira no Brasil voltada para o mercado de nanotecnologia. O evento foi destinado às empresas que buscam através desta solução a inovação de seus produtos para se tornarem cada vez mais competitivas. A feira teve participação de instituições brasileiras e de vários outros países, incluindo fornecedores, universidades, pesquisadores e indústrias a fim de impulsionar os negócios e o desenvolvimento do setor.

#### **H.4 Dificuldades encontradas**

A conclusão do prédio do Instituto Multidisciplinar de Engenharias de Superfície (IMES), prevista inicialmente para o final de 2016, foi postergada. Assim, algumas das ações previstas para 2016 foram prejudicadas em sua execução.

#### **H.5 Ações/Metas para 2017**

- Execução orçamentária do exercício 2017/2018 (em andamento)
- Execução de 2 propostas de projeto SIBRATEC Nano com as empresas TNS e T-Cota.
- Realização do 2º Workshop Soluções Inovadoras em Nanotecnologia a nível nacional.
- Execução da Parceria UFSC – NERCN (Brasil/China)
- Participação no TMS 2017 Annual Meeting & Exhibition em San Diego – EUA.
- Participação em eventos da área para formação e divulgação (cursos do programa Modernit, NanoTradeShow, SEPEX).
- Execução do projeto MODERNIT (em andamento).
- Desenvolvimento de linhas de pesquisa em nanotecnologia em parceria com os laboratórios associados e empresas conveniadas (em andamento).
- Instalação da infraestrutura de laboratório e de gestão do LINDEN no prédio do IMES (em andamento).