



**Projetos do Centro de
Tecnologia da Informação
Renato Archer – CTI
2018-2024**

CTI Renato Archer - 2018-2024

Esta apresentação contém os principais projetos do CTI Renato Archer durante a direção de Dr. Jorge Vicente Lopes da Silva, de dezembro de 2018 a março de 2024.

Neste período ocorreu a pandemia de COVID-19 e foi implementado um programa de gestão que institucionalizou o trabalho remoto na Instituição. A FUNCATE – Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais, foi autorizada a atuar como fundação de apoio ao CTI.

As atividades finalísticas do CTI foram organizadas em quatro grandes Rotas Tecnológicas, alinhadas com áreas prioritárias definidas pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações - MCTI: “Tecnologias para a Indústria 4.0”, “Tecnologias Avançadas para a Saúde”, “Tecnologias para Governo e Transformação Digital” e “Tecnologias Habilitadoras”.

Rotas Tecnológicas e suas Áreas Temáticas

Indústria 4.0



- ▶ Manufatura aditiva / avançada
- ▶ IoT - Internet das Coisas
- ▶ Sistemas Ciberfísicos

Governo Digital



- ▶ Confiabilidade de sistemas governamentais
- ▶ Cidades inteligentes
- ▶ Segurança da Informação

Saúde Avançada



- ▶ Biofabricação
- ▶ Biossensores
- ▶ Simulação Computacional
- ▶ Tecnologia Assistiva

Tecnologias Habilitadoras



- ▶ Micro e nanoeletrônica
- ▶ Nanotecnologia e materiais avançados
- ▶ Fotônica e energia
- ▶ Inteligência Artificial e Ciência de Dados
- ▶ Eletrônica Flexível

Indústria 4.0



LiCoBAT – Recuperação de Lítio e Cobalto de Baterias



Recuperação de Lítio e Cobalto de Baterias
Fonte: Relatório de Atividades CTI 2021-22



Representantes do CTI e da Biosys Ambiental em participação virtual na feira Ecomondo.

Os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) são considerados perigosos por conterem materiais tóxicos, razão pela qual seu descarte é regulamentado pela a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Ao mesmo tempo, os REEE também contêm materiais de alto valor agregado que, no âmbito da economia circular, podem resultar em ganhos econômicos, sociais e ambientais significativos

O CTI Renato Archer desenvolve tecnologias inovadoras de mineração urbana para viabilizar economicamente a reciclagem industrial dos REEE, além de criar oportunidades de inclusão socioeconômica por meio de materiais recicláveis dentro da cadeia reversa dos produtos eletroeletrônicos.

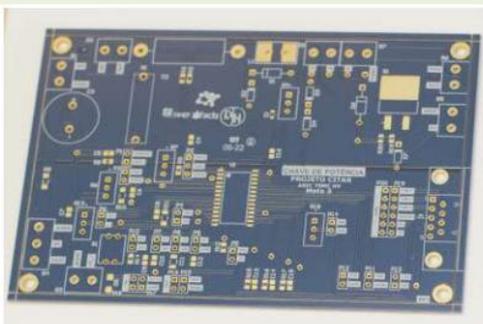
O Projeto LiCoBAT é coordenado pelo CTI e desenvolvido no âmbito do Programa Europeu ERA-MIN 2 (rede pan-europeia de pesquisa e inovação em matérias-primas críticas para o desenvolvimento da Economia Circular mundial). Engloba iniciativa inédita análise crítica da logística reversa dos eletroeletrônicos e viabilização econômica de recuperação dos elementos lítio e cobalto contidos em baterias de íon-lítio descartadas.

CITAR – Circuitos Integrados Tolerantes à Radiação



Placa desenvolvida pelo Projeto CITAR

Fonte: Relatório de Atividades CTI 2021-22



Parceria entre CTI / INPE/ IFUSP/ IEAv-DCTA/ AEB-MCTI / IMT/ FEI. Recursos FINEP/MCTI

A radiação ionizante no espaço deteriora os componentes eletrônicos convencionais de modo que, para aumentar a vida útil do satélites, são necessários componentes mais robustos.

O projeto CITAR visa a produção do ciclo completo do desenvolvimento de Circuitos Integrados de Aplicação Específica (ASICs) tolerantes à radiação para uso nos satélites científicos brasileiros. Atua tanto no projeto e fabricação dos CIs quanto no estabelecimento de infraestrutura para testes de radiação.

Sensores de Neutrinos



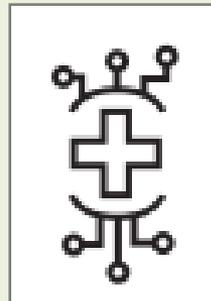
Detectores X-Arapuca instalados no Fermilab, nos EUA.

Fonte: Relatório de Atividades CTI 2021-22

O entendimento da natureza dos neutrinos representa um dos maiores desafios da física contemporânea e pode contribuir para o entendimento do universo como as supernovas, buracos negros, matéria e energias escuras e complementação do modelo padrão e a unificação das forças. Por conta da complexidade, os experimentos com os neutrinos estão sendo construídos em importantes colaborações internacionais como nos programas Short-Baseline Neutrino Program (SBN) e Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE).

O CTI tem colaborado com ambos os experimentos por meio da parceria iniciada em 2015, com o Laboratório de Léptons da Unicamp, no projeto Argon R&D Advanced Program @UniCamp (ARAPUCA). Com financiamento da FAPESP pesquisadores da Unicamp, CTI Renato Archer e outras ICTs vêm desenvolvendo detectores do tipo “Armadilhas e Luz” chamados de ARAPUCAS, que operam sob argônio líquido e permitem a obtenção de mapeamento paramétrico tridimensional da passagem de neutrinos em detectores do tipo time projection chamber (TPC)

Saúde Avançada



ProMED – Programa de Aplicação de Tecnologias 3D para a Saúde



Modelos impressos em 3D.

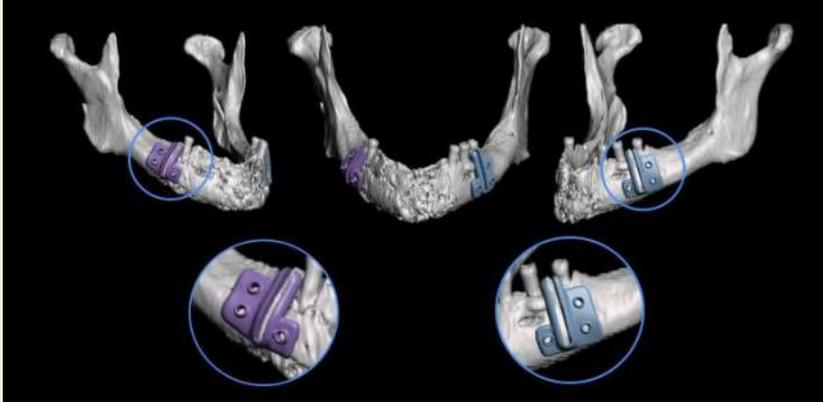
Fonte: Relatório de Atividades CTI 2021-22

A impressão 3D ou manufatura aditiva é um dos pilares do trabalho realizado pelo CTI, desde 1997, em soluções para o Sistema Único de Saúde (SUS) com milhares de soluções de engenharia aplicadas a cirurgias de alta complexidade.

Foram desenvolvidas próteses customizadas e de baixo custo para cranioplastia. Foi criada a ferramenta computacional InVesalius para a visualização, reconstrução e tratamento de imagens médicas.

São realizadas modelagem e simulação computacional de propriedades mecânicas e interação de próteses e órteses com sistemas biológicos, além da simulação do crescimento de tecidos e órgãos e desenvolvimentos na área estratégica de biofabricação como pioneiro na América Latina.

ProMED - Biomodelagem



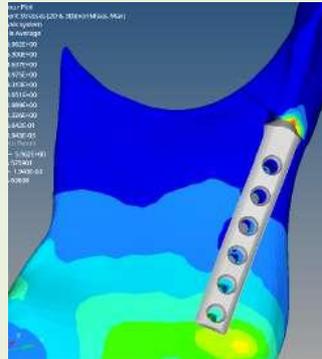
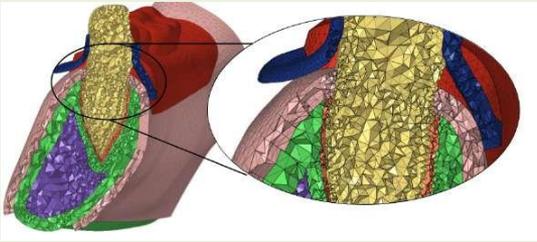
Placas customizadas impressas em 3D metálico para osteotomia mandibular.

Fonte: Relatório de Atividades CTI 2021-22

A Biomodelagem é uma das ações dentro do ProMED, onde são desenvolvidos modelos físicos e virtuais para auxiliar o planejamento de cirurgias de alta complexidade, com destaque para a região craniomaxilofacial. São criadas réplicas da região doente, chamadas de biomodelos, utilizadas para planejar a cirurgia; podem ser criadas próteses customizadas associadas aos biomodelos.

Em colaboração com o SUS, empresas de base tecnológica e 300 hospitais no Brasil.

ProMED - Bioengenharia



Análise estrutural osso implante utilizando métodos dos elementos finitos

Fonte: Relatório de Atividades CTI 2021-22

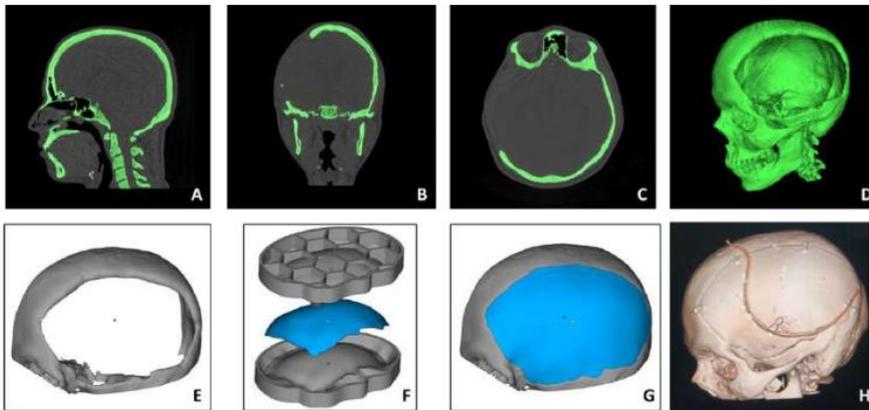
Material impresso em 3D em poliamida customizado ao paciente e otimizado com base no biomimetismo

Fonte: Relatório de Atividades CTI 2021-22



Desde 2005, o ProMED desenvolve ações em bioengenharia por meio de métodos de simulação computacional para aplicações de modelos 3D em áreas como projeto e otimização de dispositivos como próteses e órteses, como uma ferramenta para avaliar o comportamento e a interação entre estruturas como ossos, dentes e outras, com dispositivos odontológicos e ortopédicos, por exemplo.

ProMED – Moldes para Cranioplastia de Precisão



Processo de obtenção de kit cranioplastia (A-G);
Segmentação usando o software InVesalius (A-D);
Modelo do crânio do paciente da região com defeito (D-E);
Molde bipartido customizado e modelo da prótese da região com defeito do crânio para checagem de encaixe (F-G);
Tomografia do paciente pós-cirurgia usando prótese confeccionada por meio do molde (H);

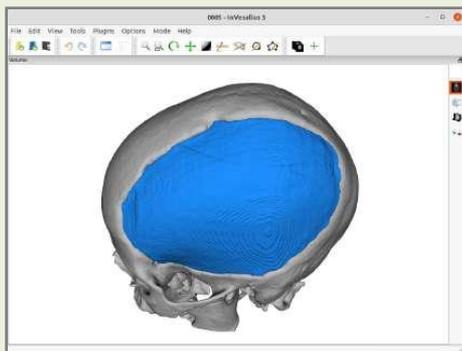
Fonte: Relatório de Atividades CTI 2021-22

A reconstrução de grandes defeitos cranianos pode ter origem em craniectomias descompressivas motivadas por edema cerebral, traumas, tumores e infecções, por exemplo. Dependendo da dimensão do trauma, pode não ser possível usar o próprio osso do indivíduo, sendo então usados materiais sintéticos.

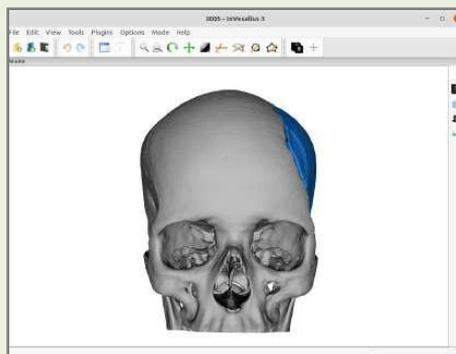
O CTI vem atuando em reconstrução craniana desde 2019, em vários hospitais públicos, usando como base imagens de tomografia computadorizada do defeito e o software InVesalius, desenvolvido no CTI. Os hospitais recebem um “kit cranioplastia” impresso em 3D, que é enviado aos cirurgiões para a preparação da cirurgia.

InVesalius

processamento de imagens médicas



InVesalius é um software livre e de código aberto para processamento e análise de imagens médicas, desenvolvido desde 2001 pelo CTI Renato Archer. Foi pioneiro no mundo ao disponibilizar, já em 2003, na sua primeira versão, uma ferramenta computacional de uso livre.



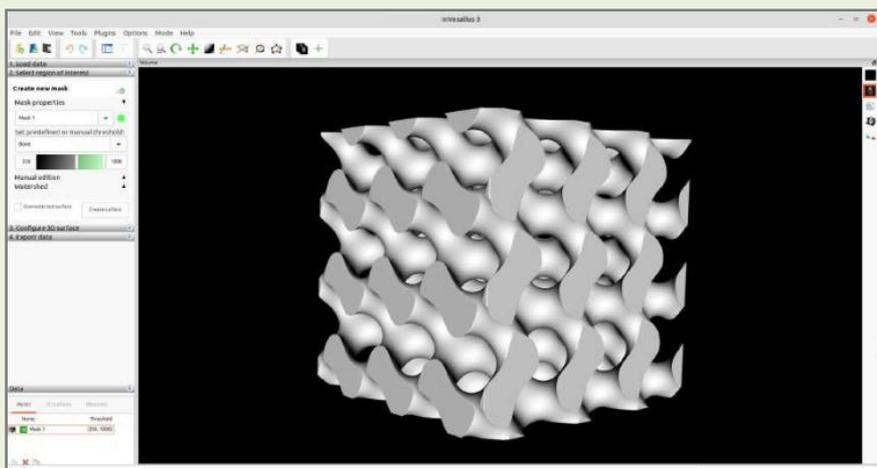
Hoje o InVesalius é uma solução profissional que incorpora as técnicas mais modernas de computação gráfica, algoritmos especiais e inteligência artificial.

Mais recentemente, tem sido desenvolvido pelo CTI, em parceria com a FioCruz e IC/Unicamp, um módulo adicional ao InVesalius para a produção automática de moldes para cirurgias de cranioplastia, utilizando técnicas de aprendizado de máquina com base na experiência e base de dados institucional.

Crânio com implante virtual criado automaticamente no InVesalius por técnica de aprendizado de máquina baseada em redes neurais profundas.

Fonte: Relatório de Atividades CTI 2021-22

InVesalius: Scaffolds e Biofabricação



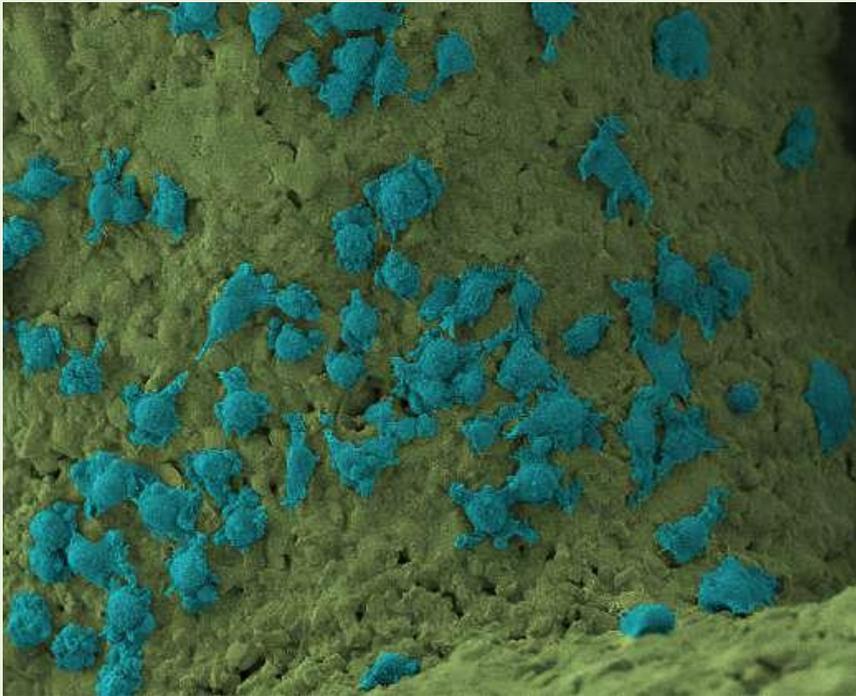
Estrutura porosa produzida com o módulo
Porous Creator do InVesalius

Fonte: Relatório de Atividades CTI 2021-22

O InVesalius está em constante desenvolvimento. Foi configurada uma infraestrutura que permite desenvolvedores inserirem plugins no InVesalius, com isso foi desenvolvido o plugin Porous Creator que permite a criação de estruturas porosas, que são úteis para a criação de *scaffolds* para engenharia tecidual, utilizando a biofabricação como uma variante da impressão 3D

Scaffold é o termo em inglês para arcabouço ou estrutura temporária. É usado na engenharia tecidual como estrutura temporária para a colonização celular e regeneração de tecidos.

Biofabricação



Arcabouço cerâmico obtido por impressão 3D e povoada por células mesenquimais.

Fonte: Relatório de Atividades CTI 2021-22

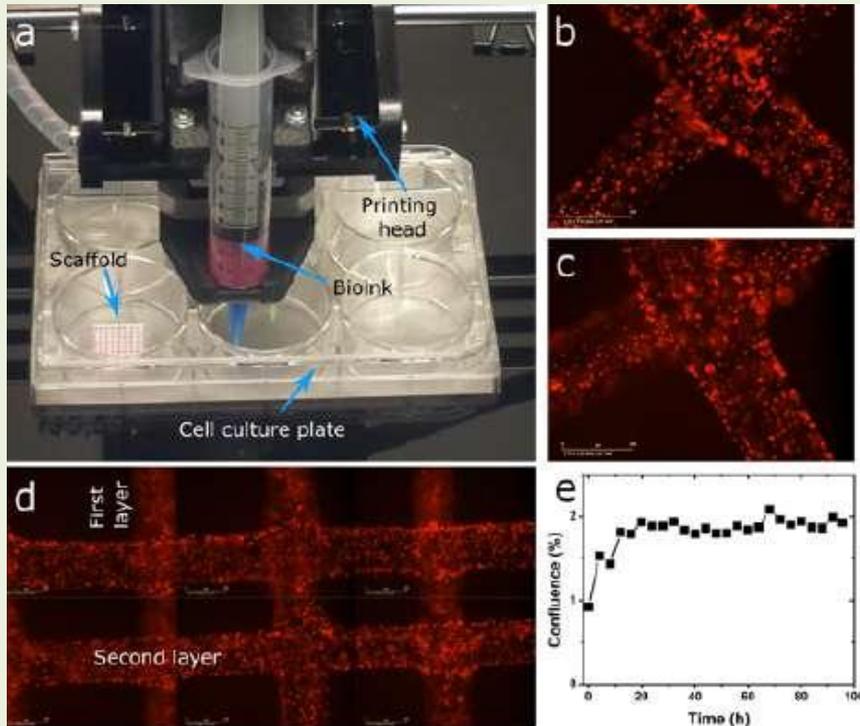
A Biofabricação, uma variante da impressão 3D, é uma área em franca expansão no CTI, um dos pioneiros do tema no mundo.

Em 2021, com financiamento da FAPESP, foram obtidos por manufatura aditiva arcabouços cerâmicos de alta biocompatibilidade para o cultivo de células, visando a recuperação de defeitos ósseos, que contribuiu para a estruturação do Laboratório Aberto de Biofabricação do CTI.

Em 2022, foi aprovado, na chamada CNPq Universal, projeto para impressão 3D de estruturas otimizadas de Biosilicato, na forma de arcabouços, para uso como enxertos ósseos.

Biofabricação

plataformas experimentais open-source



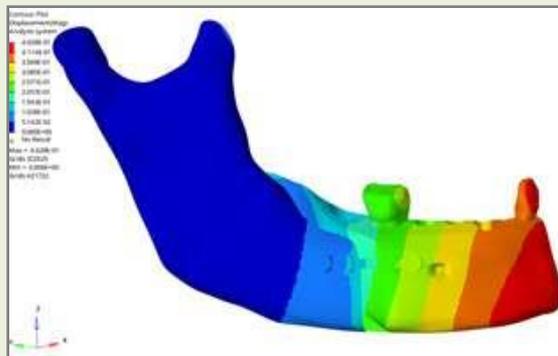
Software para produtividade em biofabricação .

Desde 2005, consignado no Plano Diretor da Unidade (2006-2010), o CTI Renato Archer vem desenvolvendo plataformas de *hardware* e *software* abertos, integradas a outras soluções igualmente abertas para o estudo da biofabricação, visando a flexibilidade e otimização no uso de biomateriais nas suas diversas formas (materiais termoplásticos, compósitos, géis, hidrogéis, pastas, tintas, biotintas, material com carga cerâmica e carga metálica etc.).

Fonte: Relatório de Atividades CTI 2021-22

MAT3DSAÚDE

Materiais Avançados na Saúde



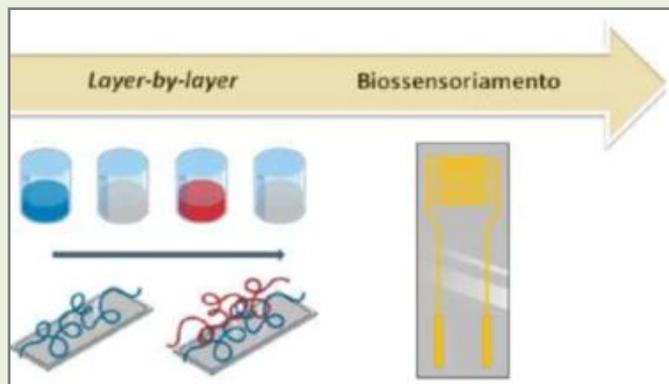
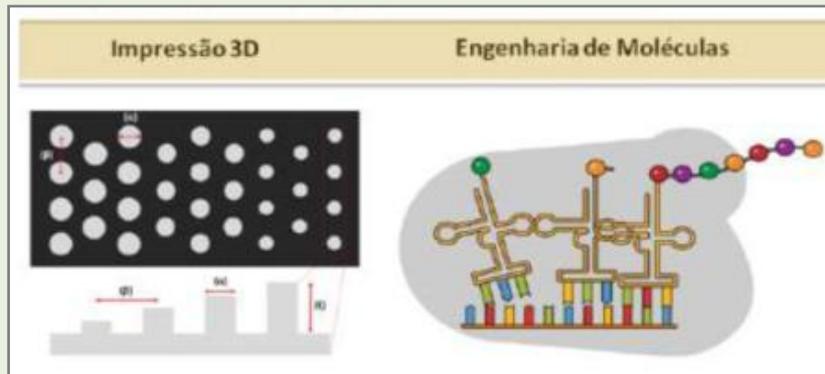
Modelo simplificado aplicado em simulação biomecânica de mandíbula

Fonte: Relatório de Atividades CTI 2021-22

No início de 2022, a Universidade Federal do ABC (UFABC) e o CTI formalizaram um convênio com a Finep para a criação de uma nova infraestrutura colaborativa entre as instituições. O objetivo dessa Rede para o desenvolvimento de novos materiais avançados para a impressão 3D de próteses para casos clínicos de danos ósseos bucomaxilofaciais (BMF).

Colaboração entre UFABC, CTI e as startups BioEdTech e VETRA, em convênio com FINEP.

Sensores microfabricados 3D para captura seletiva de células tumorais circulantes



Estratégias para superar desafios da busca por dispositivo para captura de células tumorais circulantes

Fonte: Relatório de Atividades CTI 2021-22

A partir de uma colaboração sinérgica com a Unicamp, o CTI está desenvolvendo plataformas 3D para o diagnóstico de doenças oncológicas a partir da detecção de células tumorais circulantes (CTCs).

Parceria com USP São Carlos, UNIFESP, Universidade de Laval (Canadá) e Massachusetts Institute of Technology (MIT). Este é um Projeto temático financiado pela FAPESP e coordenado pela Unicamp.

Biossensores para Doenças Negligenciadas



Biossensor: dispositivo para realização de testes a partir de um aparelho de telefone celular

Fonte: Relatório de Atividades CTI 2021-22

O CTI tem se destacado pelo desenvolvimento de Biossensores para testes rápidos e portáteis de detecção de várias doenças.

No projeto para detecção simultânea de doenças negligenciadas transmitidas por vetores, dois testes eletroquímicos multiplex e portáteis serão desenvolvidos: o primeiro para detecção simultânea das arboviroses Dengue, Chikungunya e Zika vírus; e o segundo para detecção simultânea de hanseníase multibacilar, leishmaniose tegumentar e paracoccidiodomicose.

Financiamento Finep com contrapartida financeira da Empresa Vyttra Diagnósticos.

Biossensor para detecção de infecção hospitalar

Teste rápido e portátil para a detecção da *Staphylococcus aureus* (*S.aureus*), bactéria causadora de infecção hospitalar.

Foi desenvolvido um imunossensor eletroquímico contendo estruturas de carbono obtidas do tratamento térmico da biomassa de cana de açúcar (biocarvão), funcionalizadas com nanoestruturas de ZnO e com o anticorpo *S. aureus*.

Mostrou-se capaz de detectar de forma rápida e precisa a presença da bactéria *S. aureus* nas amostras de todos os 70 voluntários testados.

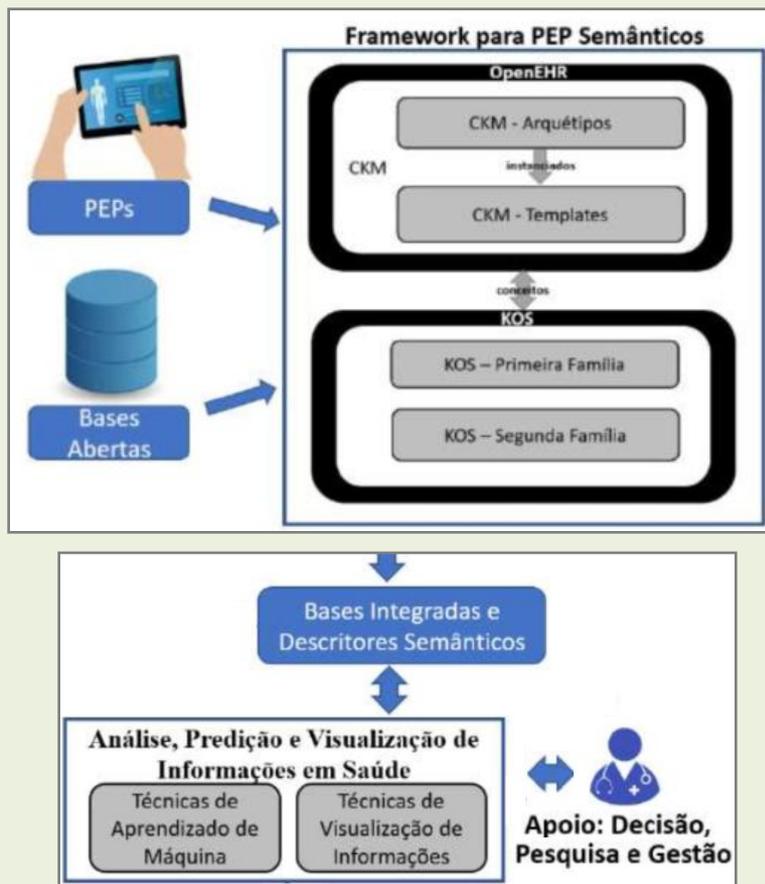
Parceria com a Empresa Vistobio Ltda.



Protótipo do biossensor em funcionamento em um aparelho celular

Fonte: Relatório de Atividades CTI 2021-22

Plataforma para Prontuários de pacientes em Oncologia



Framework para PEPs semânticos

Fonte: Relatório de Atividades CTI 2021-22

Plataforma para modelar, implementar e visualizar dados de Prontuários Eletrônicos do Paciente (PEPs) para oncologia.

O objetivo é avançar no entendimento de como construir PEPs com maior capacidade de reuso, interoperabilidade, qualidade de dados e visualização, permitindo a aplicação de soluções para análise de dados, predição e apoio à decisão.

Parceria, inicialmente, com o Centro Infantil Boldrini e, atualmente, com a Unicamp e a Universidade Federal de Alagoas. Financiamento do CNPq.

Governo Digital



Votação Eletrônica



Novas urnas eletrônicas.

Fonte: TSE

Há mais de 15 anos o CTI Renato Archer colabora com o Tribunal Superior Eleitoral (TSE) no aprimoramento tecnológico do ecossistema brasileiro de votação eletrônica, garantindo o funcionamento das urnas eletrônicas do país, por meio de projetos de cooperação tecnológicos. O objetivo tem sido a garantia do processo eletrônico de votação e a redução de custos de operação e manutenção do sistema.

Diante dos resultados alcançados, em 2021, a cooperação foi renovada por mais um período de 40 meses, desta vez com a realização de ensaios e análises (elétricas, físicas e químicas) do projeto de construção das novas urnas eletrônicas e seus componentes, bem como a inspeção e avaliação do processo produtivo destas urnas, realizada na planta do fabricante. O projeto inclui, também, análises e recomendações de ações corretivas em eventuais falhas ocorridas durante as eleições, além de inspeção de depósitos de urnas do TSE.

Cidades Inteligentes e Sustentáveis



Acesse a Plataforma **Inteli.gente**:
<https://inteligente.mcti.gov.br/>

O CTI liderou, em 2021, a elaboração de um Modelo de Maturidade de Cidades Inteligentes Sustentáveis Brasileiras (MMCISB) para diagnosticar o grau de maturidade das cidades do país.

O MMCISB oferece subsídios para que gestores públicos identifiquem a situação atual das cidades e possam, a partir do diagnóstico, priorizar políticas públicas contextualizadas e pertinentes à trajetória particular de cada cidade, rumo à evolução do município e a transformação digital.

Durante o projeto, o conhecimento técnico produzido pela equipe do CTI foi reunido em um livro digital “Cidades Inteligentes e Sustentáveis: uma metodologia para avaliação e diagnóstico de nível de maturidade de cidades”, lançado em 2021 e de acesso livre.

Sob demanda do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), em parceria com a Rede Nacional de Pesquisa (RNP).

Internet das Coisas (IoT) para monitoramento de água de efluentes



Equipamento (à esquerda do corrimão) instalado em estação de tratamento de esgoto da Sabesp.

Fonte: Relatório de Atividades CTI 2021-22

O CTI desenvolveu aplicação e Prova de Conceito (PoC) de Internet das Coisas para dispositivos de monitoramento de qualidade de água de efluentes, em especial para agilizar o fornecimento de resultados de testes de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), que demoram até oito dias para ficarem prontos.

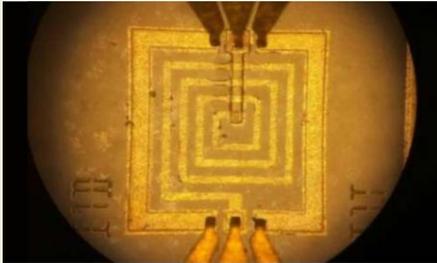
Este projeto-piloto é composto de um sistema de dois biorreatores associados a metodologias digitais e aprendizado de máquina (via plataforma dojot-IoT), que permite fazer o monitoramento e controle de uma estação de tratamento de efluentes, visando apoio à tomada de decisão de forma ágil.

Parceria com o CPQD e a Sabesp.

Tecnologias Habilitadoras

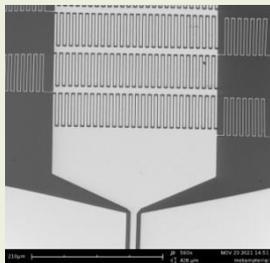
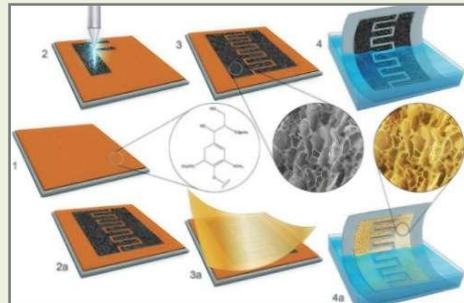


Micro e Nanofabricação



Filtro de RF
em alumina
Fonte: CTI (2024)

Sensores de grafeno por escrita direta a laser
Fonte: CTI (2024)



Dispositivos para computação quântica
Fonte: CTI (2024)

O CTI dispõe de técnicas de micro e nanofabricação como processos de deposição de filmes finos, transferência de padrões (litografia), corrosão e limpeza, entre outros. São várias várias aplicações que vão de sensores e IoT a computação quântica, passando por fotônica, microfluídica, aplicações biológicas, saúde etc.

A versatilidade das aplicações esta associada principalmente ao processo de litografia *maskless*, que permite que a fabricação dos dispositivos tenha início imediatamente após a confecção dos padrões no computador, economizando tempo e recursos que seriam usados para a fabricação de máscaras litográficas.

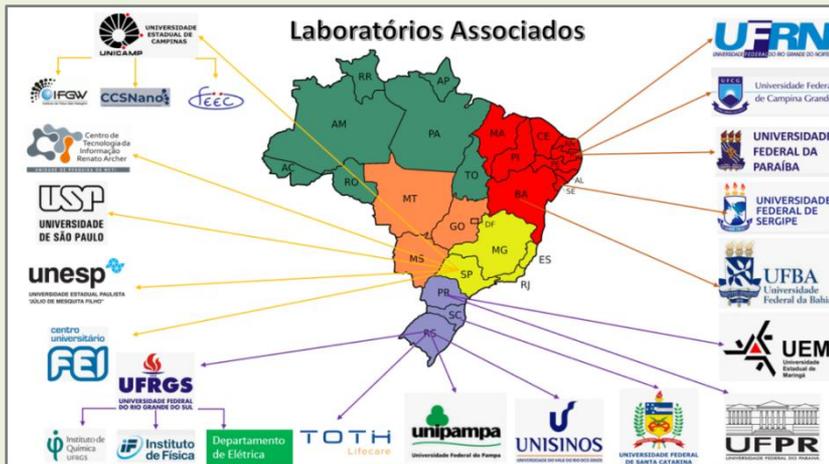
INCT NAMITEC



No final de 2022, o CTI foi aprovado como instituição participante de um dos 58 novos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCTs), o INCT NAMITEC - Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Nano e Microeletrônica para Tecnologias Habilitadoras,

O INCT NAMITEC é coordenado pela Unicamp, desenvolvendo atividades de pesquisa, desenvolvimento, inovação, formação de recursos humanos e divulgação de ciência na área de sistemas micro e nanofabricação, no que diz respeito à Tecnologias Habilitadoras, incluindo Inteligência Artificial, Internet das Coisas, Materiais Avançados, Biotecnologia e Nanotecnologia.

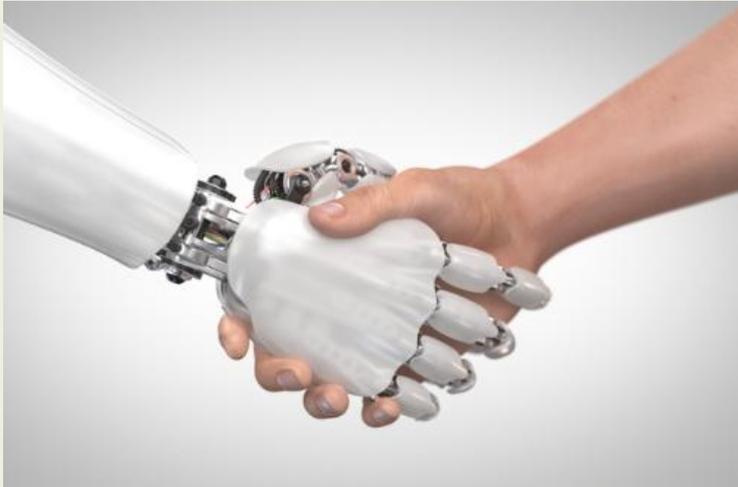
Com a atuação do CTI, o NAMITEC poderá contribuir para o crescimento do setor industrial de componentes eletrônicos, sensores, fotônicos e optoeletrônicos e outros sistemas que tornem o país mais competitivo.



Fonte: <https://namitec.org.br/historia/>

ROSANA

Robô interativo para ambientes públicos



Fonte: Notícia no Site do CTI, 18/11/2021

O projeto Robô Socialmente Interativo em Ambientes Não-Estruturados (ROSANA) visa contribuir para as áreas de detecção de emoções complexas e navegação socialmente aceitável, sobretudo em contato direto com humanos em ambientes públicos, respeitando regras sociais.

O CTI está desenvolvendo a integração da percepção de expressões faciais e corporais. Para isso, já foi desenvolvido o algoritmo Emotion Transformer, que utiliza a tecnologia de redes profundas Transformer para detectar a emoção corporal das pessoas.

Em parceria com Universidade de São Paulo (USP), Unicamp e Carnegie Mellon University e com financiamento FAPESP.

Outros Destaques

Unidade EMBRAPPII Tecnologias 3D

O Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI, por meio do Termo de Cooperação nº 33/2023, firmado com a Associação Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial - EMBRAPPII, consolidou-se como instituição de pesquisa credenciada como Unidade EMBRAPPII, para apoiar projetos de PD&I na área de Tecnologias 3D.

As linhas de atuação são: a) competências digitais, desenvolvimento de novos materiais e processos; b) competências físicas, desenvolvimento de tecnologias e modelos.



Parque Tecnológico CTI-Tec



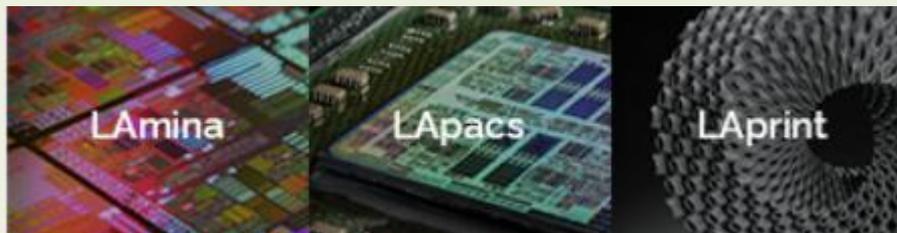
Prédio do Parque Tecnológico CTI-Tec

Fonte: Site do CTI

A missão do Parque Tecnológico CTI-Tec é criar condições favoráveis e contribuir para o desenvolvimento regional e nacional, dinamizando a atividade econômica relacionada à ciência, tecnologia e ao empreendedorismo de base tecnológica, por meio da incubação e apoio às entidades residentes.

Em 2022, a coordenação do CTI-Tec consolidou um plano de reestruturação consistindo em ações prioritárias a serem desenvolvidas visando a operacionalização e sustentabilidade do parque.

Laboratórios Abertos Multiusuários



Lab. Aberto de
Micro e
Nanotecnologia

Lab. Aberto de
Empacotamento
Integração de
Sistemas

Lab. Aberto de
Manufatura
Aditiva

Um dos grandes objetivos do plano diretor do CTI 2021-2025 é ampliar o modelo de laboratórios abertos multiusuários, já vigente, através do qual o CTI compartilha seus principais laboratórios, financiados com recursos públicos, a usuários externos incluindo estudantes, pesquisadores, empresas, startups e inventores individuais, para o desenvolvimento de projetos de pesquisa e tecnologia e a fabricação de protótipos.



Lab. Aberto de
Imageamento
para (micro)
nanoeletrônica
e tecnologia 3D

Lab. Aberto de
Fotovoltaicos

Conjunto de cinco
laboratórios de
suporte aos
laboratórios
abertos do CTI

Referências

- CTI (2024) **Relatório de Atividades 2021-2022**. Campinas: CTI Renato Archer, 2024. Disponível em <https://www.gov.br/cti/pt-br/publicacoes/relatorios-gerenciais/relatorios-de-atividades>. Acesso em 4/6/2024.

Apresentação dos principais projetos do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI), de 2018 a 2024

uma realização

Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer

Divisão de Relações Institucionais (DIRIN)

Julho de 2024