

# Inovativo



## **Nova Diretora**

*Iêda Caminha assume a Direção do INT*

## **Secretário Executivo**

*Leonidas Medeiros visita Instituto e destaca sua capacidade em P&D*

## **Projeto Inovador**

*Unidade Embrapii INT desenvolve método para encapsular células-tronco animais*

## **NOVA ESTRUTURA ORGANIZACIONAL**

*O INT mais próximo do futuro*

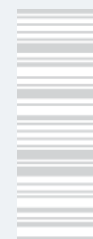
# Capa da revista *Catalysis Science & Technology* destaca artigo do INT

A edição de novembro da *Catalysis Science & Technology*, publicação científica de destaque na área de catálise, publicada pela Royal Society of Chemistry, traz em sua capa um artigo do grupo liderado pelo pesquisador Marco Fraga, da coordenação de Tecnologia Química do Instituto Nacional de Tecnologia (INT).

O trabalho aborda desafios tecnológicos da transformação de frações do bagaço de cana-de-açúcar em bioprodutos. No cenário brasileiro, o estudo é estratégico, considerando que em 2019 o país produziu cerca de 642 milhões de toneladas de cana, sendo dois terços desse total biomassa residual (bagaço e palha). O setor sucroenergético, além de representar uma atividade importante da

bioeconomia brasileira, é responsável pelo abastecimento de um dos principais biocombustíveis usados no país, o etanol. O aproveitamento dessa biomassa residual pode trazer ainda mais valor a essa cadeia produtiva.

No artigo, intitulado “*Discussing the performance of beta zeolites in aqueous-phase valorization of xylose*” (Discutindo o desempenho de zeólitas beta na valorização da xilose em fase aquosa), o foco é a conversão de pentoses – açúcares que constituem a fração da hemicelulose da biomassa da cana – para obter compostos químicos de grande valor agregado, como o álcool furfurílico. Para isso, os pesquisadores utilizaram como catalisadores zeólitas, que são compostos contendo



alumínio, silício e oxigênio. Esses aluminossilicatos são microporosos com propriedades ácidas importantes para o processo. A estrutura desse catalisador, que foi representada como escamas de uma sereia, aliada à quantidade de água na reação, levou os pesquisadores a representarem a zeólita na forma desse ser mitológico que ilustra a capa da revista científica.

*“O álcool furfúrico é usado na obtenção de resinas, solventes, intermediário da produção de fragrâncias, lubrificantes e principalmente plásticos; e pode também ser usado como aditivo em materiais compósitos de carbono com carbono reforçado, com aplicações na indústria aeroespacial”* – destaca o engenheiro químico Marco Fraga.

Atualmente, o processo de produção do álcool furfúrico necessita de várias etapas de reações químicas. Além disso, demandam mais de um tipo de catalisador, que apresentam elevado potencial de impacto ambiental, exigem cuidados de manuseio e ainda podem comprometer a integridade dos equipamentos industriais devido à corrosão. O estudo publicado pelo INT apresenta um processo mais simples, que acontece em um único reator, utiliza um único catalisador sólido que pode ser recuperado, regenerado e reutilizado.

*“Vale destacar que a reação ocorre em meio aquoso, sendo mais um benefício desse processo do ponto de vista ambiental e sustentável. Esse acaba sendo um dos grandes desafios em Catálise, pois o catalisador sólido precisa ser estável química e estruturalmente em água. O impacto da água sobre catalisadores sólidos é uma área que demanda ainda muita pesquisa, atraindo a atenção de muitos grupos ao redor do mundo, inclusive do nosso, no INT. Esse conhecimento pode auxiliar no estabelecimento de biorrefinarias, no desenvolvimento de novos processos químicos, atendendo à necessidade urgente de termos à disposição tecnologias verdes, mais sustentáveis”* – explica o pesquisador.

## Grupo de pesquisa

Liderado por Fraga, o artigo é fruto de um projeto apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que também viabilizou, por meio de bolsas, a participação dos pesquisadores Tiago

Lima Coelho e Elise Mota de Albuquerque, pelo Programa de Capacitação Institucional (PCI), e da engenheira química Bruna Marinho, pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI) do INT.

*“O programa PCI me possibilitou aprofundar os conhecimentos na minha área de atuação e, no INT, tive acesso a técnicas de caracterização de ponta e pude interagir com profissionais renomados, aprendendo a olhar para a ciência sob diferentes perspectivas. Como primeira experiência profissional após o doutorado, o programa representou para mim a oportunidade de sedimentar e discutir tudo o que eu aprendi durante o mestrado e doutorado”* – ressalta o ex-bolsista de pós-doutorado Tiago Lima Coelho.

*“Fui bolsista PCI em dois momentos. Logo ao terminar a graduação, tive a primeira oportunidade no Laboratório de Catálise do INT, já sob orientação do Dr. Marco Fraga. Hoje vejo que foi uma excelente oportunidade, pois determinou o rumo que seguiria, despertando o meu interesse pela pesquisa. O segundo momento, após o doutorado, foi decisivo para o meu amadurecimento profissional, onde ganhei novas responsabilidades e aprendi com elas”* – relata a pesquisadora Elise Mota de Albuquerque, ex-bolsista de pós-doutorado do INT.

A ex-bolsista de iniciação tecnológica Bruna Marinho também atribui ao programa PIBITI a expansão dos seus horizontes na pesquisa: *“Essa oportunidade foi fundamental no meu desenvolvimento intelectual, profissional e pessoal. Foi uma chance singular de ver na prática a teoria que é ensinada na universidade e também de conhecer mais profissionais que, sem dúvida, são fontes de inspiração e motivação para seguir na carreira científica. Foi uma experiência ímpar e que recomendo”* – completa.

*“Esses jovens pesquisadores, que dividem a autoria do artigo comigo, foram atores fundamentais no projeto. É uma via de mão dupla: o INT desempenha um papel importante na qualificação de recursos humanos, dando acesso e oportunidade a eles, mas também se beneficia desses talentos que, sem dúvida, impulsionam as pesquisas desenvolvidas em nossos laboratórios”* – avalia o pesquisador Marco Fraga. ●

\* Artigo original:

***Discussing the performance of beta zeolites in aqueous-phase valorization of xylose***

Tiago L. Coelho, Bruna Marinho, Elise M. Albuquerque and Marco A. Fraga

Catal. Sci. Technol., 2020, 10, 7165-7176 (DOI: 10.1039/D0CY01176B)

<https://doi.org/10.1039/D0CY01176B>

# Secretário-executivo destaca capacidade científica e tecnológica do INT

**E**m visita ao Instituto Nacional de Tecnologia (INT), no dia 17 de dezembro, o secretário-executivo do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), Leonidas de Araújo Medeiros Júnior, se mostrou impressionado com a atuação da unidade de pesquisa.

está permitindo estruturar novos programas em Bioeconomia, Saúde e Tecnologia Assistiva, incorporando novos recursos tecnológicos advindos da transformação digital, como manufatura aditiva e inteligência artificial.

Participaram do encontro também os pesquisadores Marcia Oliveira, coordenadora de Tecnologia de Materiais e coordenadora substituta de Tecnologia Química, e Maurício Monteiro, coordenador de Planejamento Tecnológico; além do coordenador-geral de Administração, Carlos Alberto Teixeira; do coordenador de Tecnologia da Informação, Estratégia e Qualidade, Ricardo Castro; e da chefe da Divisão de Integração Institucional, Thaís Medeiros.



A visita do secretário-executivo Leonidas Medeiros começou com uma reunião com a diretora do INT, Iêda Caminha.

*“Um dos motivos de eu vir ao INT é que ler sobre a capacidade da Instituição é uma coisa, mas estar aqui e ouvir dos pesquisadores e da sua diretora Iêda Caminha o que é feito e realizado amplia esse conhecimento. Além da área científica e acadêmica de relevância, o que mais chama a atenção é a alegria com que os seus integrantes trabalham em sua linha de atuação, permeando várias áreas tecnológicas. Este legado vem sendo renovado a cada dia para a sociedade brasileira e queremos explorar ao máximo essa capacidade da Instituição”* – destacou o secretário-executivo, que assumiu o cargo há menos de dois meses.

Recebido pela diretora do INT, ele participou de uma reunião com a Diretoria do INT, onde assistiu a uma apresentação sobre as áreas de competência, projetos e desafios da Instituição, que completará 100 anos em dezembro de 2021. Entre os destaques apresentados por Iêda Caminha, estiveram o atendimento às empresas por meio da Unidade Embrapii e a nova estrutura organizacional do Instituto, que



No Laboratório de Catálise, da esquerda para a direita: Maurício Monteiro (coordenador de Planejamento Tecnológico), a diretora Iêda Caminha, o Major-Brigadeiro Leonidas Medeiros, Fábio Bellot (pesquisador da área), e Marcia Oliveira (coordenadora de Tecnologia de Materiais).

Em seguida, o secretário, que é major-brigadeiro da aeronáutica, conheceu alguns dos laboratórios do Instituto, entre eles, o Laboratório de Catálise (LACAT), o Laboratório de Caracterização de Propriedades Mecânicas e Microestruturais (LACPM), o Centro de Caracterização em Nanotecnologia para Materiais e Catálise (Cenano) e as obras do Laboratório de Tecnologia de Motores, com previsão de inauguração no próximo ano. ●



# Pesquisador do INT é eleito para a Academia Brasileira de Ciências

O engenheiro químico Fábio Bellot Noronha, tecnologista da Divisão de Catálise, Biocatálise e Processos Químicos (DICAP) do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), foi eleito para ocupar uma vaga como membro titular da Academia Brasileira de Ciências (ABC). A escolha dos novos membros foi feita pela diretoria da ABC, no dia 3 de dezembro, após sua Assembleia Geral Ordinária.

*“Fiquei muito honrado em ter sido eleito para a Academia Brasileira de Ciências. Eu considero a escolha um reconhecimento ao trabalho que venho desenvolvendo aqui no INT ao longo desses 24 anos de casa. E fico mais feliz ainda em ser nomeado no ano do centenário do nosso Instituto”* – destaca o novo acadêmico da área de Ciências da Engenharia.

O processo de escolha dos novos membros titulares da ABC ocorre anualmente, considerando a destacada atuação científica dos indicados. Uma comissão de seleção, composta pelo presidente da Academia e outros 12 titulares, é responsável por avaliar e decidir a escolha.

Pesquisador com bolsa de produtividade nível 1A do CNPq e Cientista do Nosso Estado pela Faperj, Fábio Bellot estuda as relações fundamentais entre o desempenho catalítico e a estrutura do catalisador para o desenvolvimento de novos materiais para diferentes processos químicos. Suas pesquisas envolvem a conversão de gás natural em gás de síntese e combustíveis; a produção de hidrogênio a partir de biomassa, incluindo a reforma do etanol e do biogás, a hidrogenação do CO<sub>2</sub> para a produção de metano, as tecnologias para a conversão da biomassa lignocelulósica em combustíveis e produtos químicos de alto valor agregado, como a gaseificação, a pirólise rápida e o fracionamento catalítico, e a intensificação de processos usando reatores de membranas e reatores estruturados do tipo monólitos e de placas.

Tecnologista do INT desde 1996, Bellot possui graduação (1984), mestrado (1989) e doutorado (1994) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro,



O novo acadêmico Fábio Bellot toma posse na ABC no próximo dia 1º de janeiro de 2021.

realizando este último com estágio sanduíche no Institute des Recherches sur la Catalyse, de Lyon/França. Realizou também estágio de pós-doutorado na Oklahoma University, nos EUA (1999-2000). É docente permanente do programa de pós-graduação em Química do Instituto Militar de Engenharia (IME) e do programa de pós-graduação em Engenharia de Biosistemas da Universidade Federal Fluminense (UFF), e atualmente é professor visitante na Ecole Centrale de Lille, na França.

O novo acadêmico também é o representante brasileiro na International Association of Catalysis Society (IACS). Integra ainda o corpo editorial das revistas *Catalysis Letters*, *Topics in Catalysis* e *Applied Catalysis B*, sendo avaliador de diversas revistas. Atualmente, possui publicados 178 artigos em revistas, apresentando um fator H = 44, com mais de 6,9 mil citações na base Scopus, dois livros, quatro capítulos de livro e cinco depósitos de patente. Ele tem contribuído também para a formação de recursos humanos, já tendo orientado 47 dissertações de mestrado, 23 teses de doutorado e 17 supervisões de pós-doutorado. ●

# Unidade INT desenvolve método para encapsular células-tronco animais

**G**rupo empresarial com forte atuação em biotecnologia voltada à inovação em produtos veterinários, a Embrapii contactou a Unidade Embrapii INT para complementar o desenvolvimento de uma importante linha de cosmecêuticos baseada em células-tronco animais. O projeto contratado visa desenvolver uma nova metodologia de encapsulamento dos elementos produtivos dessas células, a fim de aumentar seu tempo de vida fora do ambiente de laboratório.

*“Como somos primariamente um laboratório de pesquisas e desenvolvimento em biotecnologia, o contato com os principais atores do setor de fomento tem sido prática vigente no grupo, sendo inconteste a relevância e importância da Embrapii/INT na área. Outro ponto a favor da Unidade Embrapii INT é sua larga experiência em ensaios e manipulação de polímeros, elemento vital do nosso projeto”* – relata Fernando Faria, membro do Comitê de Assessoramento do grupo MedMep.



***“Este projeto é um embrião de uma série de iniciativas que pretendemos desenvolver com a EMBRAPA/INT, certos de que a parceria transformará o mercado de biotecnologia veterinária no Brasil”***

– revela o assessor do grupo MedMep.



O projeto foi viabilizado por meio da parceria entre a Embrapii e o Sebrae, que tem contribuído para impulsionar a inovação junto às microempresas, empresas de pequeno porte, microempreendedores individuais e empresas nascentes (startups).

No INT, o trabalho será desenvolvido a partir do Laboratório de Tecnologia de Pós (Latep) com apoio do Centro de Caracterização em Nanotecnologia para Materiais e Catalise (CENANO) em boa parte das experimentações. O desenvolvimento será baseado em tecnologias consolidadas de nanoencapsulação de moléculas ativas.

***“O projeto consiste em otimizar a nano ou microencapsulação, de forma a atender os requisitos de segurança e eficácia do produto”*** – avalia o pesquisador Fabio Dantas, que lidera o projeto pelo INT. As etapas previstas no projeto envolvem a prospecção aprofundada da tecnologia da informação (já concluída), a caracterização das matérias-primas e estudos de encapsulação (em andamento), estudos de formulação e ensaios clínicos.

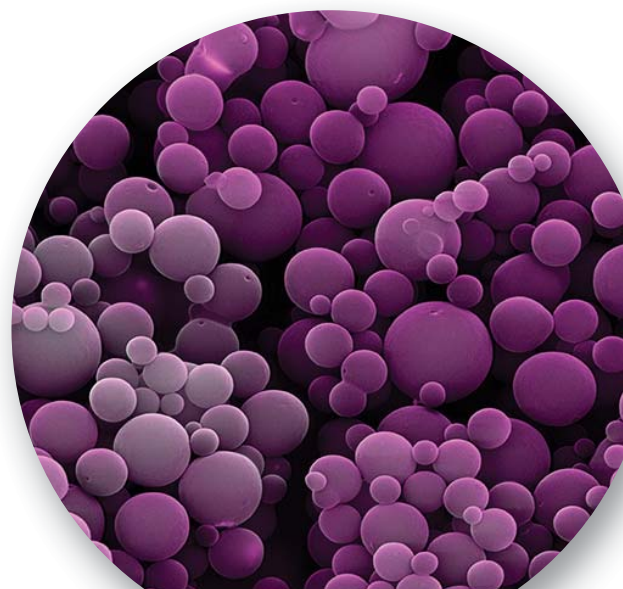
***“A conclusão do trabalho está prevista para o final de 2022. O INT entregará um produto acabado e pronto para registro. A etapa de colocação no mercado caberá à empresa”*** – adianta o pesquisador.



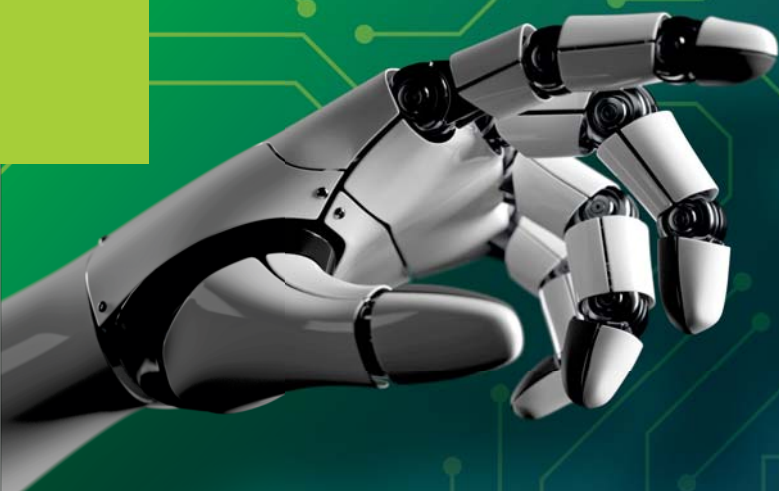
***“As expectativas da MedMep são as melhores possíveis, pois, a Unidade Embrapii INT desenvolve seus trabalhos com os olhos no mercado, tornando em produto muitas das pesquisas que precisam de experiência e recursos técnicos para se tornarem realidade”*** – complementa Fernando Faria.

Segundo o representante da empresa, desde o seu surgimento, a MedMep busca, por meio de pesquisas aplicadas, levar para o mundo veterinário novas técnicas e soluções para a melhoria da qualidade de vida de seus pacientes. Nos últimos anos, o grupo tem investido pesadamente em inovação, aliando-se a parceiros estratégicos como a Unifesp (Universidade Federal de São Paulo), a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e a Fapesp (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo).

Faria pondera que, por definição, a inovação exige muito investimento, tanto financeiro como de competências, mas, sempre constitui um divisor de águas para permitir que mais empresas se aventurem no desenvolvimento de novos produtos ou soluções. ●



# Dia do INT no Mês Nacional da Ciência, Tecnologia e Inovações



Instituído em 2020 pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), o **Mês Nacional da Ciência, Tecnologia e Inovações (MNCTI)** reuniu, em outubro, uma série de atividades de popularização da ciência no canal do MCTI no Youtube. A cada dia uma entidade vinculada ao Ministério foi responsável pela programação de palestras, entrevistas e oficinas.

O dia do Instituto Nacional de Tecnologia (INT) no MNCTI foi 16 de outubro. A programação teve início às 9h, com uma série de vídeos institucionais do INT, apresentando suas áreas de competência; matérias jornalísticas sobre segurança química e agricultura urbana, veiculadas pelo programa Ciência é Tudo, da TV Brasil; fala da diretora Iêda Caminha e uma linha do tempo com inovações produzidas ao longo da história do Instituto, que completa 100 anos em 2021.



Em seguida, começaram as transmissões ao vivo, conduzidas pelos apresentadores do MCTI, e com a participação dos pesquisadores, diretamente do INT. A pesquisadora Laís Castro, doutoranda em Química, que atua na área de Química Analítica do INT, falou sobre **Tecnologias para remediação ambiental**, soluções sustentáveis e inovadoras que vêm sendo desenvolvidas para buscar o controle de subprodutos da atividade humana e efeitos ambientais adversos, como a contaminação por metais e poluentes orgânicos persistentes. Laís mostrou que o desenvolvimento dessas tecnologias pode ser realizado por meio de processos químicos e da funcionalização de materiais, que se tornam ferramentas importante para a recuperação do equilíbrio ambiental.



A transmissão seguinte contou com a participação do químico Marcelo Ferreira, diretamente de um Laboratório do INT. Com a atividade **Química e experimentos para crianças**, ele despertou o interesse do público em idade escolar e também dos adultos. Doutor em Química, especializado em plásticos (polímeros), atuante na área de Processamento e Caracterização de Materiais, Marcelo revelou pro-



priedades desse material, muitas vezes considerado vilão da poluição ambiental. Os experimentos, que podem ser repetidos em casa, com materiais simples, e acompanhamento de um responsável, mostram, por exemplo, como identificar os variados tipos de plásticos com que nos deparamos no cotidiano.

Também da área de Materiais do INT, dois jovens pesquisadores falaram sobre **Manufatura aditiva e Inteligência artificial para fabricação de implantes ortopédicos**. Atuantes no Laboratório de Caracterização de Propriedades Mecânicas e Microestruturais, o engenheiro mecânico Guido Rezende – bolsista PCI –, e o estudante de engenharia de controle de automação Lucas Barbosa – bolsista de Iniciação Científica – revelam o conteúdo de suas pesquisas em uma área bastante inovadora da Ciência dos Materiais, que utiliza a impressão 3D associada à inteligência artificial para produzir implantes ortopédicos mais compatíveis com cada paciente. Junto com a colega Júlia Pitanga, eles também produziram um vídeo de animação de seis minutos mostrando o conteúdo da pesquisa.





O bate-papo **Aplicações de Machine Learning na indústria, no esporte e em biotecnologia** reuniu pesquisadores do INT que fazem uso dessa técnica em seus projetos, em variadas áreas do conhecimento. A engenheira de produção Andréa Carvalho, da área de Engenharias de Avaliações e de Produção; a educadora física Carla Guimarães, da área de Design de Produtos; e a bioquímica Cláudia Teixeira, do Laboratório de Biotecnologia de Microalgas; todas doutoras em suas áreas de pesquisa, em conjunto com o engenheiro de produção Renan Baltar, cientista de dados, mostraram exemplos práticos do uso dessas técnicas para a gestão de incertezas na indústria, no esporte e no cultivo de microalgas.



O tema **machine learning** também esteve presente no vídeo **Ciências de dados no Basquete**, abordando especificamente a aplicação dessa tecnologia pelo INT junto ao Instituto Mangueira do Futuro, para aprimorar a técnica das jovens atletas do basquete feminino. Apresentado pela estudante Paula Nunes Blanco (Paulinha), 10 anos, com participação dos pesquisadores e da técnica da Mangueira, Elen Rosa, o filme foi apresentado no dia 18/10, na **17ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT)**.



As atividades do dia incluíram uma **entrevista com a diretora do INT, Iêda Caminha**. Conduzida pelo professor Daniel Lavouras, engenheiro aeronáutico e fundador da Olimpíada Brasileira de Inteligência Artificial, a conversa abordou a atuação do Instituto. A diretora falou sobre as atividades desenvolvidas pelo INT e a preparação para a comemoração dos 100

anos desta Unidade de Pesquisa do Ministério. Pesquisadora ativa nas áreas de metalurgia física e caracterização de materiais metálicos e com experiência de gestão, Iêda Caminha também revelou o olhar da Instituição para o futuro, com a identificação de novas áreas para estruturação de programas em Bioeconomia, Saúde, Óleo e Gás e Tecnologia Assistiva.

A **mesa-redonda sobre a Profissão Cientista**, reuniu cinco cientistas com experiências nas diferentes áreas do INT: Engenharias, Química e Materiais. Duas pesquisadoras doutoras com liderança em suas áreas: a engenheira química Marcia Oliveira – coordenadora de Tecnologia de Materiais – e a engenheira mecânica Valéria Pimentel – coordenadora de Engenharia de Produtos e Processos – deram um depoimento inspirador sobre suas trajetórias profissionais. Em contraponto, dois jovens pesquisadores bastante ativos no Instituto, a química Paola Oliveira – da área de Catálise, mestranda em Química pelo Instituto Militar de Engenharia (IME) – e o engenheiro mecânico Guido Rezende, da área de Materiais, apresentaram as suas experiências e desafios.

Encerrando a programação, o engenheiro químico Marco Fraga, pesquisador da Coordenação de Tecnologia Química do Instituto, proferiu a **palestra master Química na construção da sociedade digitalizada**. Doutor na área de Catálise e Processos Catalíticos, Marco Fraga destacou a importância das Ciências Químicas na transformação da sociedade, no passado, por meio de tecnologias como o craqueamento (quebra de moléculas) do petróleo para produção dos combustíveis e inúmeros derivados. Também na nova etapa tecnológica que entramos, marcada pela indústria 4.0, conectividade e inteligência artificial, Fraga lembra que a Química continua a ter papel central, ao permitir o uso da biomassa como uma fonte renovável de carbono. Lembrando da posição estratégica que o Brasil pode assumir, como dono da maior biodiversidade do planeta e um dos maiores produtores de resíduos agroindustriais, ele ressalta a ponte dessas novas tecnologias com a sustentabilidade necessária ao futuro da sociedade.

Como exemplo dessa nova Química, o pesquisador apontou alguns compostos e moléculas hoje desenvolvidos no INT, como o ácido lático proveniente do bagaço da cana-de-açúcar, usado para fabricar bioprodutos, como polímeros verdes, capazes de substituir plásticos convencionais, de fonte não renovável. ●

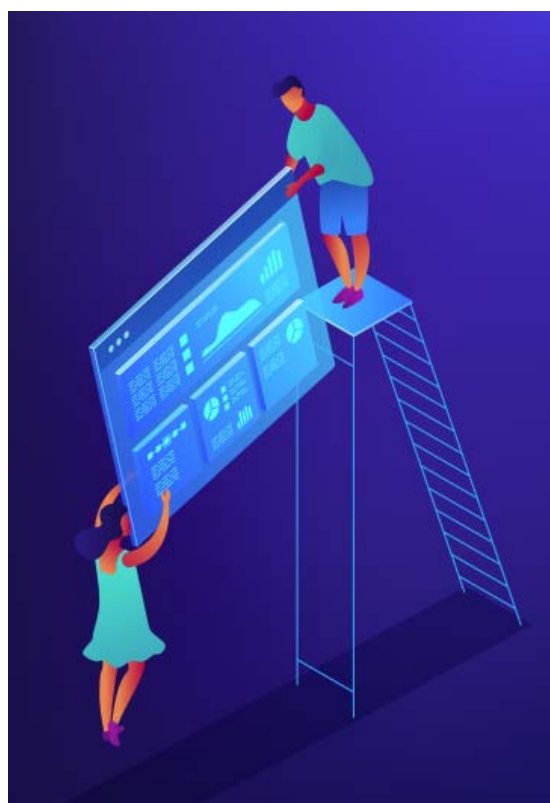


## Nova estrutura organizacional aproxima o INT do futuro

**P**erto de completar 100 anos, a renovação faz parte da história do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), em sua constante missão de contribuir para o desenvolvimento tecnológico do Brasil por meio da pesquisa, serviços, transferência de conhecimento e promoção da inovação. Foi assim que nos últimos 5 anos o Instituto reforçou seu olhar para o futuro, iniciando um amplo mapeamento de competências internas e prospecção de demandas tecnológicas estratégicas para o País. Com base nesse processo, a partir de 2018, a Direção do INT promoveu a revisão da sua estrutura organizacional.

*“As mudanças induzidas pela Quarta Revolução Industrial, junto a um fluxo contínuo de informações, estão configurando uma nova sociedade, um novo modelo de trabalho e de viver, induzindo uma reestruturação das organizações para atender a este mundo mais competitivo e ávido por mudanças. Assim, ao implementar uma nova estrutura organizacional próximo ao seu centenário, o INT continua sua trilha na busca pela excelência em gestão e potencializa sua atuação em pesquisa tecnológica, visando essa competitividade das empresas e contribuindo para a inovação de processos e produtos, além de sua contribuição na execução de políticas públicas em temas estratégicos para o desenvolvimento do País”* – destaca a diretora, Iêda Caminha.

A reestruturação envolveu diretamente mais de 150 pessoas do corpo funcional do Instituto, a in-



termediação da Divisão de Estratégia e o trabalho de consultorias externas, levando em conta também o alinhamento a políticas públicas estabelecidas pela Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (Encti 2016-2022). A motivação inicial surgiu ainda em 2015, na proposta de gestão do ex-diretor Fernando Rizzo, conforme ele descreve:



*“A partir de 2013, quando o termo Indústria 4.0 foi apresentado na Feira de Hannover, baseado na confluência de tecnologias emergentes, como inteligência artificial, robótica, impressão 3D e nanotecnologia, entre outras, teve início uma mudança na estrutura industrial global, agilizada pelo avanço nas tecnologias digitais. Isso levou vários países a reverem suas prioridades e estratégias, implementando políticas específicas para lidar com a nova realidade, o que também ocorreu nas instituições de pesquisa. Essa leitura eu já havia feito quando apresentei minha proposta de gestão, que sugeria uma atenção para novas tecnologias e um modelo novo para a interação entre o Instituto e seus clientes (sociedade, Governo e empresas). A ideia era aproveitar nossas sinergias internas, favorecendo ações transversais direcionadas a alguns setores, como Saúde, para gerar parcerias de longo prazo em temas relevantes e portadores de futuro. Uma vez designado para ser diretor do INT, visitei alguns Institutos de Pesquisa na Alemanha, onde reforcei minha convicção sobre a adequação deste modelo. Após assumir o cargo, iniciei a discussão sobre uma nova estrutura com a Divisão de Estratégia.”*

A realidade da implementação, no entanto, trouxe desafios. Em um ano de mandato, Fernando Rizzo viu passarem quatro diferentes ministros, além de cortes no orçamento. Os planos de contratar uma consultoria para apoiar a ação só se concretizaram em 2018, durante a gestão do ministro Gilberto Kassab.

*“Foi um processo muito rico, feito majoritariamente com o pessoal da casa e conduzido por uma empresa de consultoria. Em cada etapa do processo, o consultor entrevistava o pessoal técnico e de gestão e propunha ideias para serem discutidas internamente, envolvendo a área de Estratégia, os coordenadores técnicos e um grupo de servidores atuantes, que ajudaram a Diretoria no processo, além de Workshops específicos com partes do corpo funcional, que nos fizeram avançar bastante”* – relata o ex-diretor.

A proposta da nova estrutura foi consolidada, finalmente, em 2019, e enviada para análise do então Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), que também seguia seu próprio processo de reestruturação, marcado pela Medida Provisória 980, de 10 de junho de 2020, que o recriou separadamente da pasta das Comunicações (MC). Uma semana depois, à frente do recém-criado Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), o ministro Marcos Pontes assinou a Portaria nº 2688, de 17 de junho de 2020, que estabelecia a primeira versão do novo Regimento Interno do INT, fazendo vigorar, a partir de 3 de agosto, modificações importantes no organograma do Instituto, ainda na gestão de Rizzo.

### **Áreas técnicas: atuação transversal**

Em destaque, as Divisões técnicas e Laboratórios do Instituto, atualizados em suas competências, se redistribuíram por novas coordenações, que sintetizaram as três grandes áreas de atuação do Instituto: **Engenharia de Produtos e Processos; Tecnologia de Materiais; e Tecnologia Química.** A nova disposição das áreas favoreceu a transversalidade necessária ao desenvolvimento de projetos tecnológicos multidisciplinares e à incorporação de novas competências baseadas na transformação digital.

*“Uma mudança importante foi em relação aos laboratórios, que foram realinhados nas Divisões de forma mais coerente, visando potencializar as ações em P&D e otimizar a parte dos serviços técnicos prestados”* – observa Fernando Rizzo.

A identificação de tendências tecnológicas e o planejamento do futuro do INT para responder em tempo a essas demandas passaram também a ter um lugar cativo na Organização: a Coordenação de Planejamento e Prospecção Tecnológica (COPTe).

*“A nova estrutura abre espaço para a modernização contínua do INT. Na minha visão, a recente renovação do credenciamento na Embrapii demonstra o potencial desta unidade de pesquisa do MCTI para atuar com sucesso no modelo de um Instituto Fraunhofer.”*

– Fernando Rizzo



*“Sem dúvida, iniciar a minha gestão junto com essa nova estrutura garante que grande parte do plano de gestão apresentado publicamente, durante o processo de seleção da nova direção do INT para o período 2020-2024, seja implementado.”*

– Iêda Caminha



Monitorando o desenvolvimento das tecnologias emergentes e propondo novas atividades de pesquisa, a coordenação marca o caráter inovador do INT em termos de gestão tecnológica, cumprindo o papel estratégico de promover a prospecção em temas de interesse nacional relevantes para o MCTI e para o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI).

*“A implantação da COPTe garantirá a transformação do conhecimento em novas tecnologias a serem disponibilizadas ao setor produtivo e às diferentes esferas de governo, compatíveis com as exigências do mercado interno e externo na era da transformação digital”* – ressalta a diretora lêda Caminha.

*“Acredito que essa nova coordenação ajudará a identificar áreas promissoras que fazem sentido ao INT, considerando sua infraestrutura, experiência e tradição. Nesta busca podem surgir caminhos baseados na expertise já existente no Instituto, como manufatura aditiva, para a área de saúde; ou iniciativas para incorporar novos temas que se tornaram relevantes nos últimos anos, como inteligência artificial”* – avalia Fernando Rizzo.

A COPTe também objetiva incrementar as ações de internacionalização e estruturar programas institucionais, aproveitando competências atuais do INT.

*“Graças a essa ação, já foram identificadas condições para estruturar programas em Bioeconomia, Saúde e Tecnologia Assistiva, por exemplo. Certamente criaremos programas com olhar mais de futuro em médio prazo”* – revela a diretora lêda Caminha.

### **Mudanças nas áreas de Gestão**

Entre as mudanças importantes, as atividades de gestão também tiveram um realinhamento estratégico.

Antes distribuídas por várias coordenações, atividades da área administrativa foram reunidas em uma só coordenação, de modo a favorecer o fluxo dos processos e a tomada de decisão. Deste modo, a Coordenação-Geral de Gestão Administrativa passou a centralizar todas as di-

visões administrativas do Instituto: planejamento, orçamento, finanças e contratos; integração institucional; gestão de pessoas; administração predial; e suprimentos e patrimônio.

A Coordenação de Negócios, por sua vez, agregou as ações de marketing, comunicação e inovação tecnológica, passando a intermediar toda a relação do INT com seus clientes e potenciais clientes. A organização possibilitou um foco mais concentrado nos desafios de ampliar a visibilidade do INT, promover o empreendedorismo e captar projetos e serviços tecnológicos, com ênfase nas oportunidades para a Unidade Embrapii INT e na transferência de tecnologia. Esta ação está sendo estruturada por um grupo de trabalho que redefine o Plano de Negócios e Comunicação do Instituto.

Por fim, a Coordenação de Tecnologia da Informação, Estratégia e Qualidade reuniu as atividades de gestão, processamento, análise e organização de dados, em diversos níveis. As áreas de tecnologia da informação e comunicações (TIC), de estratégia e gestão da Qualidade se articularam, facilitando a circulação das informações internas, a unificação de sistemas e a consolidação de documentos, com foco no planejamento estratégico, na pactuação de metas junto ao MCTI e na otimização dos processos que integram o escopo do Sistema de Gestão da Qualidade do INT.

“Houve também um reforço da área finalística, com o aumento do número de coordenações técnicas, ao mesmo tempo que a área de gestão ficou mais consistente” – explica Fernando Rizzo.

Em paralelo à reestruturação no INT, o MCTI aprovou mudanças na sua própria estrutura, regulamentadas pelo Novo Regimento do Ministério (Decreto nº 10.463, de 14/08/2020). Assim, foram redefinidas, entre outras áreas, a Subsecretaria de Unidades Vinculadas (SUV), a Coordenação-Geral de Unidades de Pesquisa e Organizações Sociais, e a Coordenação de Unidades de Pesquisa, com o intuito de aprimorar a gestão das políticas relacionadas aos Institutos.

A redefinição da estrutura organizacional do INT, por sua vez, foi complementada e alcançou sua forma atual pela Portaria Nº 3.472, de 10 de setembro de 2020. ●





# ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

Conforme Regimento Interno publicado na Portaria MCTI Nº 3.472, de 10.09.2020



# Reestruturação coincide com nomeação de Iêda Caminha para Direção do INT



O período das mudanças na organização interna do Instituto Nacional de Tecnologia (INT) coincidiu com a troca no cargo de diretor da Instituição, que passou a ser ocupado pela engenheira metalúrgica Iêda Maria Vieira Caminha. O processo passou pela apreciação de um comitê de busca, responsável pelo encaminhamento de uma lista tríplice para a escolha final do ministro Marcos Pontes, que assinou a nomeação, publicada no Diário Oficial da União em 24 de agosto. A troca da Direção, no entanto, não interferiu no fluxo da reestruturação organizacional. Vice-diretora e coordenadora de Negócios na gestão anterior, conduzida pelo também engenheiro metalúrgico Fernando Rizzo, Iêda Caminha acompanhou e apoiou todo o processo.

*“Gostaria de reafirmar o meu orgulho por fazer parte do quadro de servidores do Instituto há 44 anos, meu comprometimento, meu amor à instituição e gratidão aos colegas, chefes e diretores que contribuíram para a minha trajetória técnica e em gestão, especialmente ao diretor Fernando Rizzo, que me convidou para o cargo de diretora substituta, sendo um aprendizado relevante para o cargo que hoje ocupo. É um grande desafio dirigir uma instituição centenária e consolidar sua importância no Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SINCTI), neste momento de crise econômica e pandemia, mas com essa nova estrutura mais moderna e flexível” – registra Iêda Caminha.*



Na coordenação de Negócios, entre 2017 e 2020, ela foi responsável pelo incremento na captação de novos clientes e articulação com agências de fomento junto às demais Coordenações, além de coordenar a carteira de projetos e de serviços, uniformizar as práticas, entre outras medidas que contribuíram para indicar o novo perfil da área. Acompanhando as decisões do ex-diretor, Fernando Rizzo, Lêda Caminha também esteve à frente do processo decisório que validou a formatação final do atual organograma.

***“Tenho convicção de que juntos vamos superar os desafios internos e externos e desenvolver novas tecnologias em apoio ao setor produtivo e executar políticas públicas voltadas ao bem-estar da sociedade, contribuindo para a construção de um País mais rico, mais sustentável, mais justo e menos desigual” – sinaliza a nova diretora do INT.***

### **Trajetória**

Técnica em Química Industrial, formada pela Escola Técnica Federal do Amazonas (atual Instituto Federal do Amazonas), Lêda Caminha iniciou sua vida profissional em 1976, no Rio de Janeiro, trabalhando na Divisão de Metalurgia no Instituto Nacional de Tecnologia. Paralelamente, conduziu sua formação em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela PUC-Rio, onde se gradua em 1984 e obtém o grau de mestre (1990) e doutora (2000).

Desde 1987, no INT, passou a atuar como pesquisadora, com ênfase em metalurgia física e caracterização de materiais metálicos. Em 1990, fez especialização no Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial (LNETI), em Portugal. Realizou, ao todo, 43 cursos de extensão; 114 participações em congressos nacionais e internacionais; 110 contribuições técnicas (20 artigos em revistas indexadas, 87 artigos em anais de congressos) e três capítulos de livros.

De 1990 a 1993, desenvolveu projetos na área de metalurgia do pó, trabalhando no Laboratório de Tecnologia de Pó. Em 1993, iniciou sua atuação no Laboratório de Metalografia e de Dureza, sendo gerente da qualidade e gerente técnica substituta do laboratório de 1995 a 2007.

Atua, desde então, em projetos de pesquisa envolvendo materiais metálicos e na elaboração de pareceres técnicos no que se refere à caracterização de materiais metálicos e ensaios metalográficos, ensaios mecânicos e análise de falhas, em atendimento à demanda do setor metal-mecânico. Foi líder do grupo de pesquisa “Caracterização e Processamento de Materiais Metálicos”, registrado no Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil-CNPq, de 2002 a 2008.

De 2001 a 2008, atuou como chefe substituta da Divisão de Ensaio de Materiais e Produtos do INT. De 2006 a 2012, participou da Direção do Instituto, atuando como coordenadora substituta de Desenvolvimento Tecnológico (2006 a 2007), como coordenadora substituta de Tecnologias Aplicadas (2007 a 2011) e como coordenadora de Engenharias (2007 a 2012).

No âmbito do MCTI, foi coordenadora técnica da Rede Multicêntrica de Avaliação de Implantes Ortopédicos, entre 2008 e 2010. No período de 2011 a 2015, coordenou a Rede do Sistema Brasileiro de Tecnologia (SIBRATEC) - Produtos para a Saúde.

Foi nomeada coordenadora de Negócios em julho de 2017. Em outubro do mesmo ano, foi nomeada diretora substituta do INT. Atua como coordenadora técnica da Unidade EMBRAP II INT, desde 2017.

Atua ainda como diretora da Regional Rio de Janeiro da Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração (ABM), desde 2015. Pela ABM, Lêda Caminha foi condecorada em 2018 com a Medalha de Mérito ABM, o maior reconhecimento nacional a engenheiros desta área, pela primeira vez concedida a uma mulher na história da Associação, que realiza a premiação desde o ano de 1944. ●



***Década de 1990: a pesquisadora Lêda Caminha, no Laboratório de Metalografia e Dureza do INT.***

# Um retrato dos Projetos de Inovação Tecnológica avaliados pelo NIT do INT

*Telma de Oliveira e Fabíola Pereira de Castro \**

**N**as últimas décadas a inovação passou a ser considerada uma variável estratégica para o alcance do diferencial competitivo das empresas e organizações. Desta forma, a Política de Inovação do Instituto Nacional de Tecnologia (INT) estabelece como diretriz que os projetos de pesquisa, desenvolvimento e serviços tecnológicos, nas suas áreas de competência, devem, entre outros objetivos específicos, gerar inovações tecnológicas para atender às demandas do setor produtivo do país, em alinhamento com as Políticas do Governo Federal para Ciência, Tecnologia e Inovação e para o Desenvolvimento da Produção.

A Política do INT, publicada originalmente em 2009, alinhada às políticas governamentais de estímulo à inovação e em consonância com a Lei de Inovação, tem como princípios: apoiar e estimular a construção de ambientes especializados e cooperativos de inovação; estabelecer parcerias com empresas, universidades e institutos científicos e tecnológicos; promover a proteção da propriedade intelectual e estimular a transferência de tecnologia; estimular iniciativas empreendedoras e pró-ativas, visando à criação de oportunidades para a inovação, incluindo estimular o inventor independente; fortalecer a atuação do Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT); estimular a apresentação de Projetos de Inovação Tecnológica; e assegurar os meios necessários ao cumprimento dos atos estabelecidos em consonância com a Lei de Inovação.

Alguns instrumentos podem ser considerados como incentivos para que servidores públicos participem do processo de inovação, tais como a concessão de bolsas de estímulo à inovação e o adicional variável. Ambos os incentivos foram institucionalizados no INT por meio de procedimentos para a submissão de Projeto de Inovação Tecnológica (PIT). O mesmo é submetido ao NIT com a abertura de processo no Sistema Eletrônico de Informações (SEI), por meio do Registro da Qualidade do INT 080 (REQ), relacionado a cada tipo de projeto, devidamente aprovado pela Chefia da Divisão e Coordenação da área requerente.

Para submeter o PIT é necessário que exista um acordo de cooperação tecnológica vigente ou contrato de prestação de serviço tecnológico envolvendo empresas, ICT ou entidades privadas sem fins lucrativos. Esses instrumentos devem estar voltados para atividades de pesquisa e desenvolvimento, que objetivem a geração de produtos, processos e serviços inovadores



e a transferência e a difusão de tecnologia. A proposta para a celebração desses acordos de parcerias deverá ser firmada por meio de instrumento jurídico com o INT e poderá ser elaborada pela Unidade Operacional (UO) que conduz a atividade de desenvolvimento tecnológico, na forma de um PIT. Nesse Projeto poderão ser previstos o pagamento de bolsas de estímulo à inovação, para o caso de acordos de cooperação tecnológica; e adicional variável, para o caso de contratos de prestação de serviço tecnológico.

Vale ressaltar que duas Portarias específicas tiveram papéis fundamentais na estruturação da gestão da inovação no INT no que tange a avaliação de PITs para concessão de bolsas e adicionais variáveis. A primeira delas é a Portaria INT nº 085, de 27/08/2013 (originalmente de 2006) de formalização e estruturação do NIT, a qual estipula que as atividades previstas para o Instituto na Lei de Inovação são exercidas pela Divisão de Inovação Tecnológica (DINTE). A segunda Portaria que faz parte dessa estruturação é a de nº 249/2018/SEI-INT de 23/11/2018 (originalmente de 2009), referente ao estabelecimento de um Comitê Gestor de Inovação (CGI):

um comitê consultivo que auxilia a Direção na tomada de decisão relacionada à aprovação dos incentivos através de PIT. Esse comitê é composto por pelo menos um representante indicado pelas Coordenações do INT pelo Núcleo de Inovação Tecnológica.

Tanto o NIT – que manifesta sua posição na avaliação de PITs para concessão de bolsas de estímulo à inovação e adicional variável, por meio de um relatório – como o CGI – que se manifesta através de ata de reunião – consideram os objetivos e fundamentos da Lei de Inovação de nº 10.973/04 alterada pela Lei 13.243, além de manuais reconhecidamente voltados ao tema inovação.

Nesse contexto, no período de 2010 a 2019, foram submetidos ao NIT 34 projetos, que se encaixam nos requisitos da dita Lei e no Decreto que a regulamenta. Estes requisitos são o enquadramento no conceito inovação/inovação tecnológica, construção de ambientes especializados e cooperativos de inovação, e estímulo à participação das ICTs no processo de Inovação.



Dos 34 projetos submetidos ao NIT foram identificados pesquisa e desenvolvimento de tecnologias pertencentes às seguintes competências internas:

Número de PITs por competências internas	
Classificação - Competências Internas	Número de Projetos
Processos Catalíticos e Catalisadores	11
Corrosão, Biocorrosão e Degradação de Materiais	10
Bioprocessos e Bioprodutos	6
Engenharia e Ciência de Materiais	3
Engenharia e Design de Produtos	2
Energia Limpa e Eficiência Energética	1
Tecnologia e Gestão de Produtos	1
<b>Total</b>	<b>34</b>

Fonte: Divisão de Inovação Tecnológica (DINTE)

A concessão de bolsas de estímulo à inovação é uma das principais formas de apoio direto aos pesquisadores que são servidores públicos, funcionando como incentivo à execução de atividades voltadas à inovação e P&D. Porém a partir da promulgação da Lei 13.243, que alterou a lei de Inovação nº 10.973/04, podem-se beneficiar dessas bolsas os estudantes de nível médio e de graduação, com a finalidade de despertar vocações científicas e incentivar talentos; e de pós-graduação, com o objetivo de apoiar a formação de recursos humanos.

Desta forma, considerando os PITs que foram submetidos ao NIT para avaliação

dos requisitos para concessão de bolsas de estímulo à inovação e adicional variável, constata-se sua distribuição nas mais diversas áreas de competência do INT, mas especificamente nas áreas do conhecimento de processos catalíticos, de corrosão e respectivas categorias correlatas. Isso demonstra que as mais diversas áreas do INT estão alinhadas com a missão do INT de “contribuir para o desenvolvimento tecnológico do Brasil por meio da pesquisa, serviços, transferência de conhecimento e promoção da inovação” e, mais do que isso, que os instrumentos de incentivo concedido pela Lei de Inovação também faz parte desses resultados institucionais. ●

## \* Autoras

### Telma de Oliveira

Tecnologista da Divisão de Inovação Tecnológica do INT e integrante do NIT (Núcleo de Inovação Tecnológica) do Instituto. É engenheira química, com mestrado e doutorado em Gestão e Inovação Tecnológica pela UFRJ.

### Fabíola Pereira de Castro

Chefe da Divisão de Inovação Tecnológica do INT e integrante do NIT (Núcleo de Inovação Tecnológica) do Instituto. Graduada em química industrial pela UFRJ, é mestre em Propriedade Intelectual e Inovação pelo INPI.



# Projeto do INT é premiado no Brasil Design Award 2020

A Clipa, uma capa para próteses de perna desenvolvida pela área de Design de Produtos do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), recebeu medalha de bronze na categoria *Design de Impacto Positivo* – subcategoria *Inclusão e Diversidade* – na 10ª edição do Brasil Design Award (BDA 2020). Liderado pelo designer Júlio Silva, coordenador do Laboratório de Tecnologia Assistiva e Inclusão (LATAI) do INT, o projeto do produto teve na equipe de designers também o tecnologista Marcos Garamvölgyi e os bolsistas Diego Costa, Liliane Ribeiro, Shirley Santos e Guilherme Vasconcelos.



Compacta, leve, personalizável e de baixo custo, a Clipa muda a relação do usuário com a prótese, transformando a capa que protege o equipamento em um acessório que pode ser facilmente trocado e combinar com suas roupas ou mesmo com o humor do momento. O produto é composto por uma chapa flexível que se dobra ao redor do tubo da prótese, dando a esta o formato da perna.

*“A fixação da Clipa é feita por dois cliques, que se prendem por pressão, formando na parte superior um ângulo que força a capa a assumir um formato mais orgânico, similar a uma panturrilha. O formato plano da chapa aberta, por sua vez, facilita guardar várias capas em uma mesma gaveta, ou mesmo transportá-las com facilidade em uma mala junto a outras peças de roupa”* –



explica o designer Diego Costa, que desenvolveu a ideia inicial e vários desses conceitos.

*“Os cliques são produzidos por injeção e a chapa pode ser fabricada por diversos processos, como fresagem, corte a laser ou estampagem. Essa flexibilidade na confecção permite que o processo de fabricação se ajuste ao volume produzido, reduzindo o preço final do produto”* – complementa o tecnologista Júlio Silva, coordenador do projeto.

Oferecido pela Associação Brasileira de Empresas de Design (Abdesign), o *Brasil Design Award* é o maior prêmio de Design realizado no Brasil em nível nacional. A cerimônia de premiação desta edição do BDA 2020 aconteceu em transmissão on-line no dia 12 de dezembro. ●

# O fenômeno da incerteza e suas implicações operacionais

---

## Andréa Nunes Carvalho

Pesquisadora da Divisão de Avaliações e Processos Industriais do INT, atua no desenvolvimento e implantação de tecnologias de gestão da produção em diferentes segmentos da Indústria. Doutora em Engenharia de Produção, com tese premiada pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção, é também professora convidada de cursos de pós-graduação e MBAs pela Fundação Getúlio Vargas. Atuou como pesquisadora visitante na área de otimização “data-driven” na Aalto University School of Science and Technology (Finlândia). Atualmente, coordena um grupo de pesquisa voltado ao desenvolvimento de tecnologia baseada em simulação, otimização sob incerteza e aprendizado de máquina.

---

**Palavras-chave:** Incertezas, Modelagem matemática, Otimização sob incerteza, *Machine Learning*, Sistemas de apoio à tomada de decisão.

---







Fenômeno comum do nosso dia a dia, a incerteza está presente em todas as áreas do conhecimento humano. Ela decorre de dados incompletos, ambíguos ou inconsistentes, mas também é originária dos próprios métodos utilizados para a coleta desses dados (1). Em muitas situações, a incerteza implica na interpretação incorreta de dados, mesmo quando são aplicados modelos estatísticos de alto nível. Na área de saúde, por exemplo, problemas de classificação de dados inconclusivos resultam em diagnósticos errados (e.g., falso positivo) e no desperdício de tempo e dinheiro além de graves consequências para os pacientes. No ambiente industrial, por sua vez, incertezas derivam de questões usuais como revisões em projetos, preços, custos e prazos, variabilidade nos tempos e indisponibilidade inesperada de recursos (2) e representam um impacto significativo na estabilidade e no desempenho das organizações, por afetarem seus níveis de serviço e o uso eficiente dos recursos produtivos (3).

Em problemas complexos que exigem inteligência – entendimento e capacidade de resolução e de adaptação ao novo –, a incerteza não deve ser ignorada. Sistemas inteligentes devem ser capazes de lidar com a incerteza, já que humanos raciocinam e decidem mesmo sem ter todas as informações necessárias (1). Na Pesquisa Operacional, modelos de programação matemática que incorporam incertezas já existem há algum tempo. Dentre as abordagens conhecidas estão a otimização estocástica e a otimização robusta. A primeira pressupõe que a distribuição de probabilidades dos fenômenos incertos é conhecida e, nesse contexto, cenários alternativos podem ser considerados simultaneamente, ponderados por essas probabilidades. A otimização robusta, por sua vez, prescinde desse conhecimento, demandando do gestor apenas o intervalo dos parâmetros incertos, ou seja, todas as possíveis realizações dos parâmetros incertos das quais se deseja proteção. Esse tipo de modelagem tem como referência a análise do pior caso, ou seja, o plano gerado é submetido à realização dos valores incertos mais desfavoráveis (um pior cenário).

Tradicionalmente, modelos de otimização sob incerteza não usam de forma extensiva dados históricos para inferir sobre as funções de distribuição de probabilidade, ou mesmo para estimar o domínio dos parâmetros incertos. Isso tem motivado o desenvolvimento de modelos de otimização orientados a dados – os *data-driven optimization models*



–, ou seja, modelos em que a definição do conjunto de dados incertos se dá em função dos dados disponíveis (4). Essa característica se torna particularmente interessante no contexto do Big Data, em que a disponibilidade de dados não é um problema. De fato, no ambiente industrial, por exemplo, grandes volumes de dados heterogêneos estão sendo gerados e armazenados e têm potencial para a produção de conhecimento e para o desenvolvimento de ferramentas analíticas para melhorar o desempenho desses sistemas de produção (5).

De mais a mais, técnicas de *Machine Learning* (Aprendizado de Máquina) têm sido aplicadas para analisar e extrair informações a partir de dados para apoiar a tomada de decisão (6). Mais especificamente, técnicas de aprendizado não supervisionado – para problemas em que se tem variáveis de entrada, mas não de saída – podem ser utilizadas para a condução de análises exploratórias de dados, úteis para a formulação de hipóteses sobre as causas e os fenômenos observados. Por outro lado, técnicas de aprendizado supervisionado – para problemas em que se tem tanto variáveis de entrada quanto de saída – podem ser adotadas para se estimar ou prever variáveis de interesse e precisar a variabilidade de parâmetros incertos a partir de uma base de dados histórica. A intenção dessas aplicações é delimitar a incerteza, descrevendo-a com mais precisão.

Dentro dessa perspectiva, a associação da otimização sob incerteza com as técnicas do *Machine Learning* possibilita o desenvolvimento de aplicações *data-driven*, capazes de gerar soluções mais robustas que suas formulações tradicionais (as não *data-driven*), porém menos conservadoras. A ideia de robustez, no caso, é uma combinação entre resiliência, que indica estabilidade, e flexibilidade, decorrente da capacidade de adaptação a eventos inesperados. No contexto de planejamento da produção, por exemplo, um plano é dito robusto quando é capaz de manter o passo ou cadência na exe-



cução das atividades planejadas, absorvendo as interrupções, sem perder a consistência (7). Por outro lado, o conservadorismo se refere à proteção mediante os fenômenos incertos (i.e., quanto mais conservadora, mais protegida e inevitavelmente mais cara a solução). Em outras palavras, com as incertezas descritas de forma mais precisa, através do *Machine Learning*, um modelo de otimização é capaz de gerar soluções mais aderentes e que representem ganhos para as organizações.

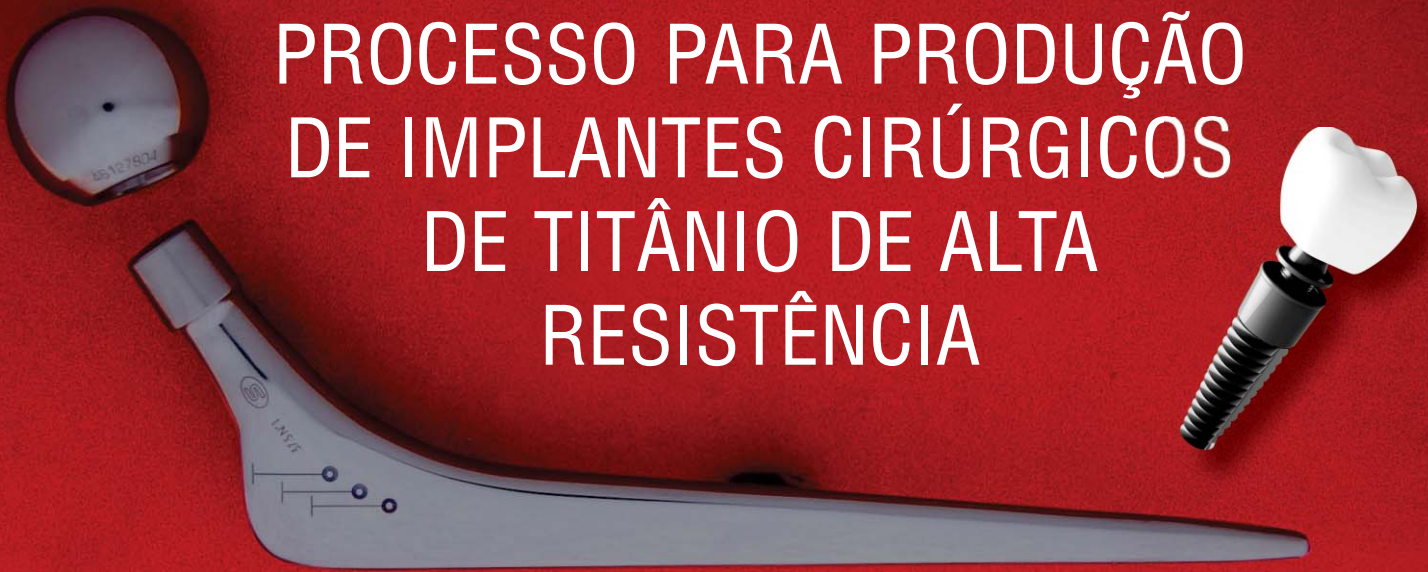
Em resumo, incertezas estão presentes no nosso cotidiano e fazem parte do processo de tomada de decisão em inúmeras áreas do conhecimento humano. É preciso incorporá-las aos modelos ou sistemas que utilizamos para decidir. A combinação de técnicas advindas da Pesquisa Operacional (e.g., otimização estocástica e otimização robusta) com o ferramental

estatístico inerente ao *Machine Learning* é um caminho promissor para a gestão das incertezas na tomada de decisão, sobretudo num momento em que, cada vez mais, há disponibilidade de dados em nossos sistemas. Pensando nisso, iniciamos no INT um projeto de pesquisa intitulado "*Planejamento da produção via otimização data-driven: combinando a programação matemática e técnicas de aprendizado de máquina*", que vem sendo desenvolvido por mim, Andréa Carvalho, e minha equipe de pesquisa, em parceria com os pesquisadores Fabricio Oliveira (Aalto University – Finlândia) e Fernando Cyrino (PUC-Rio). Recém-aprovado pela FAPERJ, esse trabalho tem como objetivo gerar uma metodologia para o desenvolvimento de modelos de otimização sob incerteza *data-driven*, que deverão apoiar a tomada de decisão no planejamento da produção. ●

## Referências

1. Ogheneovo EE, Nlerum PA. Managing Uncertainty in Artificial Intelligence and Expert Systems Using Bayesian Theory and Probabilistic Reasoning. *Am J Eng Res ( AJER )*. 2020;9(March):53–9.
2. Artigues, C., Leus, R., Talla Nobibon F. Robust optimization for resource-constrained project scheduling with uncertain activity durations. *Flex Serv Manuf J*. 2013;(25):175–205.
3. Tolio T, Urgo M. A Rolling Horizon Approach to Plan Outsourcing in Manufacturing-to-Order Environments Affected by Uncertainty. *CIRP Ann - Manuf Technol*. 2007;56(1):487–90.
4. Bertsimas D, Gupta V, Kallus N. Data-driven robust optimization. Vol. 167, *Mathematical Programming*. Springer Berlin Heidelberg; 2018. 235–292 p.
5. Kozjek D, Vrabič R, Rihtaršič B, Butala P. Big data analytics for operations management in engineer-to-order manufacturing. *Procedia CIRP*. 2018;72:209–14.
6. Ning C, You F. Data-driven adaptive robust unit commitment under wind power uncertainty: A Bayesian nonparametric approach. *IEEE Trans Power Syst*. 2019;34(3):2409–18.
7. Policella N, Smith SF. Generating Robust Schedules through Temporal Flexibility Nicola. In: *Proceedings of the Fourteenth International Conference on Automated Planning and Scheduling*. 2004. p. 1–9.

# PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE IMPLANTES CIRÚRGICOS DE TITÂNIO DE ALTA RESISTÊNCIA



Utilizando uma deformação plástica severa a partir do pó de titânio (Ti), este novo processo possibilita a fabricação de implantes cirúrgicos – ortopédicos e odontológicos – com temperaturas muito mais baixas que as usuais. A técnica envolve a combinação da Metalurgia de Pó (MP) com o processo de extrusão angular em canal (ECAP).

O resultado é um produto com maior resistência mecânica e ao desgaste do metal, formado por cristais muito menores e composição química mais homogênea, com menor contaminação por impurezas.

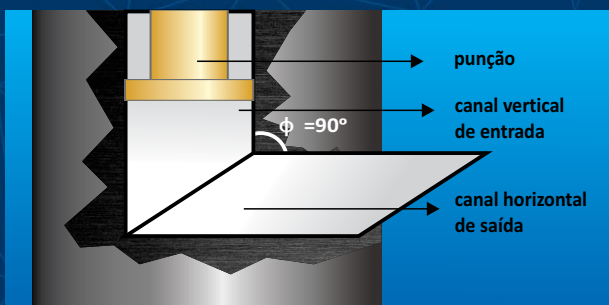


## SOLUÇÃO

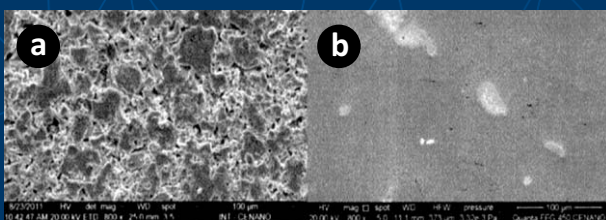
A fabricação de implantes comerciais de titânio e suas ligas geralmente utiliza processos em altas temperaturas, como fundição, forja ou laminação, resultando em produtos com resistência mecânica e ao desgaste relativamente baixas.

O emprego da extrusão angular em canal (ECAP), consolidando partículas de pós previamente compactados, por sua vez, apresenta alta eficiência à baixa temperatura. Com isso, é eliminada a etapa de sinterização do material processado por metalurgia de pó convencional, que consolida o material em alta temperatura (acima de 1000°C).

Além disso, por meio do refino dos grãos para a escala submicrométrica ou nanométrica, o processo ECAP promove um ganho de propriedades mecânicas. Entre estas há o aumento da resistência ao desgaste, que diminui as chances de ocorrer liberação de fragmentos metálicos no organismo, capazes de acarretar reações adversas, como alergias, metalose e, inclusive, a falha do implante.



Matriz do processo de ECAP.



Imagens de Microscopia Eletrônica do material compactado, antes (a) e depois (b) de ser submetido à extrusão angular em canal.

## MERCADO

Em relação à produção atual de implantes cirúrgicos no Brasil, percebe-se que o setor industrial de dispositivos biomédicos se encontra receptivo à incorporação de novos materiais e processos de fabricação, desenvolvidos por meio de pesquisas nacionais.

Por outro lado, a indústria de componentes fabricados via metalurgia do pó vem apresentando crescimento significativo, incluindo cada vez mais novos produtos à sua linha convencional. Até o momento, não se dispõe de dados que indiquem a existência de implantes cirúrgicos fabricados via metalurgia do pó no País, o que representa uma lacuna, provavelmente relacionada com o reduzido número de pesquisas nessa área.

## VANTAGENS

- O titânio (Ti) e suas ligas são amplamente usados em implantes devido às suas propriedades – baixo módulo de elasticidade, boa resistência mecânica, resistência à corrosão e biocompatibilidade –, superiores a outros materiais metálicos, como aço inoxidável e ligas à base de cobalto.
- A dificuldade de trabalhar com esse material por meio de processos metalúrgicos convencionais, devido a seu alto ponto de fusão e grande reatividade química, é superada neste novo processo, viabilizado em temperatura bem abaixo deste ponto de fusão e com amplo controle dos parâmetros de processamento.
- A alternativa do uso das tecnologias *near-net-shape*, como a metalurgia do pó (MP), permite eficiência na obtenção de componentes com porosidade controlada, uma vez que o processo ocorre ainda na fase sólida, com domínio do grau de consolidação do pó.

- A metodologia proposta possibilita a fabricação de implantes cirúrgicos (ortopédicos e odontológicos) com elevada resistência mecânica e ao desgaste.

## CARACTERÍSTICAS

Na matriz de extrusão angular em canal (ECAP), o pó de titânio previamente consolidado por metalurgia do pó (MP) é comprimido, consolidando suas partículas ao final do processo.

O processo em dois passes – Metalurgia do pó e ECAP – resulta em um titânio com níveis de dureza bem mais elevados do que a chapa comercial, obtida por fundição, laminação e tratamento térmico de recozimento. O resultado é descrito neste estudo comparativo entre o novo processo e o processo convencional de produção das chapas.

As imagens de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) do material compactado, antes e depois de ser submetido à extrusão angular em canal (veja foto, na página inicial), ilustram bem a redução de porosidade do material consolidado, que contribui para sua maior dureza e resistência.

Análises da estrutura cristalina (EBSD) registram que o tamanho de grão médio do titânio consolidado por ECAP é de 1,32  $\mu\text{m}$ , enquanto nas chapas de titânio convencionais o tamanho de grão alcança em média 30  $\mu\text{m}$ .

## OPORTUNIDADE

Tecnologia disponível para transferência imediata para empresas interessadas em fabricar o produto.

Registrada no INPI com o título de “Processo de obtenção de implantes cirúrgicos por deformação plástica a partir de pó de titânio”, tem Pedido Nacional de Patente depositado pelo INT em 17/06/2015, sob o número BR 10 2015 014378 8.

## INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA (INT)

O Instituto Nacional de Tecnologia (INT) tem uma atuação estratégica voltada para a inovação e o desenvolvimento tecnológico. Sediado no Rio de Janeiro, possui 20 laboratórios com moderna infraestrutura e grupos de pesquisa considerados de excelência, nacionalmente e internacionalmente.

Atualmente, o INT mantém estreita parceria com as empresas, oferecendo serviços técnicos especializados, certificando produtos e disseminando soluções tecnológicas inovadoras. Para viabilizar as transferências de tecnologia, o INT dispõe de um Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT), que está pronto para atender a sua empresa.

## CONTATO

DIVISÃO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Av. Venezuela, 82 – Saúde – 20081-312

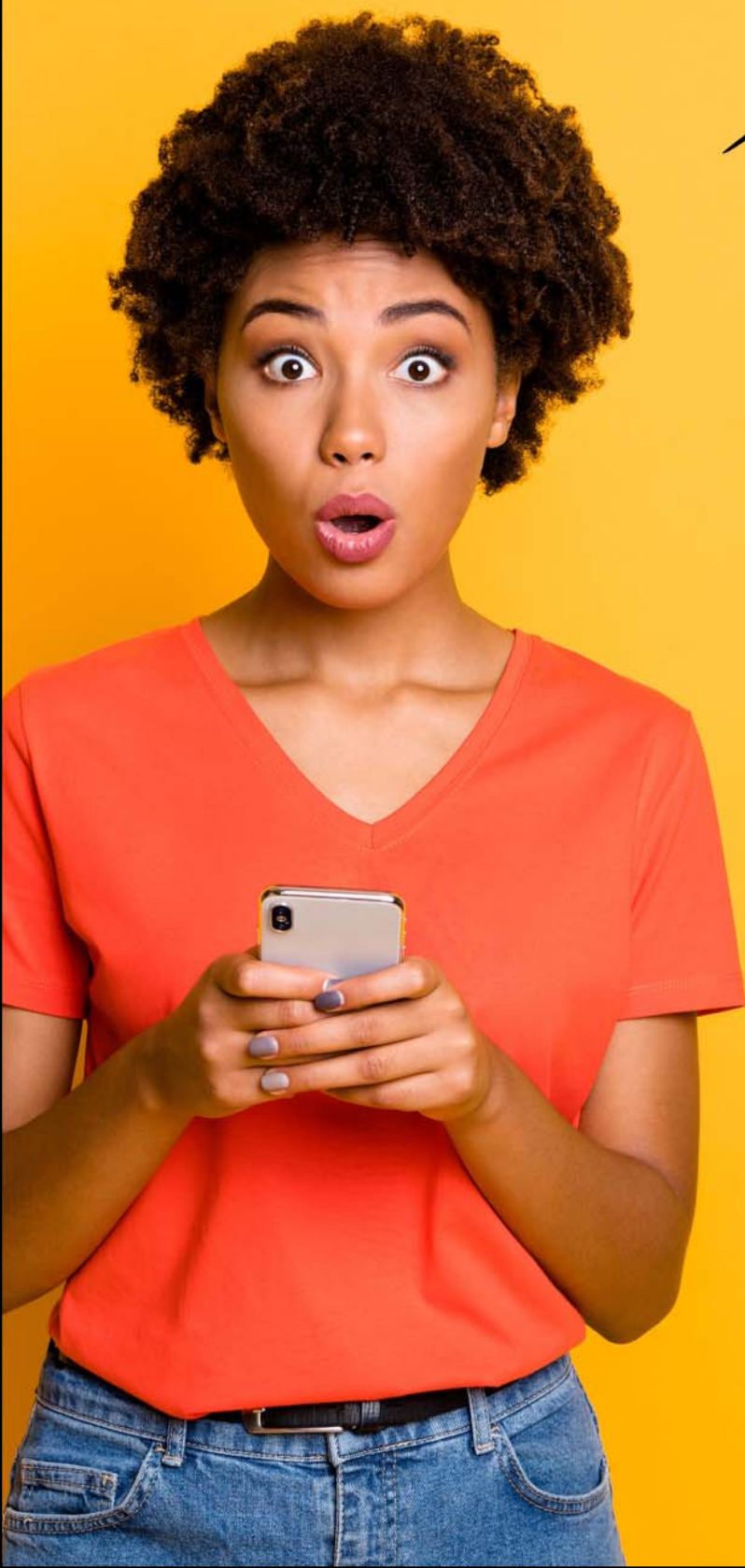
Rio de Janeiro – RJ – Brasil

Tel: (21) 2123-1196

nit@int.gov.br

www.int.gov.br

# Você não segue o INT nas Redes Sociais?



Acompanhe o  
nosso conteúdo:



[facebook.com/int.gov](https://facebook.com/int.gov)



[twitter.com/int\\_online](https://twitter.com/int_online)



[instagram.com/int.online](https://instagram.com/int.online)



[youtube.com/INTcomunica](https://youtube.com/INTcomunica)

A revista eletrônica Inovativa é uma publicação elaborada pela Divisão de Comunicação (DICOM) do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), que tem por objetivo divulgar pesquisas, eventos, discussões e resultados relacionados às atividades desta instituição de pesquisa tecnológica. Com distribuição gratuita, a revista é enviada a parceiros, colaboradores, autoridades e quaisquer outros interessados inscritos pelo e-mail [dicom@int.gov.br](mailto:dicom@int.gov.br).

**Instituto Nacional de Tecnologia - INT**  
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações - MCTI

**Diretora do INT**  
Iêda Vieira Caminha

---

**Realização**

Divisão de Comunicação - DICOM

**Comissão Editorial**

Iêda Caminha, Larissa Medeiros, Marco Fraga,  
Marcia Oliveira e Valéria Pimentel

**Edição**

Justo D'Avila (Jornalista responsável - MTb 16373)

**Revisão de texto**

Denise Pacheco e Andréa Lessa

**Redação e reportagem**

Savannah Comunicação Corporativa, com equipe:  
Amanda Oliveira, Débora Nascimento e  
Justo D'Avila

**Projeto gráfico, diagramação e  
tratamento de imagens**

Nelson Peres

**Fotografia**

Amanda Oliveira, Vinicius Kabarite e Justo D'Avila  
Arquivo INT e Freepik.

**Revista Inovativa**

Revista eletrônica do Instituto Nacional de Tecnologia  
Ano 7, nº 31 | julho a dezembro de 2020

Instituto Nacional de Tecnologia - INT  
Avenida Venezuela, 82 - Saúde - CEP 20081-312  
[dicom@int.gov.br](mailto:dicom@int.gov.br)

**inovativa**  
REVISTA DO INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA

INSTITUTO  
NACIONAL DE  
TECNOLOGIA **INT**  
UNIDADE DE PESQUISA DO NCTI

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÕES



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL

[www.int.gov.br](http://www.int.gov.br)