

TECNOLOGIAS **DIGITAIS**

50 anos de uma história em construção

*A Unidade de Negócios em Tecnologias Digitais dedica este livro à memória de **Maria Rosilene Ferreira** (1954 – 2024), diretora do Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade entre 2009 e 2020.*

AGRADECIMENTOS

A elaboração deste livro foi possível graças às participações generosas de IPTeanos e ex-IPTeanos. Agradecemos às equipes da Assessoria de Comunicação Corporativa, da Biblioteca e da Memória Histórica do IPT, a todos aqueles que eventualmente colaboraram e, em especial, aos que compartilharam suas memórias e experiências em entrevistas, relacionados a seguir:

Alessandro Santiago dos Santos
Alfredo Pinto da Conceição Neto
Antônio Luiz Rigo
Cláudio Luiz Marte
Clayton Dimas Ribeiro Fernandes
Ely Bernardi
Faiçal Massad
Gilson Bozolan
Jairson de Lima
João Garcia
José Alberto Quintanilha
José Vidal Belinetti Jr.
Luis Eduardo Cerda Ortiz
Mari Tomita Katayama
Maria Cristina Machado Domingues
Maria de Fátima Porcaro
Marina Michiyo Sugaya
Marlene Prado Merichelli
Paulo César Leone
Renato Curto Rodrigues
Rui Mazziere
Salvador Gianquinto
Wagner Colombini Martins
Waldemar Bon Jr.

PREFÁCIO

É com imensa satisfação e orgulho que apresento este livro, um registro cuidadoso e apaixonante da história das Tecnologias Digitais no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, instituição que traz consigo uma notável trajetória de 125 anos de excelência.

Ao mergulhar nas páginas que se seguem, convido você, leitor, a explorar a evolução impressionante que as tecnologias digitais proporcionaram ao IPT desde os anos 1970. Este é um relato meticuloso e inspirador, fruto de inúmeras entrevistas e horas dedicadas à preservação da rica herança tecnológica que moldou o curso do Instituto ao longo dos anos.

Cada entrevista realizada e cada história compartilhada destacam não apenas a importância dessa área para o crescimento do Instituto, mas também a vitalidade e a resiliência demonstradas ao longo do tempo.

Este livro não é apenas uma compilação de acontecimentos históricos; é um registro de memórias e projetos que representam a dedicação incansável de muitos pesquisadores que, ao longo de décadas, contribuíram para o sucesso de grandes projetos públicos e privados, programas de capacitação e incorporação constante da tecnologia como um pilar fundamental para o IPT.

Ao percorrer as páginas deste e-book, convido você a conhecer alguns dos momentos cruciais que moldaram a trajetória do Instituto, compreendendo a sinergia entre a história e a tecnologia. Além disso, destaco a importância de olharmos para o futuro com a mesma paixão e dedicação, assegurando que o IPT continue na vanguarda das inovações tecnológicas.

Que este registro sirva como uma merecida homenagem aos pioneiros, inovadores e entusiastas que construíram o IPT, e que suas memórias inspirem as gerações futuras a continuarem essa tradição de excelência e inovação, construindo, assim, uma ponte sólida entre um passado inspirador e um futuro promissor.

Com estima,

Maria Cristina Machado Domingues

Diretora de Tecnologias Digitais do IPT

SUMÁRIO

| | |
|-----------------------------------|------------|
| INTRODUÇÃO | 08 |
| 1. ANOS 1970 | 11 |
| 2. ANOS 1980 | 32 |
| 3. ANOS 1990 | 61 |
| 4. ANOS 2000 | 76 |
| 5. ANOS 2010 | 102 |
| 6. ANOS 2020 | 123 |
| NOTAS | 136 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 143 |



INTRODUÇÃO

Em 1899, quando o Brasil ainda vivenciava o início de sua experiência republicana, havia uma grande expectativa sobre o novo século que se aproximava. Como parte do “espírito do tempo”, as profundas transformações que as tecnologias da época haviam realizado no cotidiano desde meados do século XIX projetavam tanto o desejo pela modernidade quanto a esperança por um futuro próspero, guiado pelo desenvolvimento científico e tecnológico: o trem e o navio a vapor, o telefone, a eletricidade e o telégrafo, para citar apenas alguns exemplos, revolucionaram as percepções de tempo e espaço.

Nesse contexto, marcado pela confiança absoluta no progresso por meio da tecnologia e da ciência, foi criado o Gabinete de Resistência dos Materiais, célula embrionária do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, por iniciativa do engenheiro e deputado estadual Antônio Francisco de Paula Sousa (1843-1917), diretor da recém-fundada Escola Politécnica.

Enquanto a tecnologia alcançava patamares inimagináveis até mesmo para os futuristas mais ousados do século XIX, o IPT trabalhou na vanguarda das transformações que eram vivenciadas pelos brasileiros, constituindo-se como referência na pesquisa e inovação no cenário científico e tecnológico do Brasil dos séculos XX e XXI. Desde o final da Segunda Guerra Mundial, os computadores vinham ganhando espaços cada vez mais significativos em universidades e instituições de pesquisa. Já no início dos anos 1970, alguns pesquisadores do IPT usavam computadores para a resolução de problemas complexos que faziam parte de seu cotidiano.

Na década de 1980, o IPT testemunhou a criação de seu Plano Diretor de Informática, a chegada do *Cyber 170/720*, a instalação do Núcleo de Computação Eletrônica e o início da profusão do uso dos microcomputadores. Na década seguinte, a informática adquiria outra projeção, consolidando-se definitivamente na rotina de trabalho do IPT – além disso, surgiam muitas novidades: a instalação da Rede IPTNet, o início do acesso à Internet, o primeiro site e a publicação do *Interface* – boletim impresso que reunia dicas sobre programas de informática, eventos e novidades do setor.

Nos anos 2000, o Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM, recém-formado, incorporou grupos de outras unidades com o objetivo de ampliar a atuação no desenvolvimento de soluções em Tecnologia da Informação e Comunicação. Ao longo de quase duas décadas, como veremos, foram criadas soluções para automação, mobilidade, redes e segurança digital, telemática aplicada a transportes, sistemas corporativos e sistemas de engenharia.

Na história do tempo presente, em que são discutidas a Inteligência Artificial, a Internet das Coisas, o Big Data e o armazenamento de dados inspirado em moléculas de DNA, a própria estruturação da Unidade de Negócios em Tecnologias Digitais, em 2021, é mais um episódio de uma história de inovação nos usos da tecnologia da informação e de seu potencial em beneficiar a sociedade.

Assim, o livro que você, leitor, está prestes a conhecer, apresenta uma narrativa a partir de episódios significativos para a história dos usos da computação no IPT. Sem pretender esgotar o assunto e partindo do pressuposto que nenhuma história pode ser total, foram recuperados ofícios, relatórios técnicos, artigos, cartas, materiais de divulgação,

notícias e memórias pessoais de alguns dos IPTeanos e IPTeanas que participaram ativamente da construção dessa história durante as últimas cinco décadas.

Imaginar o acesso às salas isoladas onde ficavam instalados os *mainframes*, testemunhar o protagonismo paulatinamente adquirido pelos microcomputadores, ler os números do Boletim *Interface* ou as instruções para acessar a Internet, longe de consistirem em mero anedotário, causam pertinentes estranhamentos aos usuários da Era Digital, que podem passar a compreender a tecnologia da informação em uma perspectiva histórica.

Como um prisma para compreender também a história do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo e de seu papel junto à sociedade brasileira nos últimos cinquenta anos, o encontro entre a História e a Tecnologia promovem uma necessária convergência entre a reflexão sobre o passado, a ação no presente e o desejo para o futuro.

01 ANOS 1970

Os *mainframes* que deram início à história da informática no IPT seriam vistos hoje com alguma curiosidade pelo leitor deste livro: instalados em grandes salas e com controle de acesso e tempo de uso, o início dos usos dos recursos computacionais, desde os anos 1970, cria um contraste com a cultura digital, que passa transversalmente pelas diversas esferas da vida da sociedade desde o início do século XXI.

Esse estranhamento, no entanto, é convidativo para estabelecermos a percepção de que a tecnologia da informação, conquanto usualmente associada ao progresso do presente rumo ao futuro, merece ter sua história conhecida, sob o risco de naturalizarmos, nessa Era Digital, que “tudo sempre foi assim”. Como nenhuma história é total, o livro propõe reconstruir uma narrativa que, longe de esgotar o assunto, enseja, isso sim, a construção de um novo olhar a respeito de uma parte da história do IPT – desta vez, pelo prisma da tecnologia da informação.

ANOS 1970

Em dezembro de 1968, quando o IPT estava prestes a comemorar seus setenta anos, foi formado o Grupo de Implantação de Processamento de Informações, com o objetivo de desenvolver a percepção sobre a necessidade de integrar o processamento de dados às pesquisas e projetos realizados no Instituto¹. Desse grupo, fizeram parte Paulo César Leone², membro da Divisão de Engenharia Mecânica, Ernesto de Vita e José Geraldo de Lima Jr., professores da Escola Politécnica.

A intenção era implantar um Centro de Informações Tecnológicas, “com o fim de facilitar a consulta bibliográfica rápida aos pesquisadores, aos técnicos e aos industriais.”, bem como de prover as “informações sobre registros e caducidade de patentes, de descrições de processos e de equipamentos”.³

Ao longo de 1969, o projeto ganhou novos contornos e passou a ser compreendido como uma iniciativa que viabilizaria a criação de um “campo de pesquisas sobre a informática”, inspirado fortemente em institutos de pesquisas tecnológicas norte-americanos, como o *Batelle Memorial Institute* e do *Stanford Research Institute*⁴.

Com as premissas de atender a “área de tecnologia industrial” de São Paulo (e, no limite, do Brasil), o coração do sistema seria composto por um “computador digital com grande capacidade para solução de problemas científicos, grande memória capaz de armazenar informações, sistema rápido de respostas aos pedidos de informação, sistema de canais de operação à distância e com possibilidade de expansão por módulos da memória e dos terminais de consulta.”⁵

Em 29 de outubro de 1969, Alberto Pereira de Castro (1915 – 2010) apresentou o projeto ao Conselho Estadual de Tecnologia. Em junho de 1970 foi instituída a comissão para a implantação do projeto, oficialmente nomeado como Centro de Pesquisas Informáticas⁶ que, no ano seguinte, começou a desenvolver suas primeiras atividades⁷. Contava com um Centro de Processamento de Dados, equipado com um *Burroughs B1700* e com um *Cobra 400*, *mainframes* adquiridos em 1974 e utilizados, sobretudo, em processos de natureza administrativa e financeira.⁸ Por meio de softwares, o CPI deveria, além disso, apoiar o tratamento de problemas científicos das áreas técnicas do IPT e a execução dos subprogramas do Programa de Informação Tecnológica do Estado de São Paulo⁹.

Paralelamente à experiência no Centro de Pesquisas Informáticas, as equipes técnicas do IPT passaram a se aproximar cada vez mais dos recursos computacionais – inclusive, recorrendo a computadores que pertenciam a outras instituições públicas e privadas.

No início da década de 1970, o IPT estava organizado em divisões técnicas que agregavam especialidades diversas – cada qual, aliás, com necessidades de processamento de dados específicas. É esse contexto que permite compreender a história dos usos da tecnologia da informação no IPT a partir de múltiplas narrativas.

As equipes inicialmente mais assíduas no uso dos recursos computacionais pertenciam às Divisões de Engenharia Civil e Mecânica. O Agrupamento de Engenharia Naval, que era então vinculado à Divisão de Engenharia Mecânica¹⁰, foi o primeiro a dispor de um computador para seus projetos e necessidades, integrando recursos computacionais de maneira independente às operações – o que, no início dos anos 1970, representava uma grande novidade para os profissionais do IPT.

O AGRUPAMENTO DE ENGENHARIA NAVAL E O PDP-15

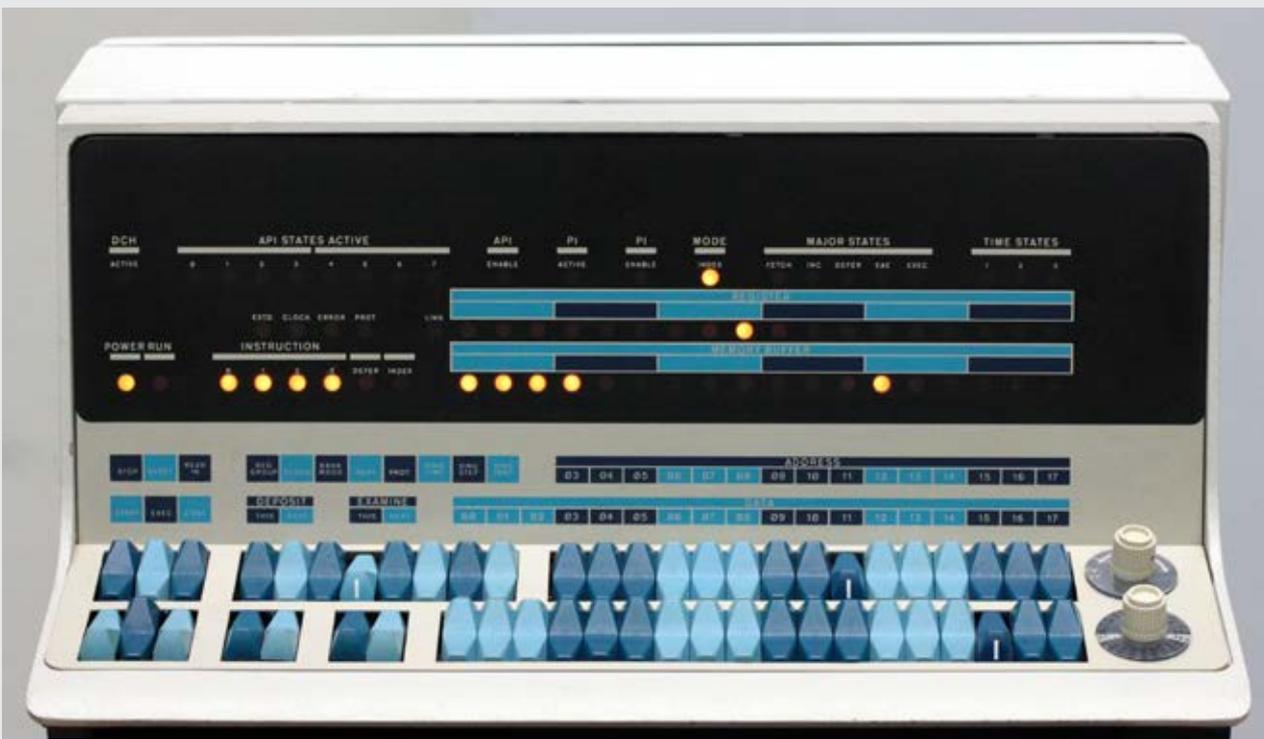
No fim do ano de 1971, o IPT realizou um convênio com a Superintendência Nacional da Marinha Mercante – SUNAMAM, com a intenção de atender as demandas da Marinha e da indústria naval brasileira. Como desdobramento dessa necessidade, o corpo técnico do Agrupamento de Engenharia Naval foi largamente ampliado.

Outras necessidades eram prementes: a confiabilidade nos resultados de experimentos e realizados no tanque de provas de embarcações e estruturas oceânicas, assim como a diminuição do prazo para obtê-los. A resposta a esse cenário foi a aquisição de um PDP-15, que havia sido lançado em fevereiro de 1970 pela Digital Equipment Corporation.¹¹

O PDP-15 foi o último modelo da série de *mainframes* com 18 bits produzida pela Digital Equipment Corporation. Fabricado entre 1970 e 1979, estava habilitado a processar as linguagens de programação *Fortran* e *ALGOL*.¹²



PDP-15. Crédito: Jason Scott © CC 2.0/Wikimedia Commons.



PDP-15 (detalhe). Crédito: Wolfgang Stief © CC 1.0/Wikimedia Commons.

Financiado pelo Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico¹³, ele foi adquirido por meio de comodato para o Agrupamento de Engenharia Naval pelas iniciativas de Paulo César Leone, tendo a liderança de sua operação sido atribuída ao engenheiro Jairson de Lima¹⁴.

A instalação do equipamento, que ocupava uma sala, viabilizou a aquisição de dados dos ensaios no tanque de provas em tempo real, a redução dos prazos para sua realização e a geração otimizada de relatórios¹⁵.

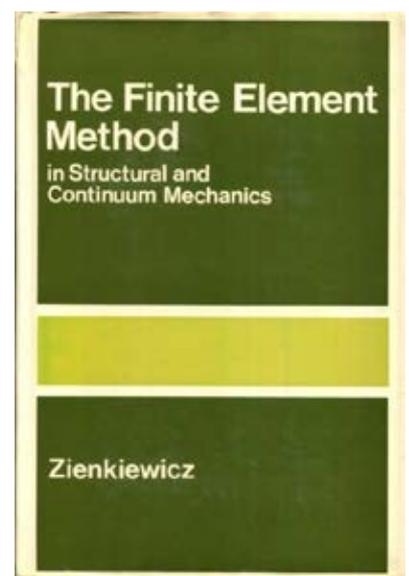
Pela primeira vez, uma equipe técnica do IPT poderia mobilizar seus próprios recursos computacionais para desenvolver soluções para as suas pesquisas e projetos. O acontecimento, que representava uma grande novidade para os profissionais do IPT, foi noticiado no Relatório de Atividades de 1973¹⁶.

A DIVISÃO DE ENGENHARIA CIVIL E O TERMINAL RJE CDC-734

Inspirado por suas experiências na Universidade de Harvard, onde concluiu um mestrado em 1969, o engenheiro Faiçal Massad foi um dos protagonistas desse processo. Membro da Divisão de Engenharia Civil, era estudioso das aplicações do Método dos Elementos Finitos na¹⁷ resolução de problemas de mecânica dos solos.

Com o surgimento dos computadores, as modelagens matemáticas conheceram grandes avanços durante os anos 1960 – precisamente enquanto Massad realizava seus estudos em Harvard. Ao regressar a São Paulo, em 1969, trouxe consigo o livro *The Finite Method in Structural and Continuum Mechanics*, publicado apenas dois anos antes pelo engenheiro e matemático Olgierd Zienkiewicz (1921-2009), que serviu como guia para o desenvolvimento dos primeiros softwares em *Fortran* pela Divisão de Engenharia Civil.¹⁸

Fortran é uma linguagem computacional utilizada para o processamento de dados científicos e para análise numérica. Seus programas computacionais eram utilizados para aplicações nas áreas científicas e nas engenharias – incluindo o Método dos Elementos Finitos. A linguagem foi criada pela IBM e operacionalizada com sucesso pela primeira vez em 1958.



Capa da 1ª edição do livro *The Finite Element Method in Structural and Continuum Mechanics*, de O. Zienkiewicz. Crédito: Reprodução.

Entre 1969 e 1971, Faíçal Massad publicaria dois trabalhos acadêmicos¹⁹ em colaboração com o engenheiro civil Padraic Cathal Dunne (1916 – 2010), professor do Departamento de Aeronaves do Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA.²⁰ Ainda em 1971, Massad, entusiasta de suas aplicações, convidaria Dunne para ministrar um primeiro curso sobre Método dos Elementos Finitos no IPT. Concorridas, as aulas foram assistidas por dezenas de participantes²¹.

Como estímulo aos estudantes e engenheiros recém-formados – vindos, sobretudo, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – onde também era professor – Massad organizou um Grupo de Matemática Aplicada à Geotecnia, composto pelos engenheiros civis Milan Müller (1949 – 1989), Clóvis Benvenuto (1950 – 2023), Waldemar Bon Júnior e Ely Bernardi, quatro técnicos e um estagiário. Posteriormente, o grupo daria origem ao Agrupamento de Sistemas Computacionais.

Um dos primeiros programas utilizados para processamento do Método dos Elementos Finitos foi o SAP IV, lançado em 1973 por K.-J. Bathe, E. L. Wilson e F. E. Peterson²², que permitiu desenvolver novos algoritmos e programas relacionados aos Elementos Finitos, provendo, portanto, avanços significativos no campo da Mecânica Computacional.²³

Além do SAP IV, que era utilizado para o cálculo de tensões e deformações de estruturas de concreto e barragens, também eram utilizados o ISBILD para o cálculo de alteamento de barragens e o SSTAB para o cálculo de estabilidade de taludes.

O ASKA foi um software que também provocou impactos significativos – ele chegou ao IPT por meio das experiências acadêmicas de Waldemar Bon Júnior e de Milan Müller (1949 – 1989) na Universidade de Stuttgart, Alemanha, onde Müller, aliás, desenvolveu uma tese de doutorado sob a orientação de Johann Hadji Argyris (1913 – 2004), pioneiro no uso de métodos computacionais em engenharia civil.²⁴

Mesmo com o consistente trabalho desenvolvido a partir dos métodos computacionais, a Divisão de Engenharia Civil receberia o seu primeiro terminal de computador apenas em 1976. Era um *RJE CDC-734*²⁵ vinculado à rede da Control Data Corporation, que provia acesso remoto ao *mainframe CDC-6600* – inicialmente instalado em Washington (EUA), e, depois, no Rio de Janeiro.

A instalação do terminal de acesso remoto facilitou sobremaneira a utilização, pelas divisões técnicas do IPT, de softwares especializados para projetos de engenharia em áreas e especialidades diversas.

A proximidade e a facilidade de acesso ao computador, a partir desse momento, transformou processos de trabalho e pesquisa, inaugurando um novo episódio da história do uso da informática no Instituto, que passaria, a partir de então, a se integrar cada vez mais ao cotidiano dos pesquisadores.²⁶



Terminal RJE CDC-734. Autoria desconhecida. Fonte: Arquivo IPT.

O COTIDIANO NA “ERA” DOS *MAINFRAMES*

Mesmo antes de terem acesso a um computador próprio, as equipes técnicas do IPT já utilizavam computadores para processar dados de ensaios ou analisar modelos matemáticos. Isso era feito, entretanto, em computadores de outras instituições. Assim, no início da década de 1970, era necessário se planejar em acordo com a disponibilidade desses centros computacionais e levar em conta, sobretudo, o orçamento disponível para a contratação desse serviço.

Ainda que o Centro de Pesquisas Informáticas estivesse equipado com os computadores *Burroughs B1700* e *Cobra 400*, eles eram utilizados para atividades de caráter financeiro e administrativo caracterizadas pelo tratamento de grande volume de dados, enquanto áreas de engenharia necessitavam de mais precisão nos cálculos.²⁷

A maioria dos computadores de processamento científico utilizados pelos pesquisadores do IPT pertencia a departamentos e unidades de ensino da Universidade de São Paulo: o centro computacional da Escola Politécnica possuía um *IBM 1620* e o Departamento de Engenharia Elétrica possuía um *IBM 1130*.²⁸ O então recém-criado Instituto de Física possuía um *IBM 360*.²⁹ Fora do campus da Universidade de São Paulo, eram utilizadas as centrais da Control Data Corporation, na Praça Franklin Roosevelt, centro de São Paulo, e do Banco Bradesco, em Osasco – também equipado com um *IBM 360*.³⁰

Além do fator orçamentário, os pesquisadores do IPT que quisessem processar os seus dados nesses computadores estavam, é claro, sujeitos às regras e protocolos de acesso: processamentos que envolviam as aplicações do Método dos Elementos Finitos eram muito

demorados e, por isso, o Instituto de Física, por exemplo, permitia que eles fossem realizados apenas durante a madrugada, como lembram antigos usuários.³¹



Cartões perfurados. Fonte: Arquivo IPT. Crédito: Renato Curto Rodrigues.

Os programas e dados a serem processados eram transmitidos aos computadores por meio de cartões perfurados. Isso ocorria a partir de um processo minucioso de perfuração de cada cartão, seguido de conferências igualmente minuciosas, a fim de evitar erros de interpretação pelos computadores. Em função da demanda volumosa e da minúcia requerida, essas atividades eram realizadas especificamente por perfuradores de cartões, que recebiam instruções diretamente dos engenheiros responsáveis pela criação dos programas.³² Uma vez perfurados, conferidos e ordenados, os cartões eram transportados em caixas até o centro computacional, onde eram entregues a operadores que providenciavam o processamento e entregavam os resultados.

A utilização de computadores permitiu que fossem realizadas análises que contribuíram para projetos de grandes obras de infraestrutura que, invariavelmente, transformaram a vida de milhões de brasileiros promovendo o acesso eficaz à energia elétrica ou à mobilidade urbana, episódios que ajudaram a inscrever o IPT no cotidiano da sociedade e na história das cidades brasileiras.

METRÔ DE SÃO PAULO

Os primeiros planos de construção do metrô de São Paulo datam de 1928, quando parte da cidade ainda era transitável a pé. Mas, o plano levaria décadas para ser implementado – em uma cidade, aliás, quase irreconhecível para colaboradores do antigo Gabinete de Resistência dos Materiais.

A operação do primeiro trecho da então Linha Norte-Sul, entre Jabaquara e Vila Mariana, foi iniciada em 14 de setembro de 1974 e, passadas cinco décadas, tornou-se um meio de transporte incontornável para a mobilidade e para a própria identidade econômica e cultural paulistana.

A construção da Linha Norte-Sul do metrô de São Paulo envolveu a participação de várias equipes técnicas do IPT e, além disso, se tornou um episódio importante para a história do uso de recursos computacionais.³³

A abertura de valas a céu aberto em trechos de implantação na Avenida da Liberdade, centro de São Paulo, despertou insegurança em relação à estabilidade do solo e à consequente possibilidade de que, com as movimentações da escavação, os edifícios do entorno tivessem suas estruturas afetadas, provocando acidentes graves ou perdas materiais.³⁴

Os engenheiros da Divisão de Engenharia Civil desenvolveram, para isso, um software que, por meio do uso do Método dos Elementos Finitos, permitia uma análise de dados a partir da cravação das estacas instrumentadas com aparelhos – como, por exemplo, um acelerômetro ou medidor de força –, capaz de gerar dados consistentes sobre as movimentações do solo em volta, as forças transmitidas pelo terreno às estroncas, entre outros fatores que possibilitavam a compreensão do comportamento do solo e dos riscos reais representados pela abertura das valas.³⁵

Os resultados de quatro ensaios realizados durante as escavações para a construção do metrô de São Paulo foram apresentados em estudo publicado pela *Construction Industry Research and Information Association* – CIRIA.³⁶

Em relatório sobre as atividades de assessoria tecnológica desenvolvidas em Engenharia de Solos e Geotecnia, em meados dos anos 1970, já se menciona a “grande repercussão” causada pelo “(...) recente desenvolvimento de técnicas de computador e de matemática aplicada em problemas de Mecânica dos Solos”.³⁷

O conhecimento acumulado sobre o solo paulistano se desdobraria, posteriormente, em outras ações de construção civil, como fundações de edifícios³⁸, estabilidade de taludes e escavações em túneis, para citar alguns exemplos. Em Engenharia de Estruturas, além disso, noticiava-se “o desenvolvimento de programas de computador” para cálculo com o Método dos Elementos de Contorno.³⁹

A paisagem urbana de São Paulo passou a ser transformada com grande velocidade nos anos 1970 pela construção civil, para além das grandes obras de infraestrutura.



Trem na altura da estação Portuguesa-Tietê, Linha 1 – Azul do metrô de São Paulo (antiga Linha Norte-Sul). Crédito: Edu Lyra/Pulsar Imagens.

Essa nova cidade surgia concomitantemente aos primeiros usos de recursos computacionais que, há meio século, proporcionaram segurança, precisão e economia de recursos, tornando o trabalho dos engenheiros do IPT um episódio indelével dessa história.

BARRAGENS PARA USINAS HIDRELÉTRICAS

Durante o governo de Getúlio Vargas, os rios brasileiros passaram a ser percebidos como recurso natural importante e vantajoso para o desenvolvimento do país, estimulando a promoção da hidroeletricidade e, já nos anos 1960, o Banco Mundial financiaria vários estudos a respeito do potencial hidrelétrico brasileiro, especialmente do Sudeste.⁴⁰ Estes estudos lastrearam os projetos para as construções de barragens para a instalação de hidrelétricas ao longo dos anos 1960 e início dos anos 1970.⁴¹

O IPT desenvolvia pesquisas em Geotecnia aplicadas às barragens desde os anos 1930 e, a partir dos anos 1950, passou a apoiar as instalações de usinas hidrelétricas realizadas pela Companhia Energética de São Paulo, sendo responsável pela supervisão do controle de compactação e instrumentação de maciços das barragens do Rio Tietê, Bariri (1958-1965), Ibitinga (1964-1969) e Barra Bonita (1952-1962).⁴²

Durante a década de 1960, com os avanços em pesquisas para a resolução de problemas de fundações sobre rochas de grandes hidrelétricas e a experiência acumulada nas obras das Usinas Hidrelétricas de Ilha Solteira (1966-1973), Promissão (1966-1975) e Capivara (1970-1978), construídas em barragens mistas de terra e concreto, o IPT foi requisitado para determinar propriedades de maciços rochosos na Usina Hidrelétrica de Itaipu, cuja construção foi iniciada em 1975 no Rio Paraná, na fronteira entre o Brasil e o Paraguai.⁴⁴

Um ano depois, em 1976, o Relatório Anual do IPT noticiava a instalação do Laboratório de Modelos Físicos Estruturais e o ensaio inicial do modelo de estrutura do contraforte do desvio da Barragem de Itaipu.⁴⁵



Usina Hidrelétrica de Itaipu. Crédito: Deni Williams © CC 2.0/Wikimedia Commons.

A Divisão de Engenharia Civil, por meio da aplicação do Método dos Elementos Finitos, analisou tensões e deformações da estrutura da barragem a partir de modelos reduzidos da barragem principal de Itaipu.⁴⁶ Com isso, possibilitou a proposição de soluções mais eficazes para os materiais disponíveis no Brasil.⁴⁷

Dentre as atividades em Engenharia de Solos e Geotecnia, mencionase o “(...) tratamento da fundação e o estudo do comportamento de barragens usando instrumentação e técnicas de computador.”⁴⁸

Durante a década de 1970, os pesquisadores da Divisão de Engenharia Civil contribuiriam também, a partir do Método dos Elementos Finitos, com os cálculos de tensões e deformações das barragens das Usinas Hidrelétricas de Salto Osório (1975), Foz do Areia (1977), Salto Santiago (1980), construídas no Rio Iguaçu, estado do Paraná, entre outras.⁴⁹



Usina Hidrelétrica de Salto Osório. Fonte: *História da engenharia geotécnica no Brasil: 60 anos da ABMS*. Crédito: Acervo Tractbel Engenharia.

Em 1977, o Agrupamento de Sistemas Computacionais da Divisão de Engenharia Civil do IPT desenvolveu, também a partir do Método dos Elementos Finitos, a primeira versão do software IPT-PERC, programado em linguagem *Fortran*, com o objetivo de analisar a percolação de água em meios porosos.



Usina Hidrelétrica de Foz do Areia. Fonte: *História da engenharia geotécnica no Brasil: 60 anos da ABMS*. Crédito: Acervo COPEL.

O software foi atualizado para o IPT-PERC.PC, já durante os anos 1980, em linguagem *Turbo Pascal 4.0*: segundo seu manual, o programa contava com “interfaces gráficas de entrada e saída [que] permitem desenvolver todo o processo de uma análise, desde a preparação da malha até a visualização gráfica dos resultados finais, num ambiente único, nos moldes de estações CAD.”⁵⁰

A experiência adquirida pelo IPT na construção de barragens repercutiu, aliás, em âmbito internacional, quando foi oferecida assistência computacional para os estudos que eram desenvolvidos pelo consultor e engenheiro Victor Froilano Bachmann de Mello

(1926-2009).⁵¹ Em 1977, Victor de Mello foi premiado com a *Rankine Lecture*, a mais prestigiosa conferência acadêmica realizada na área de Mecânica dos Solos. Para realizar os cálculos necessários para as barragens analisadas, Mello procurou o IPT, que utilizou o software ASKA para viabilizá-los.⁵²

Organizada anualmente desde 1961 pela *British Geotechnical Association*, a *Rankine Lecture* é realizada em homenagem a William John Macquorn Rankine (1820-1872), matemático e físico escocês pioneiro nos estudos em Mecânica dos Solos.

Intitulada *Reflections on design decisions of practical significance to embankment dams*, o estudioso reconhece os avanços significativos que os testes e os ensaios em Mecânica dos Solos haviam tido desde a década de 1950 pelas aplicações de recursos computacionais⁵³ e menciona a entusiasmada assistência recebida dos engenheiros que trabalhavam no “centro de computação” do IPT – referindo-se aqui à equipe da Divisão de Engenharia Civil.⁵⁴

Se as construções de barragens marcaram a paisagem dos anos 1970, as experiências do IPT na utilização de softwares para cálculos de deformações e tensões, reconhecidas por especialistas de renome internacional, também foram um marco importante da história da tecnologia da informação que, ainda percebida como novidade, passaria a fazer parte cada vez mais do cotidiano dos pesquisadores.

GARANTIA DE QUALIDADE EM LABORATÓRIOS

Os dados obtidos em laboratório são insumos para a tomada de decisões em processos, análises e transações. A participação de laboratórios em Programas Interlaboratoriais é recomendada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR/ISO/IEC17025): com isso, demonstram e comprovam sua proficiência por um processo externo de verificação e de validação de resultados encontrados, por exemplo, em ensaios e exames.⁵⁵



Laboratório do IPT. Fonte: Arquivo IPT.

Esses programas preveem que sejam feitas medições independentes de, ao menos, uma propriedade presente em amostras enviadas para um grupo de laboratórios, podendo-se obter, a partir disso, a compatibilização entre os resultados de dois ou mais laboratórios, a avaliação de métodos de ensaios e desempenho ou, ainda, a certificação de materiais de referência.⁵⁶



Laboratório do IPT. Fonte: Arquivo IPT.

O IPT criou o seu Programa Interlaboratorial já em 1976, a partir da implementação do Programa Tinta e Óleo e, no ano seguinte, já foram criados os programas de Papel para Embalagem, Papel para Impressão e Pasta Celulósica Branqueada. Em 1978, foi criado também o de Elastômeros, totalizando 37 ensaios realizados em três anos.⁵⁷

O primeiro software para o Programa Interlaboratorial foi desenvolvido em linguagem *Fortran* pela Divisão de Engenharia Civil do IPT em 1977. Datado de fevereiro de 1978, o manual do programa para a determinação dos *Scattergramas* dizia que seus objetivos eram local “dados de cada um desses laboratórios num mesmo gráfico (um gráfico para cada ensaio), dando ao interessado, rapidamente, o resultado geral alcançado.”⁵⁸

Esse gráfico era capaz de prover, por exemplo, a média aritmética dos resultados, sendo que uma cópia era emitida em seguida para todos os outros laboratórios participantes, com a identificação dos respectivos ensaios e outras informações relacionadas.⁵⁹

Durante os anos seguintes, o Programa Interlaboratorial foi expandido e, além disso, os softwares foram sendo atualizados com linguagens computacionais mais modernas e métodos estatísticos mais elaborados, tornando-se uma parte da história da presença da informática no Instituto há quase 50 anos.



Laboratório do IPT. Fonte: Arquivo IPT.

02

ANOS 1980

Durante a década de 1980, os *mainframes* permaneceram em destaque, mas passaram a dividir seu espaço com os primeiros microcomputadores – que, no entanto, ainda não dispunham da mesma capacidade de operar cálculos nos projetos desenvolvidos pelo IPT.

Em 1984 foi criado o primeiro Plano Diretor de Informática e, no ano seguinte, o Núcleo de Computação Eletrônica, marco importante para a história da informática no IPT.

Como veremos neste capítulo, os *mainframes* e, depois, os microcomputadores, que começaram a se fazer muito mais presentes, foram sendo cada vez mais mobilizados para resolução dos problemas de engenharia e gestão.

ANOS 1980

O terminal *RJE CDC-734* instalado na Divisão de Engenharia Civil em 1976 impactou de maneira sensível o cotidiano dos pesquisadores. Essa exclusividade, no entanto, não se alongou por muito tempo. Em 1981, foi instalado um novo terminal que provia acesso a um *IBM 4341* da rede da Intertec Serviços Ltda., computador que possuía cerca de dez mil comandos em *Fortran* para a manipulação de matrizes e desenho de mapas, além de processar grandes programas.¹

Assim, a inserção dos comandos, programas e dados deixou de ser feita por meio de cartões perfurados, passando a ser realizada por um teclado conectado a um monitor de vídeo interativo, onde os resultados eram apresentados – o que, à época, era uma novidade.²

Mas, no início dos anos 1980, várias outras divisões técnicas do IPT já haviam adquirido computadores para processamento de dados obtidos em laboratório e apoio a projetos. Os computadores eram, muitas vezes, atrelados a equipamentos laboratoriais e operados por técnicos das próprias divisões.

Quando se deparavam com problemas que exigiriam mais capacidade computacional, recorriam ao terminal de acesso remoto da Divisão de Engenharia Civil e apenas eventualmente às centrais computacionais externas ao IPT.³

Em 04 de julho de 1983, pesquisadores oriundos de diversas áreas técnicas constituíram uma Comissão Interna para diagnosticar a situação da informática no IPT. Isso incluía o mapeamento de necessidades e a proposição de estratégias para o desenvolvimento da área. O movimento originou o Plano Diretor de Informática⁴, que delineou prioridades e diretrizes que previam aquisição de um mainframe e a criação de um centro computacional para o IPT.

O PLANO DIRETOR DE INFORMÁTICA

O desenvolvimento da informática era um desafio importante para o IPT. Para abordar a questão, foram organizados seis grupos de trabalho⁵, além da Comissão para Seleção do Equipamento⁶.

O primeiro passo foi estabelecer o diagnóstico dos computadores utilizados em unidades técnicas e dos usos que lhes eram atribuídos. Computadores como o *PDP-15*, da Divisão de Engenharia Naval, e o *Burroughs B1700*, que cumpria funções administrativas, foram indicados como equipamentos saturados – cujo tempo de uso, aliás, em ambos os casos, já se aproximava de uma década.⁷

Além do acesso aos terminais remotos da Divisão de Engenharia Civil, as divisões tinham outros computadores que cumpriam funções mais específicas, como os *PDP/MINC (Modular Instrumentation Computer)* de 16 *bits*⁸ utilizados pelas divisões de Engenharia Civil e de Engenharia Naval para a aquisição de dados em laboratório e em campo.

| DIVISÃO DE ENGENHARIA NAVAL | DIVISÃO DE ENGENHARIA MECÂNICA | | AGRUPAMENTO DE ENGENHARIA TÉRMICA | CENTRO DE DESENVOLVIMENTO FERROVIÁRIO | DIVISÃO DE ENGENHARIA CIVIL ¹⁰ |
|---|---------------------------------|--|---|---------------------------------------|--|
| <i>PDP-15</i> <i>PDP/MINC</i> <i>HP-85A</i> | <i>PDP-11</i> <i>HP-9830</i> | | <i>HP-85A</i> | <i>PDP-11/34</i> | Terminal <i>RJE CDC-734 (RJE)</i> Terminais <i>Scopus TVA 1270</i> (via Intertec) <i>PDP/MINC</i> |
| DIVISÃO DE MINAS E GEOLOGIA APLICADA | DIVISÃO DE MADEIRAS | DIVISÃO DE ECONOMIA E ENGENHARIA DE SISTEMAS | SEÇÃO DE PROCESSAMENTO DE DADOS/COORDENAÇÃO DE RECURSOS FINANCEIROS E SISTEMAS DE CONTROLE DA DIRETORIA EXECUTIVA | | |
| <i>TEKTRONIX 4052</i> | <i>IBM-5110</i> | <i>POLYMAX</i> | <i>Burroughs B1700</i> <i>Cobra 400</i> | | |

Tabela 1. Computadores disponíveis em unidades técnicas do IPT, 1983.⁹

A Divisão de Economia e Engenharia de Sistemas se dedicava a desenvolver projetos de programação matemática, manipulação, mapeamento automático de informações, além de mobilidade e economia urbana.¹¹ Sua equipe técnica era também usuária dos terminais da Divisão de Engenharia Civil e de um minicomputador *POLYMAX* cedido em comodato.¹²

As equipes técnicas dos Agrupamentos que pertenciam à Divisão de Minas e Geologia Aplicada também utilizavam recursos computacionais para executar projetos. Em um *Tektronix 4052* (minicomputador com fita magnética e registrador gráfico que representava figuras tridimensionais, como perspectivas geológicas), utilizavam “inúmeros programas para resolver problemas de mineração, avaliar jazidas e processar dados levantados em sondagens geofísicas”.¹³ Segundo observado, esse equipamento chegava a ser usado por vinte e duas horas diárias, ficando sobrecarregado, o que obrigava a equipe a recorrer constantemente aos centros computacionais externos ao IPT.¹⁴

Ao constatarem o avanço do uso da computação por diversas unidades técnicas do IPT, que contrastava com as sobrecargas dos equipamentos disponíveis e a obsolescência de alguns deles, propunha-se a aquisição de um novo *mainframe*, possibilitando, assim, que os processamentos científicos fossem realizados internamente – o que geraria também uma economia de recursos financeiros.¹⁵

O diagnóstico mostrava que os usos da informática haviam sido estimulados por projetos oriundos de grandes clientes, tornando ainda mais necessário um computador que fosse capaz de responder à complexidade das novas demandas que surgiam.

A proposta principal era criar um centro computacional disponível vinte e quatro horas por dia para as equipes técnicas de todas as áreas do IPT – o que, inclusive, fomentaria um olhar multidisciplinar sobre a informática.¹⁶

Assim, esse Plano Diretor estabeleceu os programas de necessidades técnicas para cada um dos campos de aplicação da informática¹⁷, que veremos a seguir.

1. AUTOMAÇÃO E CONTROLE LABORATORIAL

O programa de Automação e Controle Laboratorial visava prover eficiência laboratorial necessária para responder ao aumento crescente da complexidade dos problemas e dos sistemas de engenharia, como a possibilidade de realizar ensaios estáticos e dinâmicos em componentes rodoviários e ferroviários, ou mesmo estruturas civis e oceânicas. Até então, o software estava disponível em computadores que já operavam no limite de suas capacidades.

Por isso, o Plano Diretor previa a aquisição de análises de dados e de sinais – estes últimos deveriam ser processados no computador central do IPT, enquanto dados laboratoriais continuariam sendo obtidos por cada unidade técnica.¹⁸

2. POLO DE APOIO CAD/CAM

O programa voltado ao Projeto e Fabricação Assistidos por Computador visava melhorar a produtividade e a qualidade dos produtos, tornando-os mais competitivos em relação ao mercado.¹⁹ Previu-se um Polo de Apoio CAD/CAM com equipes especializadas para o tratamento gráfico dos dados, processadores velozes e de alta capacidade, estações gráficas de trabalho com softwares, registradores gráficos (*plotters*) de alta precisão e a oferta de cursos de treinamento.²⁰ Além de estimular a adesão de pequenas e médias empresas à tecnologia CAD/CAM, os projetos internos também seriam beneficiados: um exemplo seriam os SGR – Sistemas de Resoluções Geométricas que, estando baseados em um computador HP-9830 com capacidade saturada, não podiam ser aperfeiçoados. Com novos recursos computacionais, este e outros projetos seriam retomados.²¹

3. PESQUISA OPERACIONAL

A implantação do programa de Pesquisa Operacional documentou a propagação do uso da informática nas unidades técnicas do IPT: cada vez mais utilizados para resolução de problemas e como alternativas econômicas mais interessantes, esse programa objetivou o planejamento estratégico dos sistemas técnico-econômicos, em que os pesquisadores contribuíam para a definição dos problemas, montagem e processamento dos modelos matemáticos e análise dos resultados.²² Antes, o processo exigia softwares sofisticados acessíveis apenas por meio de terminais de acesso ou centros externos, o que implicava

no dispêndio constante de recursos financeiros. Isso reforçava ainda mais a necessidade de criar um centro computacional para o IPT, como veremos adiante.

4. MODELAGEM MATEMÁTICA E SIMULAÇÃO DE PROCESSOS DE ENGENHARIA

A crescente complexidade dos sistemas de engenharia tornou central a metodologia de simulação matemática a partir de computadores – mais baratos, rápidos e precisos que alguns testes realizados em laboratórios experimentais. No início dos anos 1980, as unidades técnicas do IPT já desenvolviam e utilizavam programas computacionais para simulações matemáticas de componentes e sistemas, mas, de acordo com o Plano Diretor, algumas áreas haviam se desenvolvido com mais rapidez em função da “existência de modelos matemáticos na literatura ou “software” disponíveis.”²³

A modelagem matemática era utilizada nas indústrias química e de celulose e papel, nos projetos de barragens, na simulação de provas de carga em estruturas e construção civil, na simulação de percolação de água através de maciços de terra, no comportamento estrutural de taludes e em simulações da cravação dinâmica de estacas em plataformas marítimas de exploração de petróleo, entre outros diversos exemplos.²⁴

Essas aplicações encontravam barreiras importantes nos equipamentos disponíveis, que testemunhavam a necessidade de um computador com, por exemplo, terminais gráficos e suporte a programas utilitários – características que ampliariam os usos de modelagens matemáticas, ao mesmo tempo em que alinhariam o IPT às estratégias observadas nos centros de pesquisa globais.²⁵

5. PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÃO

O Plano Diretor previu as necessidades de aquisição, de armazenamento, de tratamento e disseminação em análises de sistemas, facilitando o acesso à informação tanto para os pesquisadores do IPT quanto para os setores industrial e de informática. As informações recebidas seriam classificadas entre as provenientes de fontes externas e as produzidas internamente, organizadas nos bancos de dados de Projetos, Ensaio e Análises, Imagens Iconográficas, Disseminação Seletiva de Informações e Clientes.²⁶

A CRIAÇÃO DO NÚCLEO DE COMPUTAÇÃO ELETRÔNICA – NCE

As necessidades percebidas por cada área de aplicação constituíram os argumentos para a aquisição de um novo *mainframe* e para a criação do centro computacional do IPT: surgiu, assim, o Núcleo de Computação Eletrônica – NCE²⁷, episódio incontornável para a escrita de uma história da informática no IPT.

Com a função fundamental de “abrigar, operar e manter o futuro equipamento de dados do Instituto”, o Núcleo disporia de uma equipe responsável pelos fluxos de trabalho, por materiais de consumo e por atividades administrativas.²⁸ Contaria, além disso, com um Conselho de Representantes dos Usuários que previa a participação ativa dos usuários de todas as unidades técnicas e da própria Diretoria Executiva.²⁹

O NCE não foi concebido como unidade geradora de receitas e gerenciadora de projetos, mas, isso sim, para apoiar projetos

desenvolvidos por unidades técnicas: deveria receber um “tratamento semelhante ao sistema telefônico, à biblioteca ou a um laboratório de uso comum”.³⁰

A criação do NCE representou, por fim, soluções para três problemas que, no início dos anos 1980, estavam no horizonte do IPT: criar uma independência em relação a terminais de acesso remoto e centros computacionais externos; viabilizar a retomada dos projetos interrompidos; e, por fim, difundir a cultura informática entre as unidades técnicas que não haviam incorporado a computação ao seu cotidiano de trabalho.³¹

O NCE representava, assim, uma mudança de paradigma em relação aos usos da informática, para além da aquisição de um novo *mainframe*: deveria ser um lugar de encontro para trocas de experiências e conhecimentos que fossem capazes de criar, por meio da informática, convergências entre as diferentes especialidades.

CYBER 170/720: UM COMPUTADOR PARA TODO O IPT

Como vimos no capítulo anterior, o primeiro computador a ser incorporado ao cotidiano de trabalho de uma unidade técnica do IPT foi o *PDP-15* do Agrupamento de Engenharia Naval, então vinculado à Divisão de Engenharia Mecânica. Os computadores adquiridos durante a segunda metade da década de 1970 e o início da década de 1980, conquanto pertencessem formalmente ao Instituto, tinham seus usos atrelados às necessidades específicas das unidades em que estavam instalados. Não havia, assim, um uso integrado da informática – ainda que o terminal *RJE CDC-734* tenha dado início a essa mudança.

A partir do diagnóstico e do mapeamento das necessidades do IPT em relação ao uso da informática, o Plano Diretor estabeleceu os critérios técnicos a serem observados para a aquisição do novo computador.

A operacionalização deveria se dar por meio do processamento distribuído – ou seja, os equipamentos locais continuariam adquirindo e processando dados das áreas em que estavam instalados. Definiu-se, além disso, que deveria ter um processamento gráfico e interativo (CAD/CAM), por meio de terminais ligados ao NCE. Previa-se o processamento em *batch*, em que dados poderiam ser transmitidos dos laboratórios para o computador central por teleprocessamento.³² Deveria contar com memória suficiente para processar os “extensos programas de engenharia”: por isso, deveria ter 2,5 MB de memória central e 2,5 GB de memória em disco.³³



Cyber 170/720. Crédito: Acervo Taiwan Cultural Memory Bank.

Observado esse programa de necessidades, foi adquirido um *Cyber 170/720*, mainframe produzido pela Control Data Corporation. No fim de agosto de 1985, o IPT presenciou a chegada do novo computador em dois caminhões.³⁴ O cortejo, assistido animadamente pelos IPTeanos presentes, representava uma transformação importante: eles passariam a ter, enfim, acesso a um computador de grande porte próprio.

O acontecimento foi noticiado, inclusive, pela revista *Informações Internas*, publicada no IPT mensalmente durante a década de 1980, que discorria sobre as expectativas trazidas pelo *Cyber 170*: “(...) permitirá a instalação de até sessenta terminais, distribuídos nas instalações do Instituto. Graças à sua grande capacidade de memória e de cálculos, possibilitará o desenvolvimento de projetos de alto nível. (...)”.³⁵

Sua instalação levaria cerca de quatro meses para ser concluída. Foi inaugurado em 17 de janeiro de 1986 nas presenças de André Franco Montoro (1916 – 1999), governador do estado de São Paulo, e de Henrique Silveira de Almeida, diretor-superintendente do IPT.³⁶

A arquitetura do *Cyber 170/720* previa, segundo informa a descrição da própria Control Data, a liberação do “(...) processador central para as funções aritméticas e operacionais dos programas dos usuários”, implementada por um processador central aritmético de alta velocidade que estava associado a um conjunto de processadores periféricos com memória e unidade de processamento próprias, podendo executar, assim, atividades de entrada e saída de dados, além de funções típicas do sistema operacional.³⁷

A descrição do hardware do equipamento informa que possuía estação de trabalho para CAD/CAM, estação gráfica PLATO, subsistema de plotagem a quatro penas.³⁸ Além disso, previa o processamento de softwares em diversas linguagens computacionais.³⁹

A formação do Núcleo de Computação Eletrônica, inaugurado definitivamente em 1986, marcou o início de uma nova fase da história da informática no IPT. Na segunda metade da década de 1980, no entanto, os grandes mainframes passaram a dividir o espaço com os microcomputadores, que disseminaram e consolidaram, efetivamente, a centralidade da informática no trabalho das equipes técnicas.

A criação do NCE foi também matriz de outros programas e projetos associados aos usos da informática, como a criação de uma rede de microcomputadores vinculados ao *Cyber 170/720* e o Programa de Informática e Automação Industrial do IPT.

O PROGRAMA DE INFORMÁTICA E AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

No fim do ano de 1985, o IPT se ocupou em repensar e em reformular sua atuação junto à sociedade brasileira, buscando uma integração mais bem-acabada entre suas linhas de atuação e as necessidades e problemas enfrentados. O endereçamento dessas soluções se deu pela criação de quatorze programas, todos alinhados com o documento “Missão e Diretrizes Básicas” do Instituto.⁴⁰

Um dos programas estabelecidos foi o Programa de Informática e Automação Industrial, coordenado pelo engenheiro Luiz Eduardo Cerda Ortiz, que estava orientado a produzir conhecimentos aplicáveis ao desenho de soluções voltadas à produtividade industrial de manufaturas e produção de processos contínuos.⁴¹

O endereçamento dos problemas se deu a partir de subprogramas: o de Softwares, que englobava modelos matemáticos, simulações etc., de Automação Industrial, envolvendo aspectos de CAD/CAM mecânico e o desenvolvimento de componentes e sistemas, entre outros; Banco de Dados, que reunia dados técnico-econômicos e administrativos em 19 bancos de dados, além dos subprogramas de Teleinformática, de Automação de Serviços, de Inteligência Artificial e Engenharia do Conhecimento e Sistemas Especialistas. Havia, por fim, subprograma de Microeletrônica, que caracterizaria o IPT como usuário de componentes de microeletrônica, computadores periféricos e sistemas de aquisição de dados a partir do uso dos microcomputadores.⁴²

OS MICROCOMPUTADORES E A DISSEMINAÇÃO DA INFORMÁTICA

A partir da segunda metade da década de 1980, a difusão do uso de microcomputadores se refletiu entre as publicações internas do IPT, que passaram a veicular notícias, notas e reportagens sobre como sistemas de informação e automação impactavam o cotidiano e otimizavam serviços administrativos, planejamentos de projetos e obras e, de maneira mais ampla, auxiliavam na diminuição de custos e de tempo de execução.

Os periódicos, assim, são fontes documentais importantes para a compreensão dos impactos trazidos pelos usos da informática em projetos de naturezas distintas, como veremos a seguir.



Microcomputadores dos anos 1980 em exposição. Crédito: mikkelwilliam/iStock.

GESTÃO DO TRANSPORTE PÚBLICO EM PIRACICABA (SP)

Em 1986, a Divisão de Economia e Engenharia de Sistemas implementou a versão piloto do programa Sistema de Informações para Transportes Coletivos por Ônibus – Sitco em Piracicaba. O projeto visava “(...) promover o acompanhamento tarifário, medir oferta e demanda e avaliar o desempenho operacional econômico dos serviços municipais de transporte coletivo por ônibus.”. O gerenciamento de informações administrativas, antes feito manualmente, passou a ser automatizado: a implantação do sistema de informação em um microcomputador possibilitou que o acompanhamento tarifário e dos controles operacional e de planejamento fossem otimizados.

A experiência do programa piloto colocou em perspectiva, inclusive, que a aquisição de microcomputador, bases de dados, padronizações de relatórios e disseminação de conhecimento por meio de cursos e publicações seriam incontornáveis para a implantação de sistemas de informação.⁴³



Ônibus na cidade de São Paulo. Fonte: Arquivo IPT.

PLANEJAMENTO E OTIMIZAÇÃO NA EXPLORAÇÃO DE MINÉRIOS

Em maio de 1987, a Divisão de Minas e Geologia Aplicada – DMGA comemorava meio século de atividades no IPT. Os usos de recursos computacionais já haviam sido iniciados com a criação do Agrupamento de Geomatématica, unidade para o “apoio e a prestação de serviços para os agrupamentos da DMGA”.⁴⁴ A criação desse agrupamento teria sido uma iniciativa do Grupo de Geoestatística que, por sua vez, integrava o Agrupamento de Recursos Minerais da DMGA. Como uma das principais condições para sua viabilização, apresentava a necessidade de adquirir “uma infraestrutura em informática: terminais, microcomputadores, periféricos (“*data-entry*”), etc.”.⁴⁵

No fim dos anos 1980, ao informar suas atividades desenvolvidas em 1986, a DMGA já elencava o “desenvolvimento de softwares aplicados à geologia e mineração” e o “apoio à informatização de projetos e de empreendimentos mineiros”.⁴⁶



Exploração de recursos minerais em Lorena/SP.
Fonte: Arquivo IPT.

O Agrupamento de Geomatématica, por sua vez, foi noticiado pelo desenvolvimento de uma “coletânea de programas de computação aplicáveis à indústria mineral”. O objetivo era informatizar pequenas e médias empresas do setor mineral por meio da facilitação de acesso de suas equipes técnicas aos programas básicos de computador, trabalho que foi patrocinado pela Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, por meio do Programa de Desenvolvimento de Recursos Minerais – Pró-Minério.⁴⁷

Incorporada ao tema *Representações digitais e modelos computacionais em geotecnia e exploração mineral*, coordenado pelo geólogo Celso Tatizana, a computação digital era primordial, por exemplo, para a simulação de fenômenos naturais e para a modelagem de formações geológicas, impossível de ser realizada manualmente⁴⁸, o que viabilizava planejamentos mais eficazes para projetos de construção civil, de ocupação regional e de exploração de jazidas.⁴⁹

SOFTWARES PARA ENGENHARIA TÉRMICA

Na segunda metade da década de 1980, pesquisadores do Agrupamento de Engenharia Térmica, vinculado à Divisão de Engenharia Mecânica, desenvolveram um software para testar a adaptação entre combustíveis e combustores. Os dados inseridos e processados pelo programa mostravam, com crescente precisão, os resultados que seriam obtidos a partir da combinação testada, possibilitando a padronização dos cálculos.⁵⁰

Em 1986, foi desenvolvido também, em MS-DOS, o software Data, sistema de aquisição de dados que possibilitava a leitura simultânea de 120 variáveis e o início da automação dos laboratórios e ensaios de campo realizados pela Divisão de Engenharia Mecânica.⁵¹

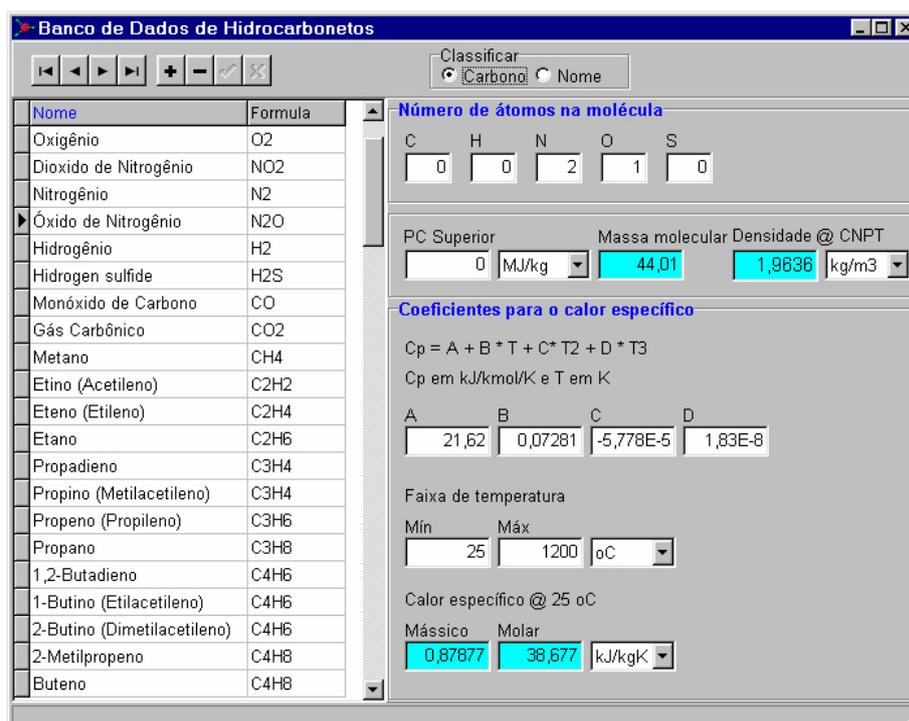


Imagem do software AComb5. Fonte: Arquivo IPT.

Em 1988, foi desenvolvida a primeira versão do software AComb 1, também em MS-DOS – mas, que já trazia consigo o conceito de janelas –, programa que calculava parâmetros relativos à combustão de sólidos, líquidos, misturas gasosas e misturas de combustíveis e permitia que o usuário trabalhasse com um sistema híbrido de unidades.⁵² O software continuou sendo desenvolvido e, no início dos anos 2000, já estava em sua quinta versão, o AComb 5.⁵³

INFORMATIZAÇÃO DA GESTÃO DE RECURSOS HUMANOS

A aplicabilidade da microcomputação, é claro, não se restringia ao desenvolvimento dos projetos por unidades técnicas e, para além dos pesquisadores, transformou o cotidiano dos trabalhadores do setor administrativo do IPT – que, como vimos no capítulo anterior, já contava desde 1974 com um *Burroughs B1700* e um *Cobra 400* para o processamento de dados administrativos e financeiros.⁵⁴

A Coordenadoria de Recursos Humanos congregava os serviços de seleção, contratação, folha de pagamento, férias, licença-prêmio, cartão de ponto e frequência, relatórios e gestão de informações gerenciais, que ficavam sob tutela de três departamentos. Com a intenção de qualificar e tornar a gestão das informações sobre os dois mil funcionários então ativos, a CRH anunciou, em janeiro de 1989, a adoção da microinformática como solução para acesso otimizado às informações relativas à gestão de recursos humanos do IPT. O Departamento de Administração de Pessoal adquiriu um microcomputador *Exato Pró* e os funcionários designados para operá-lo foram assessorados pelo NCE.⁵⁵

Desenvolvidos os primeiros sistemas de informação, no entanto, percebeu-se que seria necessária a aquisição de um microcomputador de configurações mais potentes. Optou-se, assim, pela aquisição do *PC-SP16/286* da Prológica, capaz de garantir a implantação continuada da informatização.⁵⁶

Como documentou a revista *Michro*, publicada à época no IPT, uma nova paisagem se formava: “se antes a preocupação era alojar milhares de documentos, agora era instalar corretamente microcomputadores – que vão se tornando, aos poucos, o cenário comum da CRH.”

Assim, no entardecer dos anos 1980, a consolidação dos usos da informática caminhava a passos largos. As aplicações em projetos, já conhecidas desde os anos 1970, passaram a dividir espaço com os microcomputadores – que abriram a possibilidade de uma aproximação cada vez maior com os usuários e com a própria vida cotidiana do Instituto.⁵⁷

INFORMAÇÕES QUE CIRCULAM: AS REDES E O IPT

A instalação definitiva do *Cyber 170/720* no NCE possibilitou a estruturação da primeira rede interna do IPT. Os computadores sediados nas unidades técnicas poderiam, assim, remeter dados coletados *in loco* diretamente para o processamento central.

Além disso, propiciou uma reformulação da política informacional interna, em que os dados, outrora descentralizados, passaram a ser organizados e disponibilizados em rede. Isso facilitou o acesso e a circulação da informação, a articulação entre as divisões técnicas e a integração com setores da pesquisa tecnológica industrial, conferindo ao IPT um papel estratégico na implementação de novos programas institucionais.⁵⁸

Para tanto, conforme previsto pelo Plano Diretor de Informática, foi necessário construir uma rede de terminais remotos internos que, conectados ao *Cyber 170/720*, poderiam fazer circular informações de maneira integrada. A rede poderia ter até dois dispositivos diferentes: terminais e computadores de laboratório – estes últimos, habilitados para a transferência de “grandes massas de dados”.⁵⁹ Posteriormente, os microcomputadores – que já totalizavam uma centena em 1987 – também foram conectados ao *Cyber*.⁶⁰

IPT CONECTADO: A REDE BITNET

No fim dos anos 1980, a comunicação entre computadores instalados em locais distantes caminhava a passos largos. Expressões como “correio eletrônico”, “lista de discussão” e “transferência de arquivos” representavam serviços que se tornavam parte do cotidiano e testemunhavam o início de um processo de integração informacional sem precedentes entre pesquisadores de todos os lugares do mundo.⁶¹

Em 1981, a Rede BITNET⁶² foi criada para interligar as principais universidades e centros de pesquisa globais. A partir de 1988, passou a ser operada em São Paulo por meio da Rede ANSP (acrônimo para *Academic Network at São Paulo*), instalada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP na USP, na Unicamp, na UNESP e no IPT.⁶³

A Rede ANSP permitiu que os pesquisadores tivessem acesso à BITNET: antes de a rede interna do IPT ser estabelecida, esse acesso era possível apenas por meio de algum dos terminais do *Cyber* ou pelos microcomputadores do Centro de Computação Eletrônica (antigo Núcleo de Computação Eletrônica – NCE) disponibilizados para usuários.⁶⁴

A BITNET foi antecessora da Internet, que chegou ao Brasil nos primeiros dias de janeiro de 1991, então com acesso provido pelo laboratório norte-americano Fermilab.⁶⁵ O IPT receberia o acesso à Internet em dezembro de 1994, mesmo ano em que começou a ser comercializada no Brasil. Antes disso, porém, alguns IPTeanos haviam criado outra “rede” para divulgar dicas e novidades sobre informática: era o boletim *Interface*, como veremos no próximo capítulo.

EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO EM ÁGUAS PROFUNDAS

Em dezembro de 1966, o Conselho de Administração da Petrobrás autorizou o início da prospecção de petróleo no mar, contexto em que foi autorizada também a aquisição da primeira plataforma, cujos trabalhos de perfuração foram previstos para serem iniciados no primeiro semestre de 1968. Com as crises globais desencadeadas a partir dos preços do petróleo, em 1973 e em 1979, a decisão mostrou-se estratégica – especialmente após a descoberta de petróleo na Bacia de Campos.⁶⁶ Em 1979, a Petrobrás e o IPT firmaram um convênio que previa suporte técnico e laboratorial do Instituto para os trabalhos de prospecção e produção em mar aberto. Almejava-se compreender como as plataformas se comportavam sob a ação de ondas, por meio de um ensaio em modelo reduzido em tanque de provas.⁶⁷

Em 1981, o IPT participou da introdução no Brasil do modelo de Equação de Ondas para o cálculo do comportamento de fundações. Associado à instrumentação dinâmica de estacas, a análise a partir desse modelo permite avaliar a capacidade de carga de estacas durante sua cravação ou recravação, constituindo-se no ensaio conhecido como prova de carga dinâmica e que foi aplicado em fundações de vários campos de exploração de petróleo em águas profundas.⁶⁹

Para a realização deste ensaio, aparelhos de medição, como acelerômetros e sensores de deformação, por exemplo, eram instalados próximo ao topo das estacas. Os aparelhos estavam conectados a um microcomputador *PDA (Pile Driving Analyser)*, que permitia estimar parâmetros de interesse como capacidade de carga ou até mesmo a integridade estrutural da estaca.⁷⁰

Os dados eram analisados por meio do software *CAPWAP* (acrônimo para *Case Pile Wave Analysis Program*), trazido dos Estados Unidos para atender a demanda da Petrobrás em controlar a execução das fundações de plataformas *offshores*. As análises numéricas dos dados coletados em campo eram realizadas pelos engenheiros da Divisão de Engenharia Civil⁷¹, com o apoio de um PDP/MINC⁷² de 16 *bits*⁷³ e do *Cyber 170/720*.⁷⁴



Vista aérea da Plataforma Petrobrás XVIII, Campo de Marlim, estado do Rio de Janeiro. Fonte: Arquivo IPT. Crédito: Petrobrás.

Anteriormente, o trabalho era realizado por empresas estrangeiras, gerando custos altos para a implantação das plataformas *offshore*. A introdução de recursos computacionais no monitoramento das cravações permitiu a otimização de custos e de tempo de todo o processo, que culminou na participação do IPT na implantação de outras 16 plataformas marítimas na Plataforma Continental, como Curimã, Ubarana, Atum, Caiobá e Camorim; e na Bacia de Campos, onde foram instaladas Cherne I, Namorado 2, Pampo 1, Carapeba, entre outras.⁷⁵

A partir de 1983, esses recursos foram introduzidos também nas fundações de obras portuárias e continentais. Três anos depois, o Relatório Anual do Instituto já mencionava a difusão nacional de softwares e hardwares para aquisição de dados durante a cravação instrumentada de estacas.⁷⁶



Cravação de estacas em águas marítimas profundas. Fonte: Arquivo IPT.

Em 1987, após acumular alguns anos de experiências com a cravação instrumentada de estacas, a Divisão de Engenharia Civil também desenvolveu o IPT CASE, software para a coleta e análise de dados obtidos por meio de estacas instrumentadas. Possuía módulo de aquisição instalado em um microcomputador *Apple II Plus*, que funcionava como um hospedeiro para o programa de digitalização e armazenamento em memória.⁷⁷

Uma vez sincronizados e ajustados, os sinais obtidos (velocidade, aceleração, tensão de tração etc.) durante a cravação de estacas eram calculados e analisados. O processo de análise se valia do método CASE – daí o nome do software –, que consistia em analisar a força e a aceleração máximas e mínimas, os valores máximos de tensão de tração e de energia e, enfim, a integridade da estaca.⁷⁸

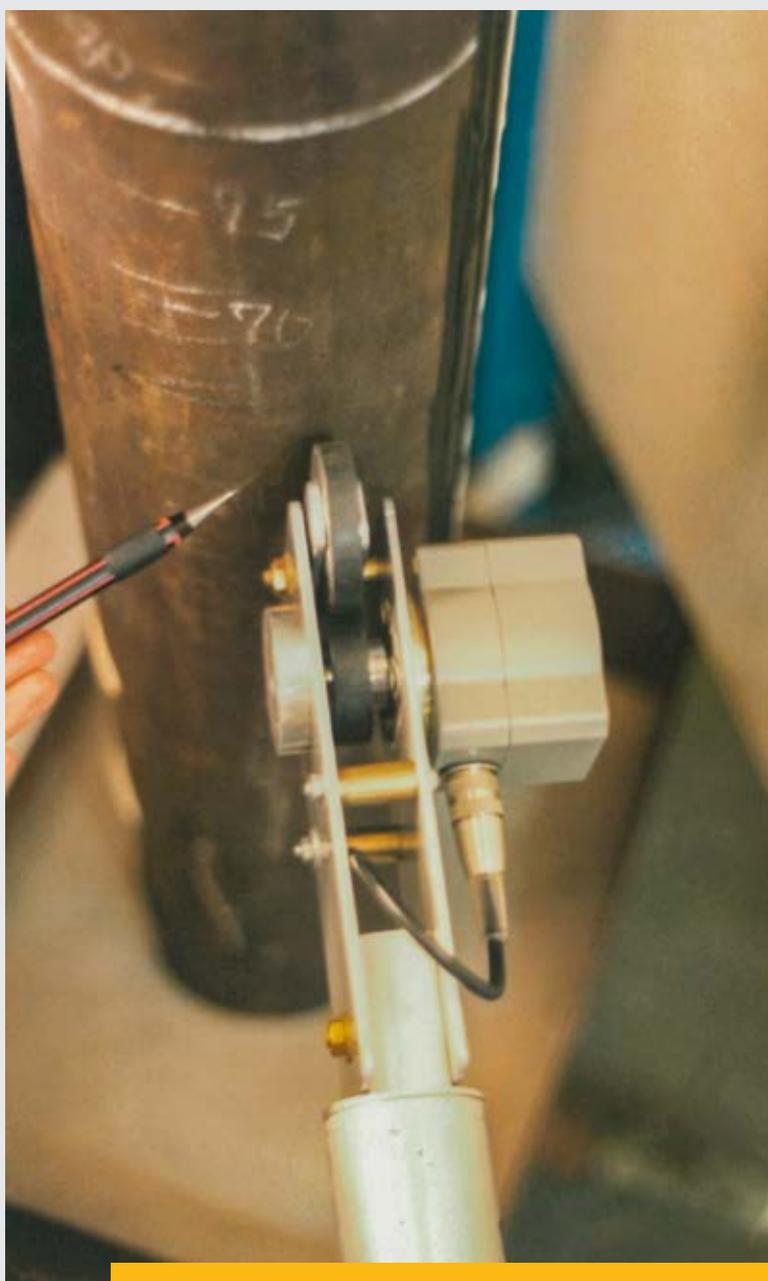
Com a expertise adquirida ao longo de vários anos no desenvolvimento de soluções que melhoravam a performance da cravação de estacas, permitindo otimizar os processos e diminuir custos para a exploração de recursos energéticos, o IPT participou ativamente, anos depois, da normatização deste ensaio, consolidada pela NBR 13.208/2007.⁷⁹



Cravação de estacas em águas marítimas profundas. Fonte: Arquivo IPT.

CAPACIDADE DE CARGA DE ESTACAS

Obras de engenharia civil requerem fundações sólidas, capazes de sustentar edifícios de grandes dimensões. Essas fundações são construídas por meio de diversos métodos, entre eles o de cravação de estacas, cuja capacidade de carga precisa ser aferida durante sua cravação. Em 1991, o IPT desenvolveu o Repicômetro, um sistema automático para medir a capacidade de carga de estacas a partir da análise do repique elástico: baseado em um microcomputador (*IBM-PC, XT, AT* ou outro compatível), registrava e processava sinais emitidos por sensores que descreviam os deslocamentos da seção instrumentada de uma estaca durante o processo de golpeamento do martelo de cravação. O sistema era composto por um software, que controlava a aquisição de dados e realizava análises, um dispositivo mecânico e um circuito eletrônico de interface com o microcomputador.



Repicômetro. Fonte: Arquivo IPT.

ESTABILIDADE DE TALUDES

A garantia de estabilidade de taludes é indispensável para obras de engenharia que envolvem a construção de aterros, barragens e encostas, evitando acidentes causados principalmente por deslizamentos. Em rodovias, por exemplo, esses acidentes trazem prejuízos de grandes proporções: além do risco à vida humana, podem impactar a logística de serviços básicos como o fornecimento de energia e o transporte de produtos.

A estabilidade dos taludes é, por isso, um problema central para a Mecânica dos Solos e, até os anos 1980, o IPT havia tido experiências significativas por ter lidado com diversos fenômenos na região da Serra do Mar – Via Anchieta, Rodovia dos Imigrantes, a encosta do polo industrial de Cubatão e em obras civis, como aterros e contenção de encostas.⁸⁰

Com o propósito de otimizar os recursos computacionais para a análise da estabilidade de taludes, e partindo da experiência com uma versão inicialmente criada em *Fortran* pelo IPT na década anterior, foi elaborado o software IPT-ESTAB1. Esse programa foi desenvolvido em linguagem *Turbo Pascal 2.0* para microcomputadores Apple, já acessíveis e utilizados por empresas de engenharia de pequeno porte que até então não tinham acesso a softwares para auxiliar a resolução de problemas relacionados à estabilidade de taludes no fim dos anos 1980.⁸¹



CD-ROM do software ESTAB 2.0. Fonte: Arquivo IPT.
Crédito: Renato Curto Rodrigues.

CARGAS SUPERPESADAS EM RODOVIAS

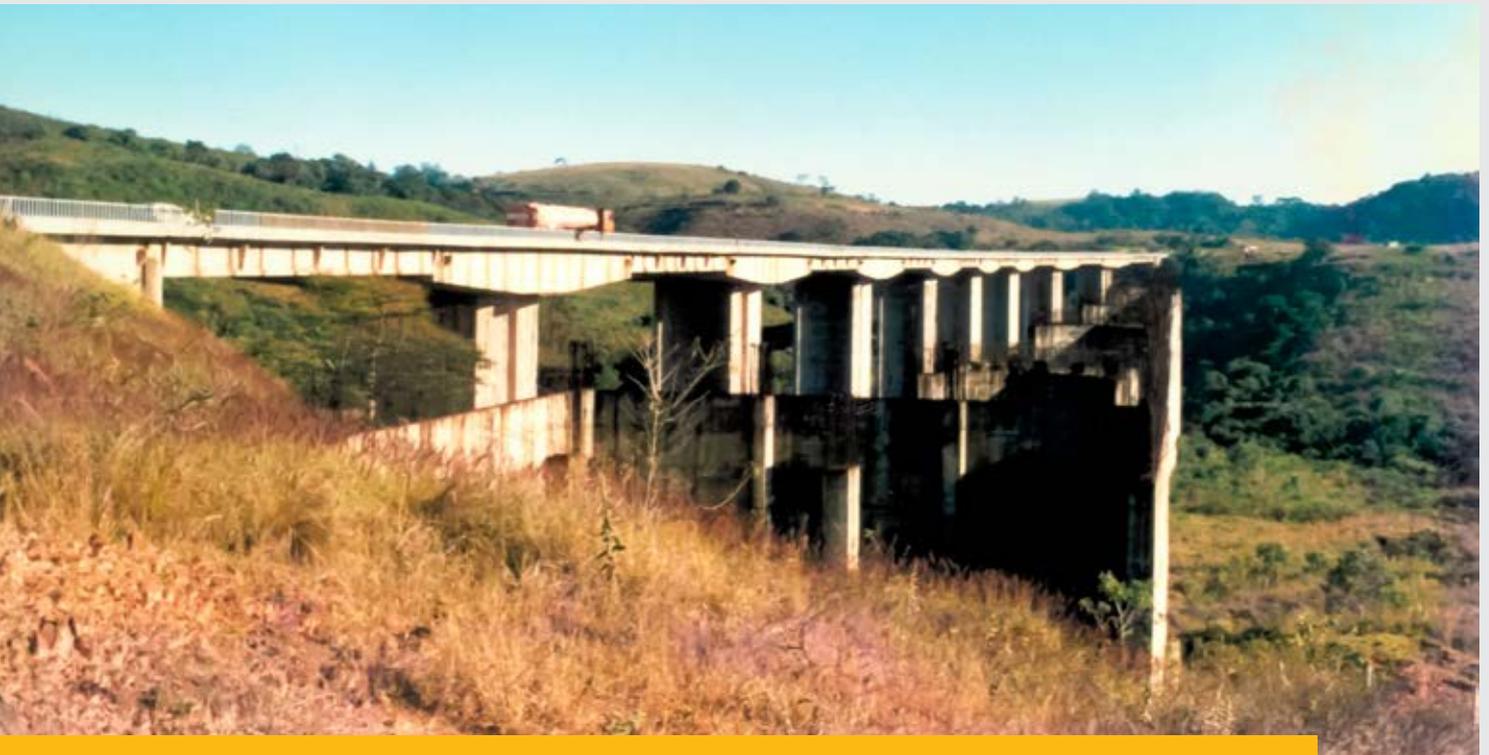
Como decorrência direta da industrialização, a circulação de cargas especiais tornou-se frequente em rodovias do estado de São Paulo. As cargas superpesadas (direcionadas à construção das usinas hidrelétricas, por exemplo) representavam um desafio importante para as obras de arte (pontes e viadutos) presentes nas rodovias, tornando-se necessário o controle de sua circulação a fim de garantir a integridade de suas condições estruturais.



Ponte sobre o Rio Laranja Doce, Taciba, estado de São Paulo (SP-421b-km 19,0). Fonte: Arquivo IPT.

Por solicitação do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – DER, pesquisadores da Divisão de Engenharia Civil desenvolveram um sistema para o cadastro, a inspeção e a análise estrutural dessas obras de arte, garantindo sua utilização adequada e uma vida útil maior.

O sistema permitia que o DER desse respostas ágeis para as solicitações de tráfego de cargas superpesadas, ao mesmo tempo em que mantinha as informações sobre as obras de arte atualizadas. O trabalho envolveu a inspeção de obras de arte para coleta de dados e o desenvolvimento de sistema para cadastramento e recuperação dos dados.



Viaduto na Serra de Botucatu, estado de São Paulo. (SP-280 - km 204,8). Fonte: Arquivo IPT.

Os dados coletados (ou fornecidos pelo DER) foram codificados e a análise estrutural realizada. Assim, foi possível criar um método e um sistema integrado para cadastro e análise das obras de arte em relação às cargas superpesadas em tráfego.⁸² O sistema foi denominado posteriormente Sistema Integrado de Gerenciamento de Obras de Arte – SIGOA.

03

ANOS 1990

O Plano Diretor de Informática, que estruturou a formação do Núcleo de Computação Eletrônica e a aquisição do *Cyber 170/720*, foi um passo definidor para a consolidação da cultura informática entre as diversas unidades técnicas e administrativas do IPT.

Nos anos 1990, os IPTeanos presenciaram a difusão do uso do microcomputador que, cada vez mais, era integrado aos processos de trabalho. Mas, além disso, como veremos neste capítulo, outros diversos episódios desse período foram marcantes para a história do uso da informática: o início do acesso à Internet, a criação da IPTNet, a criação de um primeiro site institucional e, além disso, o desenvolvimento de projetos em parceria com empresas privadas incentivados pela Lei de Informática.

ANOS 1990

OS MICROCOMPUTADORES

No início da década de 1990, os microcomputadores passaram a fazer parte da paisagem dos escritórios, bibliotecas e laboratórios do IPT, como documentavam, desde o final da década de 1980, as páginas da revista *IPT Importante*. Com frequência, eram reproduzidas fotografias de equipamentos e de seus usuários – publicização, aliás, muito diferente das tímidas notas publicadas sobre o *PDP-15* quase vinte anos antes.

Os *mainframes* e os minicomputadores, outrora centrais para processamentos de dados e desenvolvimento de projetos, foram, pouco a pouco, cedendo seu espaço. Iniciava-se, assim, uma nova relação dos usuários com a informática.

Os números ilustram a difusão dos microcomputadores: se havia uma centena disponível em 1987, já passavam de mil no fim dos anos 1990.¹ Assim, gerenciadores de bancos de dados, planilhas eletrônicas, processadores de textos e softwares disponíveis no mercado tornaram-se ferramentas de trabalho habituais para os IPTeanos – e, com isso, surgiram dúvidas comuns sobre suas aplicações e potencialidades: tudo, afinal, era uma grande novidade, e os recursos multiplicavam-se dia após dia. Mas, respostas não demorariam a surgir, como veremos a seguir.

DISSEMINANDO O CONHECIMENTO

Quando a informática começou a se disseminar, poucos IPTeans conheciam seus usos potenciais e recursos. Assim, tornaram-se comuns as trocas informais de conhecimentos e dicas. Tornou-se usual, aliás, que pesquisadores e funcionários recorressem a Cleudicir José Gaspar (1953 – 2018), da Seção de Informática em Construção Civil – SICC², que atendia pedidos de ajuda vindos de colegas de diversas unidades técnicas do IPT.

Percebendo as demandas crescentes por conhecimentos em informática, o pesquisador Paulo Roberto Campos Sardinha (1967 – 1994) sugeriu a seus colegas da SICC a criação do boletim *Interface* em março de 1991, com objetivo de “estabelecer um mecanismo de divulgação da informática”³.

Inicialmente planejado para circular apenas na Divisão de Construção Civil – DCC, logo tornou-se popular no IPT. Em outubro de 1991, já era lido por chefes de agrupamentos, pesquisadores, funcionários administrativos e estagiários, somando 76 assinantes.⁴

Paralelamente à publicação mensal, que passou a receber contribuições consistentes de pesquisadores de diversas áreas técnicas do IPT, a SICC passou a oferecer cursos sobre informática. Divulgados por meio do *Interface*, esses cursos contaram muitas vezes com a colaboração de instrutores vinculados às unidades em que estavam sendo ministrados.⁵

Em seus primeiros números, o boletim reunia, sobretudo, dicas relacionadas ao uso de programas e ferramentas para usuários inexperientes – como os antivírus – ou, ainda, o funcionamento das impressoras. Mas, além disso, eram publicadas notícias de eventos, como a Feira Internacional de Softwares – FENASOFT e os organizados pela Sociedade de Usuários de Computadores e Equipamentos Subsidiários – SUCESU.

Em julho de 1993, o *Interface* ganhou um novo visual e foi incorporado às publicações editoriais do IPT. Ao longo dos dez anos em que foi mantido em circulação, o boletim foi se transformando para atender necessidades e interesses dos usuários, que passaram a ficar mais familiarizados com os recursos da informática e suas potencialidades.

Assim, as orientações básicas para as operações de programas e equipamentos dividiam espaço com pautas editoriais mais sofisticadas, que ofereciam perspectivas sobre alguns temas centrais para áreas técnicas do IPT, como os lançamentos de novos softwares, ou das ferramentas disponíveis na Internet, comuns a partir da segunda metade dos anos 1990.

Passou a se ocupar também de assuntos que transcendiam o ambiente e os usos profissionais, dedicando-se a temas que tocavam os interesses da sociedade e, ao mesmo tempo, testemunhando, por exemplo, a disseminação da cultura informática no ambiente doméstico, tema ao qual dedicou um editorial em abril de 1995.⁶ A partir do ano seguinte, seu acesso foi disponibilizado na Internet para o público não-especializado, fazendo com que um conteúdo qualificado e atualizado sobre informática estivesse, enfim, ao alcance da sociedade.⁷



Boletim *Interface* em suas três versões gráficas. Fonte: Acervo da Biblioteca do IPT. Crédito: Renato Curto Rodrigues.

Essa preocupação em informar criticamente o público de usuários e demais interessados transcendia questões puramente técnicas. Um exemplo foi a publicação de um artigo dedicado a discutir a crise do Bug do Milênio, geradora de ansiedade social às vésperas do ano 2000.⁸

Assim, em 113 edições, o *Interface* elencou as principais questões, debates e tendências do setor.⁹ Sob múltiplos ângulos, o boletim ajuda a compreender o desenvolvimento da informática no IPT durante os anos 1990, sendo tanto um episódio importante dessa história quanto uma fonte documental para a sua escrita.

IPT CONECTADO: 30 ANOS DA INTERNET E DA REDE IPTNET

Pensar em desenvolver projetos e pesquisas e gerenciar relações de trabalho no IPT sem a Internet pode ser um exercício de imaginação muito distante para a realidade do século XXI. Mas, ainda que a história do Instituto remonte a mais de um século, o uso e o acesso à Internet se iniciaram há apenas três décadas – e, claro, também têm sua história.¹⁰

A INTERNET “CHEGA” AO IPT...¹¹

Foi em 07 de dezembro de 1994 que a notícia começou a circular em ofício emitido pelo Departamento de Computação Eletrônica: “Solicitamos divulgar na sua unidade que o acesso à Rede BITNET no IPT foi estendido para a Rede Internet, a nível mundial.”¹². Não seria um exagero propor que, se os anos 1980 foram marcados pela instalação do *Cyber 170/720*, os anos 1990 são lembrados, além da disseminação dos microcomputadores, pelo início do acesso à Internet.

A conexão do IPT ocorreria, em primeiro momento, por meio dos terminais conectados à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP: “(...) na prática isto significa que, em vez de o IPT possuir um endereço genérico para todos, será possível que cada elemento ou grupo passe a ter seu próprio endereço.”, explicava o *Interface*.¹³

O ofício do DCE informava que dois microcomputadores estavam disponíveis na Sala de Usuários, situada no térreo do prédio nº 56, para quem desejasse acessá-los – ainda com restrições, o acesso privilegiaria o “correio eletrônico” – ou e-mail – que funcionava no endereço geral do IPT: mailipt@dce01.ipt.br. Os usuários que desejassem se aprofundar nessa “ferramenta”, aliás, poderiam utilizar livros e manuais disponíveis na biblioteca.¹⁴

Hoje plenamente incorporada ao cotidiano, à época a Internet representava uma grande novidade para os usuários da informática. Era, aliás, preciso explicar do que se tratava: a autora do ofício, Marina Michiyo Sugaya, então chefe do DCE, se preocupou em anexar um artigo que exclamava: “A Internet é a mais fantástica forma de organizar e utilizar o “oceano de informação” que vem sendo acumulado pela humanidade e que cresce vertiginosamente”.¹⁵

...O IPT “CHEGA” À INTERNET

Ainda em 1995, na edição do mês de julho, foi o *Interface* que informou à comunidade IPTeana que a história do Instituto, as suas capacitações técnicas e eventos programados poderiam ser conhecidos por meio de seu site institucional, inaugurado no mês anterior: “O IPT já está atuando oficialmente com uma WWW (*World Wide Web*) própria”.¹⁶

O primeiro site foi criado como um desdobramento do Projeto WWW, desenvolvido na CERN¹⁷ pelo cientista da computação britânico Tim Berners-Lee, que o hospedou em seu computador *NeXT* em novembro de 1990. Em 30 de abril de 1993, o código-fonte WWW foi colocado em domínio público e, posteriormente, a CERN disponibilizou uma versão *Open Licence* para facilitar a disseminação do software, que inaugurou um novo episódio para a história da informação. Em 2013, a instituição lançou um projeto de recuperação e disponibilização do primeiro site publicado na Internet, incluindo sua versão original, que pode ser acessada nesse endereço: <info.cern.ch>¹⁸

UMA REDE INTERNA PRÓPRIA

O projeto para a implantação da rede interna do IPT foi iniciado pelo Departamento de Computação Eletrônica – DCE em 1990 com o objetivo de integrar e otimizar os recursos computacionais do Instituto, bem como de integrá-lo às redes existentes em âmbito nacional e internacional – assim, optou-se pela adesão a padrões globais como *Ethernet*, o sistema operacional *UNIX* e o protocolo de comunicação *TCP/IP*.¹⁹

Para a execução do projeto, previu-se o dimensionamento dos equipamentos servidores e acessórios necessários da rede, o encaminhamento de projetos de infraestrutura física e para obtenção de recursos, obras de adequação dos dutos para a fibra ótica e, por fim, o aterramento nos prédios que receberam os segmentos da rede, fases que foram sendo implementadas entre 1991 e 1995.²⁰

Em 1995, a aquisição dos equipamentos centrais de rede possibilitou que prédios fossem interligados e recebessem a instalação de hubs.²¹ O projeto daria origem à IPTNet, que fazia uso de fibras óticas e, por adotar os padrões *Ethernet* e *TCP/IP*, pode ser integrada à rede global com facilidade.²²

O ano de 1995 marcou a adesão do Brasil à Internet, tornando-se uma ferramenta que, aos poucos, ia deixando de ser restrita aos meios acadêmicos e de pesquisa.²³ No IPT, o interesse pela rede e suas potencialidades aumentava cada dia mais e, naquele mesmo ano, registraram-se 250 usuários no servidor central da rede IPTNet e 40 equipamentos conectados a ele.²⁴ No ano seguinte, já eram oferecidos cursos de formação sobre como acessar e trabalhar com a Internet e com a rede do IPT.²⁵

NOVOS PARADIGMAS PARA A INFORMÁTICA: A DITEL

Em 1995, foi criada a Coordenadoria de Informática e Telecomunicações que, dois anos depois, passaria à condição de Centro e, logo depois, de Divisão, dando origem à Divisão de Informática e Telecomunicações – DITEL, que marcou a história da informática no Instituto por ter promovido um importante debate sobre quais deveriam ser os critérios norteadores sobre o papel que os setores de informática deveriam cumprir: permanecer atrelados às divisões técnicas como

unidades de apoio ao desenvolvimento de projetos ou se poderiam ser reunidos em uma unidade independente, tendo autonomia para a prospecção de clientes e para a proposição de projetos.

As perspectivas geraram debates e, claro, inevitáveis dissensos: assim, a DITEL foi criada, mas, ao mesmo tempo, diversos grupos se mantiveram vinculados às suas unidades técnicas de origem. Ambos passaram a desenvolver projetos impulsionados pela Lei de Informática brasileira: à DITEL coube, por exemplo, o desenvolvimento de projetos em parceria com empresas como a *Alcatel*, a *Unisys* e a *Sony*.

O IPT E A LEI DE INFORMÁTICA

Criada em 1991, a Lei de Informática (Lei nº 8248, de 23 de outubro de 1991) respondia à necessidade de melhoria da competitividade das empresas de tecnologia da informação no mercado interno e global, projetando o Brasil no comércio mundial. Para viabilizar o alcance desses resultados, a Lei concedia incentivos fiscais e viabilizava parcerias entre institutos de pesquisa, universidades e empresas, fomentando atividades de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia da Informação.²⁶

Nesse contexto, as divisões técnicas do IPT desenvolveram projetos incentivados nas áreas de Sistemas Administrativos e de Gestão, de Internet e Multimídia, Telecomunicações e Automação (comercial, bancária e industrial) em parceria com empresas²⁷ que, ao longo de dez anos, investiram R\$ 352 milhões²⁸ em projetos com o IPT. Assim, o Instituto consolidou sua atuação no desenvolvimento de softwares, sites e outros produtos que testemunhavam a disseminação da informática no fim da década de 1990.²⁹

ENCICLOPÉDIA EM MULTIMÍDIA

Com a disseminação dos microcomputadores, em meados dos anos 1990, produtos que tinham recursos multimídia passaram a ganhar as prateleiras das lojas e livrarias. Muito diferentes das tradicionais enciclopédias – cujo formato foi concebido ainda no século XVIII por Denis Diderot e Jean d’Alembert – esses novos recursos eram atrativos para fins educacionais: assim, animações, gráficos, vídeos, áudios e hipertextos passaram a dividir espaço com publicações impressas: já em 1994, publicações em CD-ROM representavam 30% do total de vendas das livrarias paulistanas, com um potencial de crescimento de 100% ao ano.³⁰

Com projeto editorial da *Encyclopaedia Britannica* do Brasil e em parceria com a Itautec-Philco viabilizada pela Lei de Informática, o IPT colaborou com a criação da GeoPÉDIA, primeira enciclopédia geográfica multimídia em CD-ROM em língua portuguesa. Nesse contexto, foi formado um grupo de trabalho em Internet e Multimídia, composto por pesquisadores de informática na então Divisão de Engenharia Civil – DEC.

Nesse projeto, os principais objetivos eram a incorporação dos recursos de informática como a interface com o usuário, mecanismos de busca e de navegação, sincronismo de mídias, animações etc. – além de um site para a atualização do software.³¹ Além disso, o IPT capacitou e treinou equipes para o desenvolvimento de softwares que envolviam grandes bases de dados, recursos multimídia e computação gráfica.



Imagens da GeopÉDIA em uso. Fonte: Arquivo IPT.

A GeopÉDIA começou a ser desenvolvida em 1995 e foi lançada em julho de 1997, tendo sido comercializada pela Editora Britânica do Brasil. O projeto foi um dos destaques quando o IPT recebeu o Prêmio Finep 2002 de Inovação Tecnológica, pela categoria “Instituição de Pesquisa”.³²

GEOPÉDIA EM NÚMEROS

- 12.000 links com hipertexto;
 - 2.000 artigos;
 - 1.000 fotos (aprox.);
 - 800 mapas;
 - 250 bandeiras;
 - 220 países com dados estatísticos;
 - 180 hinos;
 - 110 itens de glossário;
 - 30 vídeos;
 - 10 animações gráficas;
 - 01 jogo educativo;
 - 01 globo localizador.

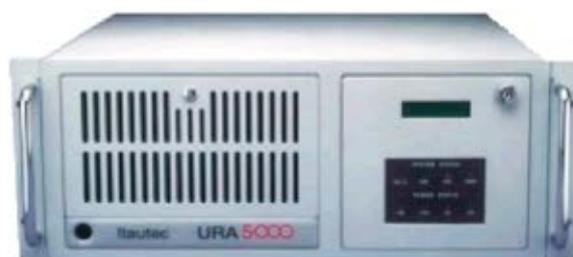


Embalagem e CD-ROM da GeopÉDIA. Fonte: Arquivo IPT. Crédito: Renato Curto Rodrigues.

INTERFACE COM USUÁRIOS E CLIENTES

A experiência do usuário está no centro das transações comerciais. A automatização de processos que facilitam a busca por orientações e serviços comerciais e bancários é, por isso, um caminho importante para qualificar e agilizar essa experiência. Em parceria com a Itautec-Philco a partir da Lei de Informática, o IPT desenvolveu softwares e aplicações para a automatização das rotinas de empresas e de bancos entre 1998 e 2001.³³ Para o sistema bancário, as aplicações criadas endereçaram a otimização da rotina para acesso de informações sobre produtos e clientes. Exemplos de hardwares e softwares para a automação bancária são *Cash* e cheque *dispensers*, equipamentos para depósito, ATMs e terminais.³⁴

Entre os principais produtos desenvolvidos nesse contexto, destacou-se a Unidade de Resposta Audível – URA, um conjunto de hardwares e softwares que permite acessar informações armazenadas em bancos de dados por meio de telefone ou fax-símile, em que são vocalizadas ou enviadas em forma de imagem. A URA foi integrada às rotinas do sistema bancário, tornando-se indispensável para *call-centers*.³⁵



Itautec URA 5000. Fonte: Arquivo IPT.

SITES COM RECURSOS INOVADORES

Entre o final dos anos 1990 e início dos anos 2000, empresas, organizações e instituições começaram a investir na criação de sites que reuniam descrições de produtos e serviços, conteúdos e informações comerciais relevantes: a Internet, afinal, era capaz de prover alcances inéditos de audiência. Em parcerias com empresas, viabilizadas por meio da Lei de Informática, o IPT elaborou diversos sites com inovações que representaram, à época, um novo episódio para a história do comércio digital no Brasil.

COMÉRCIO ON-LINE E LEILÃO VIRTUAL³⁶

Em parceria com a Itautec-Philco, o IPT desenvolveu o Itautecshop, o primeiro site a permitir que o usuário configurasse seu próprio equipamento e que inaugurou os leilões virtuais de produtos de informática no Brasil, onde o participante poderia, à distância, adquirir microcomputadores novos e usados, placas de rede, placas de fax, entre outros equipamentos disponíveis. Anteriormente associada apenas aos ambientes físicos, essa foi uma atividade comercial que, ainda no fim dos anos 1990, com participação direta do IPT, foi impactada pela Internet – o que, futuramente, representaria uma economia dos custos infraestruturais necessários à sua realização, por exemplo.³⁷ Inaugurado em 1997, o Itautecshop recebeu o prêmio INFO pela Info Exame em 1998 e em 1999. Além disso, foi listado entre os Top10 do Prêmio iBest nos anos de 1998, 1999 e 2000.³⁸

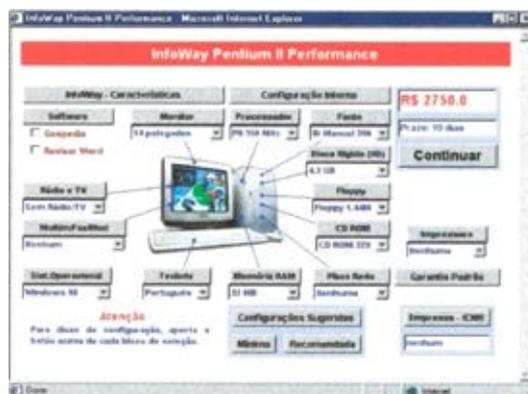


Imagem do site ItautecShop. Fonte: Arquivo IPT.

SIMULAÇÃO 3D DE AMBIENTES

Entre 1998 e 2001, o IPT também desenvolveu um site para a DECA, fabricante de louças e de metais sanitários, trabalho que envolveu os projetos gráficos e de estrutura do site, a catalogação completa dos produtos oferecidos pela empresa e um recurso virtual para simulação de banheiro em VRML (acrônimo para *Virtual Reality Modeling Language*).³⁹ O IPT desenvolveu uma simulação virtual de ambientes utilizada pela DECA na CASA COR 98, em VRML, e participou na edição seguinte do evento com a criação de apresentações em realidade virtual.⁴⁰ Além de impactarem visitantes, essas soluções permitiam a simulação prévia de espaços arquitetônicos, otimizando as etapas de elaboração de projetos e de recursos financeiros.⁴¹



Imagem do site DECA. Fonte: Arquivo IPT.



Imagem de simulação virtual apresentada na CASA COR 98. Fonte: Arquivo IPT.

SITES INSTITUCIONAIS E CORPORATIVOS

Os projetos desenvolvidos via Lei de Informática em parceria com a Itautec-Philco, uma das principais parceiras do IPT durante a década de 1990, possibilitou a capacitação das equipes para o desenvolvimento da arquitetura de informações para Internet. Assim, já no início dos anos 2000, o IPT reelaborou seu próprio site institucional e, além disso, se envolveria na criação de outros sites, como os da Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo (2004), que tinha um sistema de buscas integrado aos sites das entidades vinculadas, do Observatório de Ciência e Tecnologia (2004)⁴² e do Infotec, um portal de informações sobre inovação para micro e pequenas empresas.

4 ANOS 2000

A partir dos anos 2000, quando se iniciou o século XXI, a informática já havia conhecido um longo percurso no IPT – como pudemos observar nos três primeiros capítulos deste livro.

Com a disseminação dos microcomputadores e a profusão do uso da Internet e de seus recursos ao longo da década de 1990, tornou-se cada vez mais naturalizada para quem já poderia acessá-la: algo se torna “natural” quando se incorpora à vida social de tal forma a não provocar quaisquer estranhamentos.

Em um momento já muito distante dos grandes *mainframes*, a história do uso da informática no IPT, daqui em diante, ganha conotações que se tornam cada vez mais familiares para você, leitor deste livro.

ANOS 2000

Como vimos no capítulo anterior, o boletim *Interface* atravessou a década de 1990: por meio dele, os IPTeanos – e, depois, a própria sociedade – tomaram conhecimento sobre o rol de novidades, eventos, evoluções e debates sobre a informática.

Como uma fonte indispensável à escrita de uma história a respeito dos usos da computação, o boletim se reinventou quase ao ritmo do próprio desenvolvimento testemunhado pelos recursos da informática durante dez anos: editores de textos e planilhas e outros compilados de dicas aos usuários foram cedendo lugar a realidade virtual, multimídia, livros digitais e escaneamento 3D, temas cada vez mais presentes no cotidiano dos usuários do fim dos anos 1990.¹

Inicialmente impresso, o *Interface* testemunha uma intenção de circular conhecimentos entre usuários ainda muito pouco familiarizados com informática. Em 2001, quando foi publicada sua 113ª edição, o boletim comemorava o seu primeiro decênio e, de maneira desavisada, seu encerramento. Mas, entre a primeira e a última edição, permanecia um compromisso comum: “(...) A equipe do *Interface* espera continuar contando com textos, sugestões e críticas dos leitores e poder refletir, no boletim, as necessidades dos usuários IPTeanos”.²

Difundir conhecimentos básicos sobre informática para usuários, no alvorecer do século XXI, havia, afinal, deixado de ser uma prioridade: após uma década, os usuários estavam bem mais familiarizados

com os computadores e já tinham certa autonomia sobre suas potencialidades. Não seria exagero compreender que o encerramento do *Interface* seja justamente o cumprimento de sua missão: a cultura informática já estava consolidada entre os IPTeanos.³

UM NOVO < WWW.IPT.BR >

Os múltiplos recursos de informática que surgiram no final dos anos 1990, assim como a ampliação expressiva do acesso à Internet, impulsionaram a necessidade de reformar o antigo site do IPT, atualizando-o em suas funções e, especialmente, oferecendo novas possibilidades de interação para os usuários – tanto do Instituto quanto externos.

O novo site do IPT foi finalista do Prêmio E-Gov 2002 e, no ano seguinte, recebeu o 3º lugar na categoria Governo para Negócios (G2B) do II Prêmio de Excelência em Governo Eletrônico do E-Gov 2003. Neste mesmo ano, recebeu também a Menção IPT 2003.



Site IPT, c. 2001. Fonte: Arquivo IPT.



Site IPT, c. 2001. Fonte: Arquivo IPT.

Ao longo do ano de 2001, a equipe da Seção de Informática Aplicada – SIAp da Divisão de Engenharia Civil do IPT foi responsável por desenvolver um novo projeto gráfico e reestruturar sua base de dados. Assim, o site pode ser organizado em acordo com as necessidades de diversas áreas técnicas – incluindo informações gerais a respeito do IPT, que poderiam ser atualizadas e consultadas com mais facilidade.

Mas, como parte das novidades oferecidas, o novo site dispunha de recursos interativos, desenvolvidos com o objetivo de torná-lo mais atrativo ao público externo interessado em pesquisas, projetos e possibilidades de formação oferecidas no Instituto.

Ampliar o contato da sociedade com os trabalhos desenvolvidos pelo IPT foi, assim, uma das prioridades que alicerçaram a criação do novo site. Entre os recursos desenvolvidos para promover interface direta entre pesquisadores e o público externo foi o Bate-Papo Tecnológico, importante canal de difusão que, nos primeiros anos da década de 2000, promoveu acesso aos conhecimentos científicos e tecnológicos produzidos no Instituto.

PESQUISADORES CONVERSAM COM A SOCIEDADE

O Bate-Papo Tecnológico foi inaugurado em 14 de agosto de 2001, sendo a primeira iniciativa dessa natureza no Brasil. Durante uma hora, o convidado ficava à disposição para responder perguntas dos participantes via chat e em tempo real, e todo o conteúdo textual da conversa era disponibilizado no próprio site, para acesso posterior.⁴

Durante os seis anos em que se manteve na programação semanal do site do IPT, o Bate-Papo Tecnológico realizou mais de duzentos chats com diversos especialistas, gestores, pesquisadores e funcionários, que traziam perspectivas sobre habitação, biotecnologia, conservação de têxteis e reciclagem – para citar alguns exemplos de temas tratados.⁵

Novos diálogos se tornaram possíveis a partir da Internet, aproximando a sociedade de informações outrora quase sempre restritas ao universo dos especialistas.

O Bate-Papo Tecnológico representava, assim, um potente canal de comunicação sobre os projetos e as pesquisas desenvolvidos pelo IPT, em uma nova interface com a sociedade.

Mais de 5.000 participantes foram contabilizados durante o período de realização do projeto que, em 2004, foi um dos 39 finalistas do Prêmio Gestão SP – Inovação na Gestão Pública do Estado de São Paulo, tendo seu alcance social sido amplamente reconhecido.⁶

NOVAS PERSPECTIVAS PARA A INFORMÁTICA

Em 2005, o Instituto realizou uma reforma administrativa e organizacional importante, passando a ter suas competências técnicas reunidas em centros interdisciplinares que eram focalizados em prestações de serviços laboratoriais ou em áreas de negócios.⁷

Foi nesse contexto de transformações internas que o Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM foi criado, absorvendo as antigas atribuições da DITEL no IPT, assim como as equipes de informática até então alocadas nas divisões técnicas.

A criação do CIAM tinha a intenção de reunir competências para atuação conjunta com outras áreas do IPT – ou seja, junto aos novos Centros que também haviam sido criados paralelamente⁸ – para o desenvolvimento de novos projetos, pesquisas, tecnologias e aplicações de automação, mobilidade e tecnologia da informação.

Em uma sociedade já fortemente informatizada e que requeria soluções cada vez mais sofisticadas para que problemas complexos pudessem ser endereçados, o CIAM atuava como uma “resposta” do IPT a essas necessidades, oferecendo soluções que envolviam a aplicação de Sistemas Inteligentes em Rodovias, Segurança Pública e Digital, Governo Eletrônico e Sistemas de Telecomunicação e de Controle e Automação.

As soluções oferecidas no âmbito do CIAM estavam alinhadas com os objetivos do IPT em relação à área de Tecnologia da Informação

e Comunicação (TIC) de se aproximar do mercado e do Governo do Estado, ampliando sua participação em instâncias decisórias, debates, parcerias, entre outras iniciativas.⁹

Assim, neste capítulo e no próximo, veremos soluções desenvolvidas nos âmbitos do Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade do IPT, cuja atuação se estendeu até o ano de 2020.

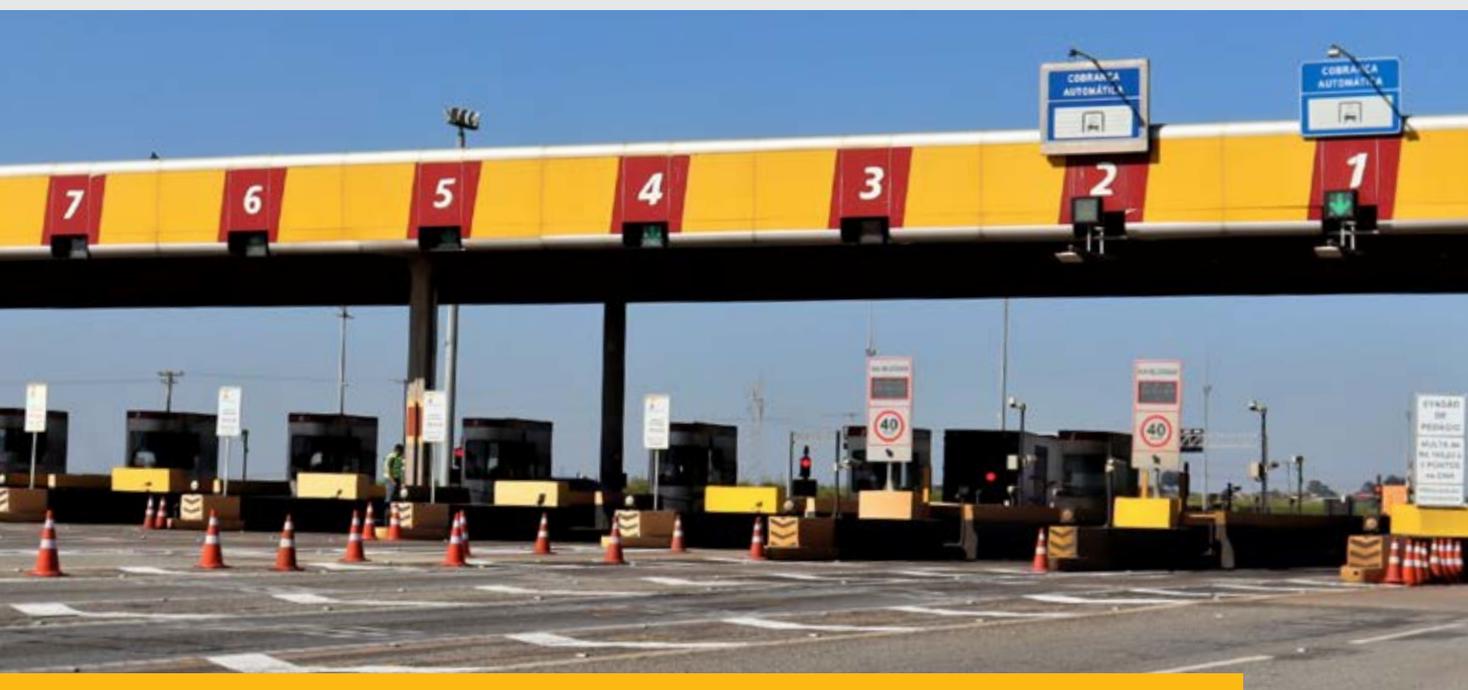
Se os primeiros capítulos se dedicaram aos 30 anos iniciais dos usos da informática pelo Instituto, os capítulos finais constroem um panorama sobre o desenvolvimento dos projetos, pesquisas e soluções relacionadas às múltiplas aplicações de recursos computacionais.

A diferença mais significativa, aliás, é representativa da própria difusão da informática e sua definitiva “naturalização” – o que é, por óbvio, um fator impeditivo de abordagens “totalizantes” sobre o tema. Como nenhuma história é total, o livro se dedica a construir uma narrativa possível, jamais definitiva, sobre a informática no Instituto desde o início dos anos 1970.

Assim, porquanto seja evidente que inúmeros projetos tenham se valido de recursos computacionais para serem desenvolvidos ou operacionalizados por outras unidades técnicas, a experiência do CIAM representa, aqui, um recorte necessário – que, no limite, pode ser um estímulo para pesquisas centradas nas experiências das demais unidades técnicas IPTeanas durante as últimas décadas.

AGILIDADE PARA USUÁRIOS EM RODOVIAS

A cobrança automática de pedágios foi implantada para agilizar e tornar as viagens em rodovias mais seguras: por meio de um sistema *wireless*, a cobrança é automaticamente realizada quando uma antena se comunica com a etiqueta eletrônica (*tag*) instalada no parabrisa do veículo, fazendo com que usuários não precisem necessariamente parar nas praças de pedágio.



Praça de pedágio em rodovia do estado de São Paulo. Fonte: Arquivo IPT.

Além disso, o sistema também auxilia as empresas que operam frotas de veículos, como companhias de ônibus e transportadoras, permitindo o controle das datas e horários em que passam pelos pedágios com precisão. Para viabilizar esse sistema de cobrança, hoje consolidado, o IPT atuou na Comissão de Concessão (precursora da ARTESP) para implantação desse sistema nas rodovias paulistas, tendo realizado inspeções iniciais e exploratórias e colaborado com as definições de modelos necessárias.

Àquele momento, a preocupação residia em ampliar o número de fornecedores e em estabelecer regras para a compatibilidade de produtos de diferentes fabricantes com os sistemas operacionalizados, além do sistema norueguês que já era usualmente utilizado pelas concessionárias.

O IPT foi responsável por criar o protocolo dual que passou a fazer parte do ecossistema de interoperabilidade dos equipamentos de cobrança automática, atualmente ainda em uso, bem como em avaliar a capacidade de adesão desses equipamentos ao protocolo, incluindo *tags* e antenas.¹⁰

Desse processo, resultou inicialmente a adoção nas rodovias paulistas do SEM PARAR, uma das diversas alternativas hoje disponíveis no mercado.



Placa indicando cobrança automática em praça de pedágio. Fonte: Arquivo IPT.

OPERAÇÃO INTELIGENTE DE RODOVIAS



Cabine de controle da Ecovias para monitoramento de rodovias. Fonte: Arquivo IPT.

Os milhares de quilômetros de rodovias, construídos para transportar pessoas e bens, conectar regiões e impulsionar a economia, trazem consigo desafios significativos para serem gerenciados e operacionalizados.

Desde o início dos anos 2000, o IPT desenvolveu soluções endereçadas aos problemas enfrentados por gestores públicos e por empresas concessionárias de rodovias paulistas, em cooperação direta com a Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transporte do Estado de São Paulo – ARTESP,¹¹ com o objetivo de qualificar a eficácia da infraestrutura de transportes, instrumentalizando-a em sua capacidade de prever e de responder às suas próprias demandas por meio dos Sistemas Inteligentes de Transportes (doravante, ITS¹²).

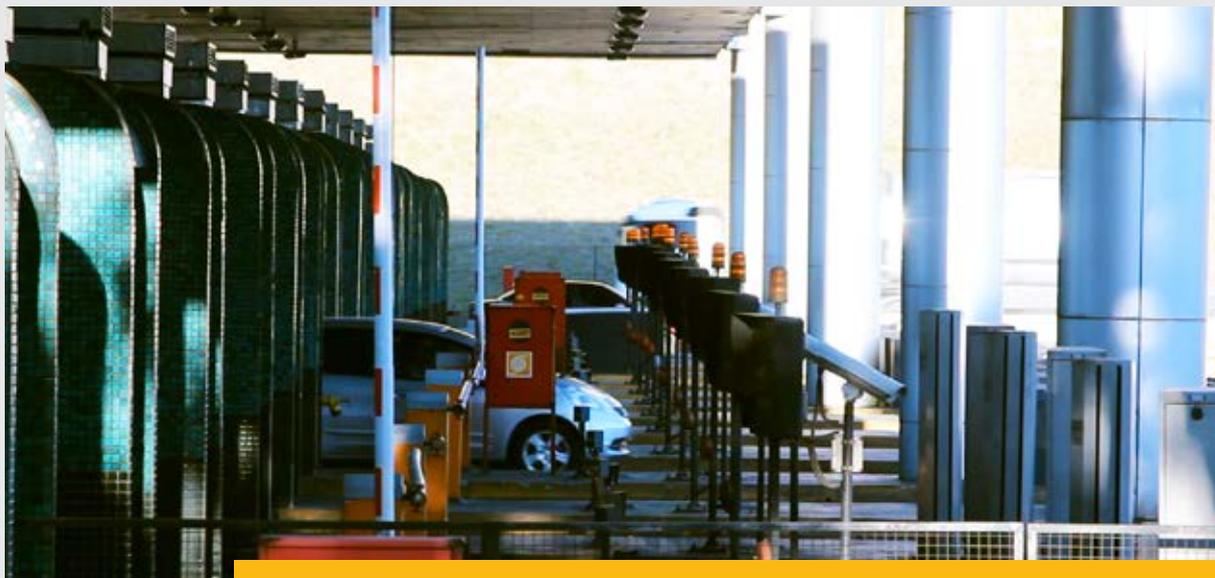
Segundo a Sociedade Internacional de ITS (*Intelligent Transportation Systems Society*), entidade ligada ao *Institute of Electrical and Electronics Engineers* – IEEE, os Sistemas Inteligentes de Transportes são aqueles que utilizam, com sinergia, diversas tecnologias (engenharia elétrica, eletrônica, tecnologia da informação e comunicação) e conceitos de engenharia de sistemas para desenvolver e implementar sistemas de transportes de quaisquer natureza.¹³

Compreendem, por exemplo, centros de controle multimodal e operações, sistemas de sinalização de trânsito, de monitoramento e de fiscalização remotos (e.g., câmeras, sensores, sondas e softwares), os gerenciamentos de estacionamentos, incidentes de tráfego e de resposta às situações emergenciais e, além disso, os gerenciamentos de pagamentos eletrônicos, de precificação dinâmica e de provisão de informações para usuários em tempo real.¹⁴

GOVERNANÇA NA ARRECADAÇÃO EM PRAÇAS DE PEDÁGIO

Em contribuição com a ARTESP, o IPT desenvolveu uma metodologia para a verificação tecnológica da governança de sistemas de arrecadação em praças de pedágio, tornando seu processo mais eficaz e seguro.

A partir dessa metodologia, foi possível verificar a qualidade dos serviços oferecidos pelas concessionárias, assim como analisar as infraestruturas operacionais e o modelo aplicado à arrecadação de valores recolhidos e repassados pelas empresas.



Praça de pedágio. Fonte: Arquivo IPT.

Esse trabalho, que resultou na publicação do artigo “Metodologia de Avaliação de Sistemas ITS Baseada em Normas de Governança com ênfase na qualidade do Sistema de Arrecadação de Pedágio”, por pesquisadores do CIAM, recebeu um prêmio no Salão de Inovação do 6º Congresso Brasileiro de Rodovias e Concessões – CBR&C 2009.¹⁵

TRANSPARÊNCIA NA GESTÃO DAS RODOVIAS

Também em colaboração com a ARTESP, o IPT foi responsável por homologar o Sistema MIP (Módulo de Informação de Pedágio) e os equipamentos em praças de pedágio que estavam sob gestão das concessionárias – as empresas, assim, puderam validar os seus produtos. Por meio do Sistema MIP, a concessionária reporta à ARTESP os dados sobre veículos e transações comerciais realizadas nas pistas e praças de pedágio. Os trabalhos do IPT resultaram na qualificação dos produtos das empresas privadas e contribuíram para a transparência e a confiabilidade de concessão pela própria agência reguladora, sendo essas homologações realizadas até hoje.

SISTEMA INTEGRADO PARA FISCALIZAÇÃO DE RODOVIAS

Como agência reguladora da concessão de rodovias do estado de São Paulo, a ARTESP é responsável por fiscalizar a atuação das empresas concessionárias – que, por sua vez, são responsáveis por fornecer informações coletadas pelos equipamentos ITS a respeito da circulação e velocidade dos veículos em trânsito.

Ainda que houvesse diversos sistemas para a obtenção de dados, no entanto, eles não conversavam entre si, gerando informações desconexas e, portanto, pouco otimizáveis.

Em 2007, as equipes do Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM do IPT se uniram para a criação de um sistema capaz de padronizar e integrar as informações obtidas por equipamentos ITS. O sistema foi chamado Módulo ITS – daí, o acrônimo MITS.

Ainda utilizado pela ARTESP, o MITS opera on-line e possibilita a fiscalização à distância e em tempo real das empresas concessionadas. Caso ocorram interrupções na prestação de serviços ou em outras situações adversas, são acionados alarmes ou alertas.

Assim, a automatização da obtenção dessas informações permite à agência reportar ao poder público de maneira direta e independente, além de disponibilizar essas informações aos próprios usuários – quando ocorrem eventos relevantes nas rodovias, por exemplo.¹⁶

FISCALIZAÇÃO DE TRÁFEGO

Em 2008, o Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM e o Centro de Integridade de Estruturas e Equipamentos – CINTEQ, também em parceria com a Fundação de Apoio ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas – FIPT, iniciaram uma colaboração com a Secretaria de Transportes da Prefeitura de São Paulo, com o objetivo de oferecer assessoria tecnológica à Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo – CET-SP.

As equipes do IPT foram responsáveis por realizar diversos testes com radares, incluindo avaliação de suas características técnicas e desempenho, auxiliando o poder público no cumprimento das exigências de editais de concorrência para a contratação dos serviços de fiscalização de tráfego junto aos fornecedores.¹⁷



Avaliação de radar em curso. Fonte: Arquivo IPT.



Radar implantado em rodovia do estado de São Paulo.
Fonte: Arquivo IPT.

Este primeiro projeto se desdobrou em outras quatro colaborações do CIAM junto à Secretaria Municipal de Transportes de São Paulo que se estenderam até 2013, onde foram avaliadas trinta e oito soluções para radares fixos e estáticos, barreiras eletrônicas, radares à laser e análise de cerca de dez mil imagens.

Em 2010, o CIAM foi contratado também pelo Departamento de Estradas e Rodagem do Estado de São Paulo – DER para oferecer assessoria tecnológica para a contratação de serviços especializados de fiscalização do tráfego.

Nos cinco anos seguintes, período em que foram desenvolvidos três projetos junto ao DER, foram testadas catorze soluções em cinco tipos de equipamentos: embarcados em veículos da Polícia Militar Rodoviária, barreiras eletrônicas, radares fixos, *Personal Digital Assistants* (PDAs) e radares estáticos, gerando mais de dez mil imagens analisadas.¹⁸

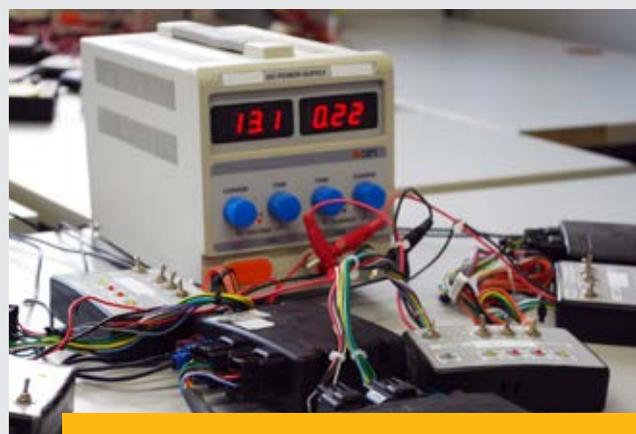
Esses projetos deram uma contribuição significativa para a capacitação dos fornecedores brasileiros e para a melhoria de seus serviços, hoje atuantes em todo o território nacional.

SEGURANÇA CONTRA ROUBO DE VEÍCULOS

Como resposta ao Sistema Nacional de Prevenção, Fiscalização e Repressão ao Furto e Roubo de Veículos de Cargas, o Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN criou o Sistema Integrado de Monitoração e Registro Automático de Veículos – SIMRAV, que previa as instalações de equipamentos eletrônicos antifurto integrados à arquitetura do veículo – e cuja remoção, aliás, impediria seu funcionamento.

Com a intenção de viabilizar a validação dos produtos oferecidos pelos participantes do SIMRAV, o DENATRAN criou uma Operação Assistida. Por meio dessa operação, todos os participantes do sistema – provedores de telecomunicações SMP, Anatel, fabricantes de SIM Cards, operadoras de serviços de monitoramento, localização e infraestrutura, fornecedores de equipamentos antifurto, fabricantes de veículos e importadores etc. – teriam a oportunidade de realizar testes de seus produtos em laboratório e em veículos.

A partir de agosto de 2009, esses testes foram assistidos pelo Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM. Suas equipes foram as responsáveis pelo acompanhamento de testes em bancadas, em campo e com veículos e pela análise dos resultados de cada etapa. O acompanhamento do IPT contribuiu, assim, para qualificar os sistemas e os procedimentos que poderiam viabilizar a implantação do SIMRAV.¹⁹



Equipamentos em testes no laboratório do SIMRAV.
Fonte: Arquivo IPT.

CONFIANÇA DO SISTEMA DE TRANSPLANTE DE ÓRGÃOS

A Central de Transplantes do Estado de São Paulo, vinculada à Secretaria de Estado da Saúde, foi criada em 1997. Possuía duas Centrais de Notificação, Captação e Distribuição de Órgãos (CNCDOs), sediadas em Ribeirão Preto e na capital, que recebiam dados sobre doadores de órgãos, receptores e de transplantes via correio ou fax, que eram inseridos via Sistema Access da Microsoft.²⁰

Entre janeiro e novembro de 2023, a Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo registrou a realização de 7200 transplante de órgãos, uma quantidade 7% superior em relação ao mesmo período do ano de 2022 e o maior número registrado desde 2018.²¹

Cada CNCDO, porém, possuía a sua própria base de dados, resultando em duplicatas e outros erros que prejudicavam o funcionamento do sistema. Mesmo após a unificação dessas bases com o programa *SQL-Server*, em 2001, os cerca de um milhão de dados exigiam profissionais habilitados, equipamentos adequados e uma logística muito eficaz para arquivamento de documentos.

Em 2006, com o propósito de melhorar a gestão do sistema de transplante de órgãos e diminuir o tempo de espera dos pacientes, a Central de Transplantes procurou o IPT por intermédio da Microsoft – que, à época, atuavam em parceria no Centro de Inovação Microsoft para a capacitação de jovens desenvolvedores de sistemas Web.

Junto ao Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto, o IPT desenvolveu um sistema para a inserção on-line de dados, o que dispensou formulários físicos e permitiu consultar pela Internet informações sobre os receptores, doadores, status dos pacientes e resultados de exames laboratoriais.



Sistema de transplantes implantado no Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto. Fonte: Arquivo Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto
Crédito: Assessoria de Imprensa do HCRP/Gilberto Soares Junior

Alcançou-se, com isso, maior agilidade na inserção de dados e, conseqüentemente, uma eficácia maior do sistema, que passou a ser descentralizado na medida em que todas as informações poderiam ser atualizadas pelas unidades de saúde por meio da Internet.

Com isso, a racionalização das informações contribuiu para consolidar a confiança e a transparência do sistema de transplantes de órgãos paulista. Inicialmente, o IPT treinou equipes de transplante de coração selecionadas em hospitais e, em seguida, estendeu o treinamento também para outros grupos. Posteriormente, esse processo serviu como modelo para o Sistema Nacional de Transplantes.

GESTÃO DE ÁRVORES URBANAS²²

Árvores urbanas detêm importância crucial para a qualidade de vida das cidades e para o ecossistema em que estão inseridas. Para muito além do embelezamento da paisagem e do conforto térmico, são fontes de serviços biológicos, como a umidificação do ar, a captação de águas pluviais e a absorção de gás carbônico.



Realização de tomografia em árvore urbana. Fonte: Arquivo IPT.

Mas, mesmo se compreendidas como parte do patrimônio natural, as árvores urbanas podem representar um importante desafio quando as suas quedas provocam prejuízos materiais relevantes para as cidades e seus habitantes.

Em 2003, após realizar um estudo sobre diagnóstico de cupins em árvores no bairro de Higienópolis, o IPT estabeleceu uma parceria com a Prefeitura Municipal de São Paulo e integrou a Operação Árvore Saudável, a partir da qual foram estabelecidos protocolos e modelos de cálculos que permitiam mensurar o risco de queda de árvores urbanas. Esse protocolo deu origem ao Sistema de Gestão da Arborização Urbana – SISGAU, primeiro software brasileiro para o manejo de florestas urbanas.

Nos dez anos seguintes, as equipes do Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM e do Centro de Tecnologia de Recursos Florestais – CT-Floresta do IPT desenvolveram quatro versões de um software para gestão de árvores urbanas em plataforma Web (Internet e Intranet) e smartphones, que recebeu o nome comercial de ARBIO. Já em sua segunda versão, o aplicativo é oferecido como serviço a diversas prefeituras municipais brasileiras e entidades privadas que precisam mensurar e prever os riscos de quedas de árvores.²³

Em setembro de 2012, o SISGAU recebeu o Prêmio Arborito da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana e da comissão organizadora do Congresso Brasileiro de Arborização Urbana na categoria “Pesquisa, Extensão e Tecnologia”.²⁴

RASTREAMENTO ELETRÔNICO DE PROVAS CRIMINAIS

O Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM desenvolveu, em parceria com a Motorola, um sistema para gerenciamento de provas criminais, que se tornaram rastreáveis à distância. A solução oferecia um Sistema de Monitoramento que, por meio de dispositivos eletrônicos RFID (*Radio Frequency Identification*), podiam acionar alarmes diante de irregularidades de movimentação de uma prova criminal no interior de uma Unidade de Perícia, onde era instalado um Sistema de Gestão Local que poderia estabelecer um banco de dados local (BDLocal) para registrar as movimentações internas e outros eventos relacionados, como o controle de entradas e saídas de provas sob sua custódia. Por fim, o Sistema de Gestão Central, instalado na Superintendência da Polícia Técnico-Científica, consolidava as informações de todos os BDLocais, tornando mais fácil e ágil a gestão das unidades espalhadas pelo estado de São Paulo, assim como como a geração de ordens de transporte interunidades, se ou quando requisitadas.²⁵

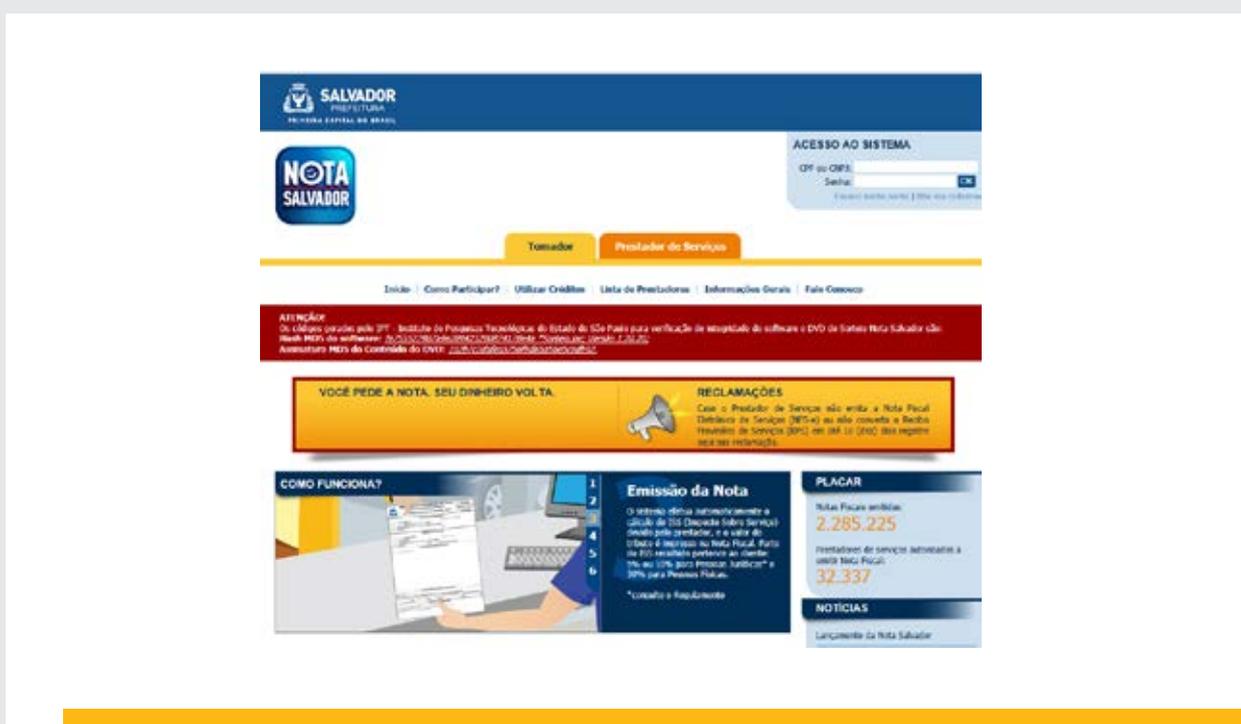


Dispositivo RFID. Fonte: Arquivo IPT.

CREDIBILIDADE EM SORTEIOS PÚBLICOS

Um dos objetivos do Programa de Estímulo à Cidadania Fiscal do Estado de São Paulo é estimular os consumidores a exigirem a Nota Fiscal Paulista, combatendo a sonegação de impostos, reduzindo carga tributária e contribuindo para a justiça fiscal. Em 2009, o Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM, em parceria com a Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo, desenvolveu uma metodologia de sorteio eletrônico das notas fiscais paulistas, que distribui prêmios aos participantes.²⁷

O software para sorteios eletrônicos de prêmios, desenvolvido em padrões abertos que geram números aleatórios confiáveis, foi registrado pelo IPT no INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial e recebeu o Prêmio de Estímulo à Inovação e à Produtividade Tecnológica do IPT, em 2015, e o Prêmio do Anuário TI & Governo, em 2011, do Fórum Editorial.



Tela do site Nota Salvador, Bahia. Fonte: Arquivo IPT.

Esse conhecimento adquirido estimulou o desenvolvimento de projetos análogos pelo CIAM, sendo o software original sempre adaptado e customizado de acordo com cada cliente.

Além da Nota Fiscal Paulista, o software foi utilizado para sorteios das Notas Fiscais Paulistana (2010-2012), da cidade de Salvador (2012-2014) e do estado do Paraná (2015). Posteriormente, também foi adaptado para sortear casas populares nas cidades matogrossenses de Cuiabá e Várzea Grande (2011-2012) e na cidade de São Paulo (2017) pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo – CDHU.

PROJETO GO4IT

Quando a Internet foi estruturada como uma rede mundial, compreendia-se que suas potencialidades atingiriam, sobretudo, universidades e centros de pesquisa. Por isso, sua estruturação se deu a partir do Protocolo IPv4, sistema que previa códigos de quatro números, variando de 1 a 256 ou a 255.

Entre 1980 e 2000, os usos da Internet se multiplicaram, no entanto, e os endereços que estavam disponíveis começaram a se aproximar da saturação. Prevendo esse cenário, passou-se a elaborar o Protocolo IPv6 que, em substituição ao anterior, seria capaz de aumentar os números de usuários da Internet e prover mais vantagens em termos de segurança de informação e de mobilidade.

Desde 2002, o IPT possuía uma Ilha-Piloto IPv6 para testes e pesquisas sobre o novo protocolo e, a partir de 2005, junto a outras dez

instituições europeias e asiáticas, o IPT integrou o Projeto GO4IT para desenvolver as ferramentas necessárias à sua adoção, que ocorreu efetivamente em 2012. O IPv6 ampliou os endereços disponíveis de 1 bilhão para 1 sextilhão por metro quadrado, contemplando, além dos computadores, aparelhos de TV, smartphones etc.²⁸

SEGURANÇA DE BARRAGENS

A ruptura de uma barragem pode causar acidentes de grandes proporções, provocando perdas humanas, danos à fauna e à flora e prejuízos materiais irreparáveis. Garantir sua segurança, por isso, é fator primordial ao longo de sua vida útil, processo que conta com diversos instrumentos de medição instalados na barragem.

Com apoio da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, o IPT desenvolveu, em 2003, um sistema de gestão e análise da instrumentação de barragens para a Duke Energy, empresa controladora das usinas distribuídas ao longo do Rio Paranapanema.

Inicialmente aplicado à barragem da Usina Hidrelétrica de Canoas I, inaugurada em 1999 e situada entre os municípios de Itambaracá (PR) e de Cândido Mota (SP), o sistema envolvia o armazenamento e a análise de dados de instrumentação, a coleta e a análise preliminar de dados obtidos na instrumentação em campo – realizada à época com os *Personal Digital Assistants* (PDAs), computadores de mão –, a transmissão remota de dados, armazenamento e tratamento de informações (inclusive históricas) e, por fim, previa a análise e a visualização gráfica dos resultados e das seções instrumentadas via Web. O sistema, então denominado Sistema Integrado de Gestão

de Segurança de Barragens – SIGESB, também direcionava os dados e facilitava a inserção em sistemas de análise de percolação e de estabilidade.²⁹

Entre 2005 e 2008, a partir dos resultados obtidos em Canoas I, esse sistema foi estendido também às barragens das demais usinas do Rio Paranapanema: Capivara, Chavantes, Rosana, Canoas II, Taquaruçu, Salto Grande e Jurumirim.³⁰

Ainda no que se refere à segurança das barragens, o IPT desenvolveu para a Sabesp, entre 2005 e 2007, o GIBWEB, um sistema de gerenciamento de instrumentação de barragens via Web. O GIBWEB foi elaborado a partir do aproveitamento de funções de uma versão anterior que havia sido desenvolvida para microcomputadores, inserindo recursos mais modernos para coleta de dados, análise e visualização de resultados, como os adotados nas soluções desenvolvidas para a Duke Energy.³¹



à esquerda: Pocket PC (computador de bolso) operando o SIGESB. à direita: Detalhe do software SIGESB em operação. Fonte: Arquivo IPT.

SISTEMAS DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS E GERENCIAIS

Entre o final dos anos 1990 e o início dos anos 2000, o IPT desenvolveu diversos sistemas de gerenciamento por encomenda da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP. O primeiro foi o Sistema de Informações Técnico-Gerenciais sobre Projetos de Pesquisa & Desenvolvimento, desenvolvido em 1998.

Três anos depois, foi inaugurado o Sistema de Informação sobre Atestados Técnicos – SIAT, base de dados digital de avaliação de desempenho de fornecedores. Em 2004, o IPT entregou o Sistema de Gestão de Atestados Técnicos – GAT que, integrado ao SIAT, provia nova metodologia para emissão e controle de atestados técnicos. Nesse mesmo ano, o IPT desenvolveu ainda o projeto conceitual para a criação de um Sistema de Gestão de Energia Elétrica.³²



Imagem do Sistema de Gestão de Atestados Técnicos – GAT. Fonte: Arquivo IPT.

05

ANOS 2010

Neste capítulo, que se aproxima de uma história do tempo presente, são apresentados projetos desenvolvidos no âmbito do Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM ao longo da década de 2010.

Sem pretender esgotar esse assunto, que não se encerra nos exemplos mencionados, propõe-se compreender estes projetos como vetores de aproximação entre a sociedade e as soluções tecnológicas construídas em seu benefício e que, como explorado nos capítulos anteriores, são capazes de gerar transformações substanciais.

ANOS 2010

A história da informática no IPT, como vimos nos quatro primeiros capítulos, remonta ao início dos anos 1970 e cumpre uma trajetória singular: desde a compra do primeiro *PDP-15* até a criação do CIAM, muitos acontecimentos ajudam a contar uma história da criação da cultura informática entre os IPTeanos.

Durante a década de 2010, a informática já se distancia enormemente dos *mainframes* instalados em salas com acessos controlados que dominaram a paisagem dos anos 1970 e 1980. Se essa diferença representa avanços tecnológicos que transformaram a relação entre a sociedade e a informação nos últimos 50 anos, ela testemunha – e documenta – uma transformação histórica.

Após percorrer meio século da história da informática no IPT, este capítulo apresenta os projetos que foram desenvolvidos, sobretudo, no âmbito do CIAM, aproximando-se da história do “tempo presente”: são apresentados projetos desenvolvidos a partir da tecnologia da informação que trouxeram impactos diretos ou indiretos à vida social, desde a gestão de desastres naturais até os Sistemas Inteligentes de Transportes e emissão segura de diplomas universitários.

Os exemplos, se nos ajudam a compreender múltiplos ângulos de atuação do IPT, também documentam a profusão e a complexificação dos recursos computacionais.

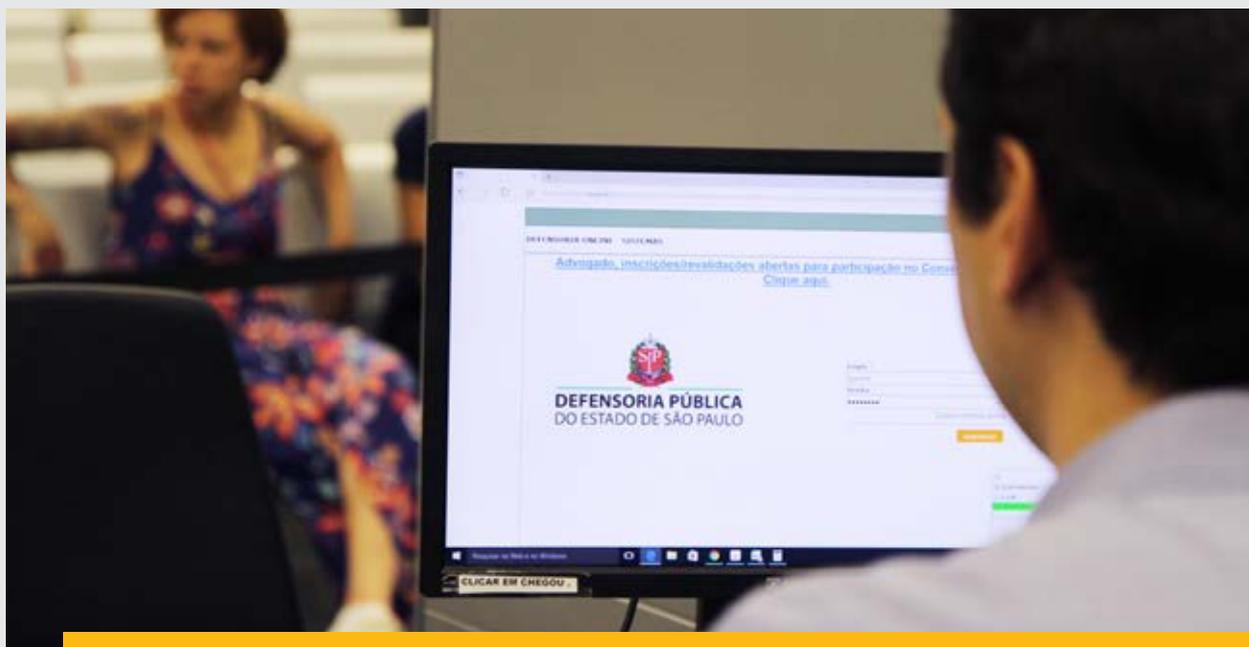
ATENDIMENTO AGILIZADO



Atendimento presencial na capital – Defensoria Pública do Estado de São Paulo. Fonte: Arquivo IPT.

Com o objetivo de oferecer assistência jurídica gratuita aos cidadãos em vulnerabilidade financeira, direito garantido pela Constituição, a Defensoria Pública do Estado de São Paulo foi criada pela Lei nº 988, de 09 de janeiro de 2006.¹ Realizando mais de um milhão de atendimentos anualmente, o órgão contratou o IPT para auxiliar na expansão de seu sistema de atendimento.

O trabalho do Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM, envolvia a padronização de processos, a unificação de todos os atendimentos realizados e a ampliação da infraestrutura de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), o que facilitaria o cruzamento e a obtenção de informações sobre processos pelos defensores públicos. Como solução, as equipes do CIAM desenvolveram a Defensoria On-line – DOL, plataforma que congrega diversos sistemas.



Sistema Defensoria On-line. Fonte: Arquivo IPT.

Além de reunir e armazenar informações dos usuários na própria Defensoria, também agrega os dados obtidos junto a outros órgãos públicos – como o Tribunal de Justiça – e a esfera privada, produzindo informações consistentes e estratégicas. Os sistemas DOL foram, ao longo dos anos, incorporando outras diversas atividades da Defensoria, como a indicação de advogados e processos de remoção de defensores e servidores.

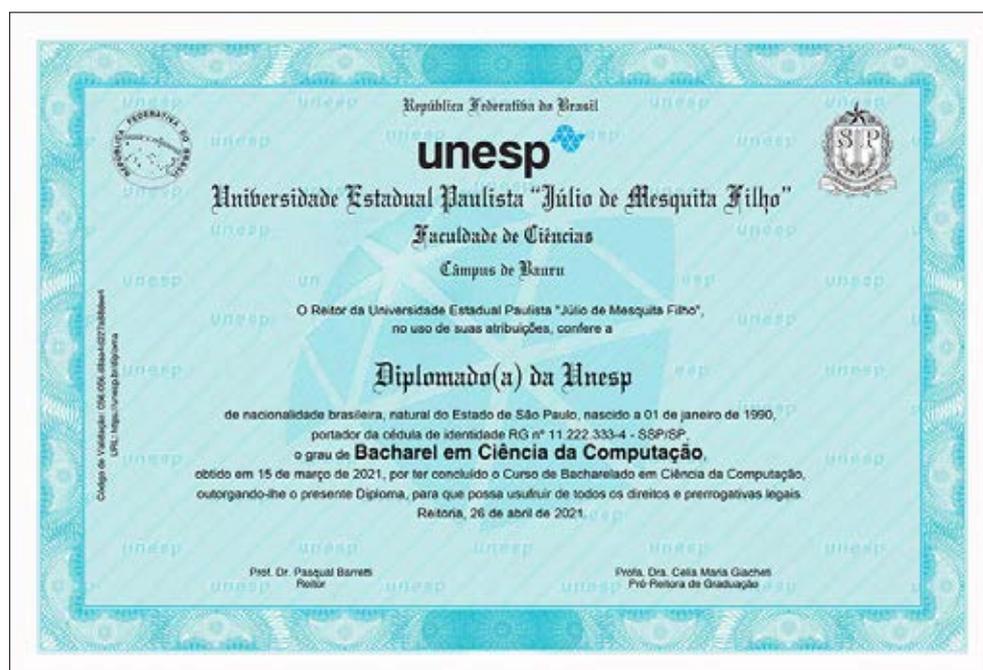
Implantado em todo o estado de São Paulo, o sistema on-line agilizou e proporcionou um aumento exponencial de atendimentos realizados pela Defensoria Pública. O benefício, é claro, se estendeu ao usuário, que passou a agendar previamente seu atendimento, o que otimizou o processo como um todo: o tempo de espera diminuiu cerca de 80% (de 50 para 09 minutos) e os atendimentos presenciais cresceram de 200 para 450 por dia.²

O IPT continua a apoiar a Defensoria Pública na modernização e na otimização de seus processos de trabalho e de atendimento até hoje.

SEGURANÇA PARA DIPLOMAS

A falsificação de diplomas de ensino superior é um problema histórico no Brasil, que traz riscos iminentes à sociedade e, no limite, desvaloriza e descredibiliza o próprio sistema educacional e o mercado de trabalho. Assim, o combate à venda de diplomas falsos (ou mesmo outros documentos, como históricos escolares) requer medidas preventivas que mitiguem ou impeçam essa prática criminosa.

Sendo parte desse contexto, a Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP solicitou, em 2010, o apoio da Casa da Moeda e do IPT para construção de um protocolo de segurança para emissão de diplomas, em que participaram pesquisadores do Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM e do Centro de Tecnologia de Recursos Florestais – CT-Floresta.



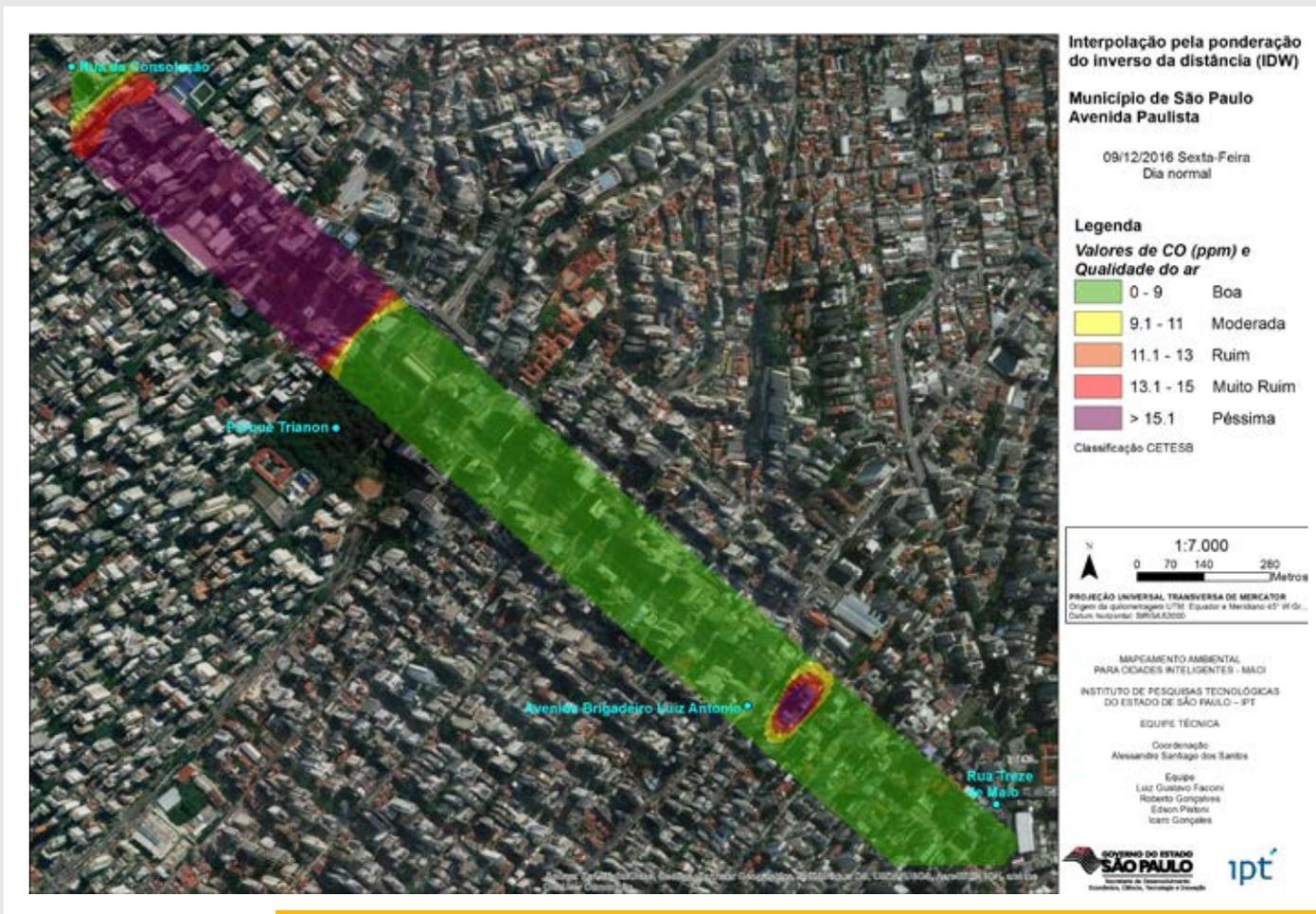
Diploma digital UNESP. Crédito: Reprodução.

A solução proporcionada pelo IPT envolveu a assessoria à definição de um papel próprio para a emissão de diplomas que continha elementos de segurança, como marca d'água, calcografia e a efígie da República em tinta com variação óptica. Além disso, foi criado o Sistema de Registro e Emissão de Diplomas – SISDIP, desenvolvido com tecnologia de software livre e integrado ao Sistema de Gestão Acadêmica da universidade. O software permitia gerir e monitorar todas as etapas de emissão dos diplomas e, com isso, garantiu maior possibilidade de controle e segurança administrativa à Universidade – além de diminuir custos relativos à impressão.³

POLUIÇÃO E RUÍDO NAS CIDADES

Grandes cidades, como a capital paulista, podem sofrer com a emissão de poluentes em vias urbanas, trazendo prejuízos à saúde e à qualidade de vida da população. A poluição do ar, afinal, está associada a doenças respiratórias e a outros diversos problemas de saúde. O monitoramento e o mapeamento de regiões e/ou vias suscetíveis à presença da poluição é, portanto, fundamental para a elaboração de políticas públicas voltadas à melhoria da qualidade do ar e do bem-estar dos habitantes.

As cidades inteligentes se valem de soluções tecnológicas avançadas para coletar dados em tempo real, redes de monitoramento e sensores. Com o objetivo de endereçar uma solução tecnológica para monitorar a qualidade do ar no município de São Paulo, o IPT criou um sensor IoT para ser embarcado em ônibus urbanos que é capaz de monitorar, com eficácia, a concentração de poluentes em regiões da cidade.



Sistema de monitoramento da qualidade do ar na Avenida Paulista (São Paulo, SP). Fonte: Arquivo IPT.

Desenvolvido entre 2012 e 2017 e em parceria com o Departamento de Engenharia de Transportes da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, o dispositivo, que tem o tamanho de uma caixa de sapato, complementa o trabalho realizado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB.

Assim, a cada trinta segundos são coletados dados sobre as concentrações de ozônio, nitrogênio, monóxido de carbono, temperatura, pressão e umidade.

Embora tenham precisão menor, podem ser até cem vezes mais baratos que a construção de novas estações meteorológicas fixas, tornando-se uma alternativa financeiramente muito mais viável.⁴

Outro problema enfrentado pelas grandes cidades é a poluição sonora: ruídos urbanos estão intimamente associados à qualidade de vida da população, podendo desencadear efeitos negativos sobre sua saúde e bem-estar.

O IPT, que se dedica desde os anos 1970 à pesquisa em Acústica, apresentou um projeto à Câmara de Vereadores paulistana para estimular uma discussão sobre a necessidade de mapear os ruídos urbanos na cidade de São Paulo, que se desdobraram na aprovação da Lei nº 16.499, de 20 de julho de 2016, que previa o mapeamento dos ruídos urbanos da cidade de São Paulo.⁵

A solução apresentada pelas equipes do Centro Tecnológico do Ambiente Construído – CETAC e do Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM do IPT foi o Barulhômetro, projeto que previa a criação de um equipamento para medição de ruídos que, espalhado em pontos específicos da cidade, permitiria o monitoramento da paisagem sonora da cidade com transmissão de dados em tempo real, possibilitando ações de fiscalização e políticas públicas direcionadas e mais eficazes.

PRÁTICAS INCLUSIVAS NA INTERNET

Em 2018, por iniciativa da Secretaria Municipal da Pessoa com Deficiência, a Prefeitura de São Paulo lançou o Selo de Acessibilidade Digital para certificar os sites que cumprem critérios nacionais de acessibilidade, incentivando práticas de inclusão na Internet, em acordo com a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146, de 06 de julho de 2015), que obriga que sites de órgãos de governo ou mantidos por empresas brasileiras (ou com representação comercial no Brasil) garantam acesso às informações neles disponíveis observando melhores práticas e diretrizes de acessibilidade adotadas no país e internacionalmente.

Em janeiro de 2018, como parte do trâmite para conceder esse Selo, a Prefeitura de São Paulo solicitou o apoio do IPT para a realização de testes de navegabilidade manual por especialistas em Acessibilidade Digital. Assim, pesquisadores do Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM verificavam se os sites atendiam, de fato, parâmetros de acessibilidade, mitigando os problemas que potencialmente seriam enfrentados por pessoas com diversos tipos de deficiências – visual, cognitiva, auditiva etc.

As análises foram feitas por consultores especializados, também com deficiência, com os auxílios de softwares que convertem informações em linguagens que lhes eram acessíveis, como de textos em áudio e descrição de imagens.⁶

GESTÃO DE INSUMOS FERROVIÁRIOS



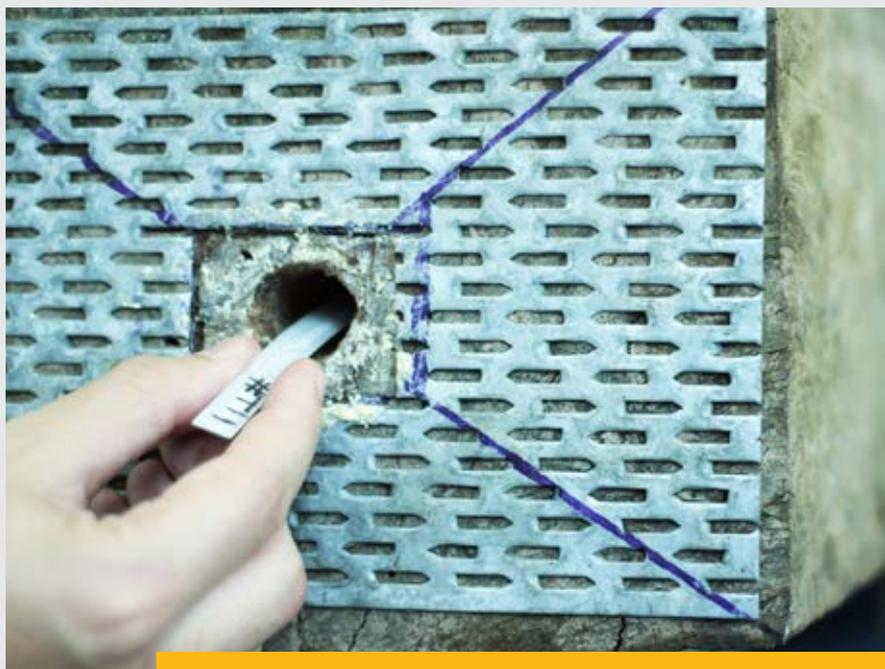
Trem da CPTM em São Paulo, SP. Crédito: Diego Torres Silvestre © CC BY 2.0/Flickr.

Os trens urbanos cumprem um papel essencial no transporte público, especialmente em grandes cidades como São Paulo. Manutenções emergenciais ou até mesmo pequenos acidentes, assim, podem causar grandes impactos no cotidiano da vida urbana, fazendo com que a gestão dos riscos seja uma prioridade. Nesse sentido, os dormentes são um ponto de atenção: sem manutenção adequada, suas falhas podem levar a instabilidade da via férrea e acidentes de grande porte, como descarrilamentos, colocando a vida dos passageiros em risco.

Com a intenção de qualificar a eficiência logística na gestão de dormentes, a Companhia Paulista de Trens Metropolitanos – CPTM solicitou o apoio do IPT na busca de soluções tecnológicas, envolvendo o Centro de Tecnologia em Recursos Florestais – CT-Floresta e o Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM.

A Identificação por Radiofrequência (RFID) automatiza a identificação remota por meio de sinais de rádio, coletando e armazenando dados à distância a partir de microdispositivos que podem ser acoplados a, por exemplo, produtos e embalagens, entre outros bens rastreáveis. Possibilita ainda que produtos sejam identificados e rastreados desde o processo de fabricação até a venda final. Soluções por RFID são acompanhadas de softwares específicos para cada tipo de negócio, além de integrados a hardwares (leitores de etiquetas, sensores e acionadores, por exemplo).

Inovadora, a solução envolveu a tecnologia de **Identificação por Radiofrequência** (RFID – *Radio-frequency Identification*). A partir de 2014, o IPT desenvolveu dois softwares que liam etiquetas eletrônicas (*tags*) instaladas nos dormentes em dois momentos distintos: na passagem deles pelo portal de empilhadeiras e no gerenciamento dessas passagens. Além de um controle apurado dos estoques, a possibilidade de rastrear os dormentes foi importante para determinar sua vida útil desde a instalação, acionamento de garantia (quando necessário), até o descarte definitivo.⁷



Ensaio de posicionamento de tag em dormente. Fonte: Arquivo IPT.

PREVENÇÃO DE RISCOS CLIMÁTICOS

Segundo o Fórum Econômico Mundial, eventos climáticos extremos ocupam o primeiro lugar dentre os principais riscos globais a serem enfrentados nos próximos dez anos. As perdas em biodiversidade e os colapsos ecossistêmicos, por sua vez, ocupam o terceiro lugar.⁸

Chuvas torrenciais prolongadas seguidas de inundações, ondas de calor, furacões e deslizamentos de terra, que acumulam episódios noticiados ao longo dos últimos anos, culminam em perdas humanas, simbólicas e materiais para as comunidades atingidas – por vezes, inclusive, irrecuperáveis – além de prejuízos para o próprio meio-ambiente e para a vida animal.⁹



Deslizamento de terra em rodovia. Fonte: Arquivo IPT.

Nesse contexto de vigilância e prevenção de impactos causados por desastres naturais, pesquisadores do Centro Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM e do Centro de Tecnologias Geoambientais – CTGeo desenvolveram o software

Niagrisk (acrônimo para Núcleo de Investigação, Análise e Gestão de Risco) a partir de informações levantadas pelo antigo Laboratório de Riscos Ambientais do IPT. Desenvolvido durante um período de seis meses em 2015, o programa foi registrado no Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI.

O software Niagrisk cruza e analisa os dados relativos ao solo, terreno, quantidades de chuva incidentes e previsão meteorológica futura,¹⁰ permitindo antecipar situações que sejam críticas à essas regiões e que, efetivamente, estejam sob o risco de deslizamento de terra.

O sistema, além disso, muda as condições de risco dinâmico automaticamente. Elas são representadas visualmente pelas cores Verde (Normal), Amarela (Atenção), Laranja (Alerta) e Vermelha (Alerta Máximo), e cujas emissões são feitas em acordo com o Plano Preventivo de Defesa Civil – PPDC para deslizamentos. Por meio dos alertas emitidos, a Defesa Civil pode antecipar ou agilizar ações de contingência.¹¹



Software NIAGRISK em operação. Fonte: Arquivo IPT.

VIA RÁPIDA EMPREGO

Em 2011, a Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo implantou o Via Rápida Emprego – programa que oferece oportunidades de formação profissional.

Em 2017, o Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM desenvolveu um software para automatizar o gerenciamento dos cursos oferecidos, inscrições de alunos, contratos e a organização dos professores. Essa automatização, que integrou diversas informações relativas ao programa, tornou mais ágil e eficaz o trabalho realizado pela Coordenadoria do Ensino Técnico, Tecnológico e Profissionalizante, responsável pelo Via Rápida Emprego.¹²

QUALIDADE DOS SEMÁFOROS

A mobilidade de grandes cidades como São Paulo depende diretamente da regulação do fluxo de veículos. Em dias chuvosos, quando o trânsito se intensifica, os problemas são ainda mais latentes: instabilidades provocadas pelas intempéries nas redes elétrica e de telecomunicações podem causar problemas em semáforos, trazendo consequências graves para as vias urbanas e seus transeuntes: em dias de chuva mais críticos, no início da década de 2010, São Paulo registrava entre 100 e 200 semáforos com algum tipo de problema.

Em 2013, pesquisadores do IPT vinculados ao Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM realizaram, em conjunto com pesquisador do Laboratório de Equipamentos Elétricos e Ópticos, um estudo com semáforos paulistanos com o

objetivo de mapear e compreender características e condições de operação de modelos de controladores instalados pela cidade. Esse estudo foi desenvolvido a partir de dados cedidos pela Companhia de Engenharia de Tráfego – CET relativos aos meses de março a dezembro dos anos de 2010 a 2013.

As informações provenientes de bases de dados foram cruzadas com testes laboratoriais feitos com equipamentos, com o objetivo de relacionar falhas observadas com possíveis deficiências das condições de segurança dos equipamentos. As recomendações técnicas formuladas a partir do estudo serviram como embasamento às aquisições futuras de controladores, qualificando o controle do tráfego pela CET.¹³

ITS – SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTES

Os Sistemas Inteligentes de Transporte (ou *ITS – Intelligent Transportation System*), na década de 2010, permaneceram entre as soluções desenvolvidas pelo IPT.

Em março de 2012, o Laboratório de Testes de Interoperabilidade de Equipamentos para Sistemas Inteligentes de Transporte voltou a funcionar, então vinculado ao Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM.

Originalmente voltado às análises de equipamentos de pedágios automáticos, o Laboratório foi modernizado e pode atender novas demandas de suporte tecnológico de clientes como a ARTESP.



Ilustração que representa uma rede de comunicação e de transporte inteligente.
Crédito: jamesteohart/iStock.

Naquele momento, era premente garantir espaço para concorrência entre fornecedores dos serviços do sistema de cobrança automática – impedindo, portanto, a exclusividade de um único fornecedor para as rodovias paulistas. Era necessário, por isso, que antenas dos equipamentos componentes do sistema fossem modificadas, comunicando-se com mais de um fornecedor. Esses equipamentos puderam ser testados nesse Laboratório – bem como aqueles adquiridos em substituição aos antigos.¹⁴

ORGANISMO CERTIFICADOR DESIGNADO – OCD

Desde 2003, o IPT prestava suportes tecnológicos à ARTESP, desenvolvendo soluções de monitoramento de arrecadação para praças de pedágio e o MITS (Módulo ITS).¹⁵ No ano de 2013, inclusive, o MITS foi implementado em concessionárias que ainda não estavam integradas ao sistema e o módulo de manutenção de equipamentos ITS foi desenvolvido e implementado em todas as concessionárias.¹⁶

Neste mesmo ano, o IPT tornou-se um Organismo Certificador Designado do Sistema Semiautomático de Pedágio da ARTESP, sendo responsável por analisar, avaliar e deliberar sobre a certificação de equipamentos que compõem esse sistema, incluindo as Mídias de Pagamento (que funcionam por RFID – Identificação por Radiofrequência – e por NFC – Leitura por Proximidade), o Sistema de Leitura e Débito e equipamentos de comunicação segura com empresas gestoras de crédito.

CENTRO DE CONTROLE DE INFORMAÇÕES – CCI

Em 2014, o IPT foi ainda responsável pelo projeto do Centro de Controle de Informações – CCI da ARTESP, unidade responsável por congrega e processar as informações obtidas junto aos Centros de Controle Operacionais nas concessionárias e praças de pedágios. A assessoria técnica do IPT envolveu as especificações do CCI, o que incluía equipamentos, redes de dados, rede elétrica, *Video wall* e mobiliários.



Centro de Controle de Informação da ARTESP. Fonte: Arquivo IPT.

PRÊMIO CONCESSIONÁRIA DO ANO

Ainda em parceria com a ARTESP, o IPT foi responsável por desenvolver a metodologia e o software para eleger o vencedor do Prêmio Concessionária do Ano, concedido pela ARTESP desde 2014 às concessionárias com melhor desempenho. Com 27 indicadores iniciais, a metodologia foi desenvolvida junto à ARTESP, avaliando categorias como a segurança rodoviária e a qualidade de serviço ao usuário, sendo que os dados sobre os indicadores eram coletados automaticamente por meio do software desenvolvido pelo Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM do IPT.¹⁷

PESAGEM INTELIGENTE DE CAMINHÕES

Ainda no que diz respeito a projetos que envolvem soluções para Sistemas Inteligentes de Transportes, o Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM do IPT desenvolveu um sistema para transmitir dados de pesagem de caminhões para a ARTESP. Ele foi implantado ao longo de 2017 nas duas rodovias concessionadas com maiores fluxos desse tipo de veículo. Enviados diretamente ao Centro de Controle de Informação – CCI da ARTESP, os dados possibilitam que a agência fiscalize as rodovias à distância e, ao mesmo tempo, informam sobre cargas excedentes, o que otimiza suas medidas de fiscalização e de garantia de segurança aos usuários das rodovias.¹⁸



Pesagem de caminhões em rodovia paulista.
Fonte: Arquivo IPT.

PROJETOS INTERNACIONAIS

A experiência desenvolvida pelo IPT em Sistemas Inteligentes de Transportes, sobretudo relacionada a clientes como a ARTESP e a CET-SP, reverberou na participação dos pesquisadores do Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM em projetos internacionais, especialmente conduzidos no âmbito da União Europeia.¹⁹

Um exemplo é o projeto VIAJEO (2009 – 2012), plataforma computacional aberta que objetiva compartilhar as informações e práticas consolidadas relacionadas à gestão e ao suporte tecnológico a serviços públicos sobre transporte em grandes cidades.²⁰

Com os resultados obtidos²¹, os pesquisadores do IPT participaram também do VIAJEO Plus (2013 – 2016)²², que almejava mapear as soluções para mobilidade urbana inovadoras e ambientalmente sustentáveis na China, em Cingapura, países europeus e países latino-americanos, incentivando a colaboração e a cooperação dos participantes na busca por soluções inovadoras para o transporte urbano.

Os projetos foram financiados pelo FP7, o principal instrumento da União Europeia para Pesquisa e Desenvolvimento, no âmbito do Programa FP7-TRANSPORT.²³

PESQUISANDO A INTERNET DO FUTURO

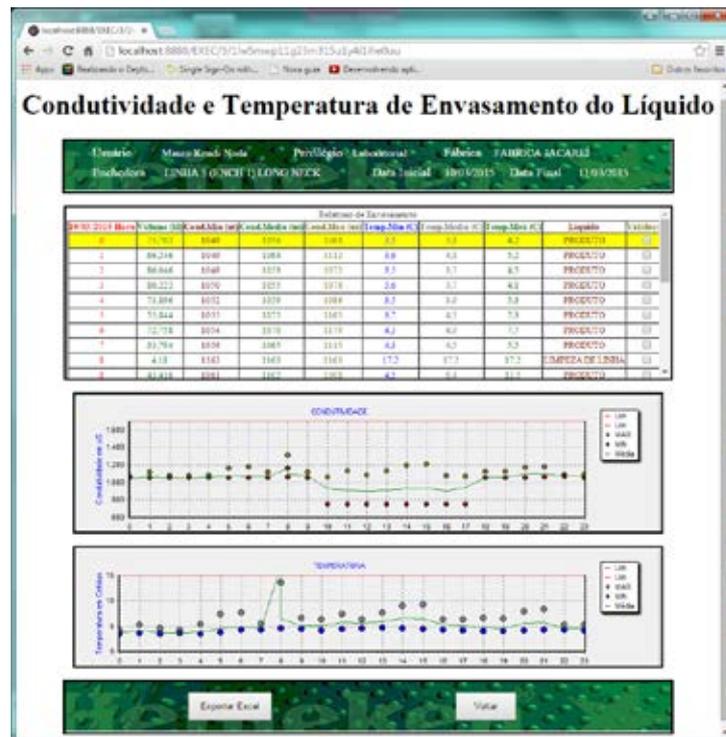
O MyFIRE, projeto vinculado à iniciativa FIRE (*Future Internet Experimental Facilities*) e financiado pela União Europeia, tinha como objetivos a ampliação de ambientes de testes, a identificação das necessidades de padronização e a expansão das redes internacionais para atender as instalações experimentais da Internet do Futuro.

O IPT fez parte de uma rede de cooperação junto a Rússia, China e Índia e outros quatro países europeus. Como resultado do esforço conjunto, o artigo “Adicionando Valor em Instalações de Pesquisa Experimental para a Internet do Futuro: Requisitos, Lacunas e Recomendações”, que foi publicado no *Journal of Applied Computing Research* em 2014, recebeu um dos quatro prêmios de Melhores Artigos na Conferência Ibero-Americana WWW/Internet, tendo os pesquisadores Mario Miyake e Alessandro Santiago dos Santos, vinculados ao Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM, entre os autores.²⁴

MONITORAMENTO NA PRODUÇÃO DE BEBIDAS

A partir das experiências adquiridas com avaliações de conformidade solicitadas pela Receita Federal em anos anteriores, o Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM projetou, desenvolveu e instalou uma solução computacional para a aquisição e a monitoração das variáveis de sistemas de medição de vazão em fábricas de bebidas, consolidada pela utilização de ferramentas de inteligência de negócio (*Business Intelligence* – BI).

O sistema de medição de vazão – SMV desenvolvido monitorou continuamente a produção de bebidas de estabelecimentos industriais, realizando a medição e o registro de vazão, condutividade elétrica e temperatura dos líquidos que alimentam cada enchedora. Os dados eram transferidos remotamente para um sistema da fábrica e, em seguida, eram extraídos, consolidados e tratados gerencialmente.²⁵



Sistema de Medição de Vazão – SMV em operação. Fonte: Arquivo IPT.

06

ANOS 2020

Criada em janeiro de 2021, a Unidade de Negócios em Tecnologias Digitais substituiu o CIAM, tendo reestruturado suas seções técnicas e criado uma área para impulsionar as atividades e pesquisas em Inteligência Artificial. Ao longo de seus primeiros quatro anos de vida, ampliou sua atuação em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, desenvolveu abordagens multidisciplinares e parcerias com outras Unidades de Negócios do IPT.

As soluções desenvolvidas pela Unidade de Negócios em Tecnologias Digitais envolvem Internet das Coisas, Sistemas Embarcados, Transportes Inteligentes, Inteligência Artificial e *Analytics* e Engenharia de Software. Como veremos neste último capítulo, são soluções que colaboram para uma transformação digital capaz de propiciar qualidade de vida para a população e competitividade para empresas – ao mesmo tempo em que protagonizam novas histórias a serem escritas pelos próximos anos.

ANOS 2020

TECNOLOGIAS DIGITAIS: UMA HISTÓRIA EM CONSTRUÇÃO

Em janeiro de 2021, o IPT passou a concentrar suas especialidades técnicas em oito unidades de negócios.¹ Assim, o Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM, criado em 2005, originou a Unidade de Negócios em Tecnologias Digitais, que ampliou a atuação em projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, além de dar continuidade ao atendimento de antigos clientes, como a Defensoria Pública do Estado de São Paulo e a ARTESP. Com essa reestruturação, as seções técnicas foram renovadas, tendo sido incluída uma área específica para impulsionar as atividades e pesquisas em Inteligência Artificial.



Imagem ilustrativa de cidade inteligente. Crédito: jcomp/Freepik.

A Unidade de Negócios em Tecnologias Digitais tem uma abordagem multidisciplinar e colaborativa, trabalhando em parceria com diversas outras unidades do IPT. Desenvolve e avalia soluções na área de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), elabora pareceres técnicos, avalia projetos e faz recomendações técnicas.

As soluções oferecidas pelas Tecnologias Digitais são transdisciplinares e aplicáveis em diversos contextos: envolvem Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT), Sistemas Embarcados, Transportes Inteligentes, Engenharia de Software, Inteligência Artificial e *Analytics*², colaborando com a transformação digital necessária para o aumento da competitividade entre as empresas e para a qualidade de vida da população.

A Unidade de Negócios em Tecnologias Digitais é credenciada pelo Comitê de Área de Tecnologia do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações – MCTI como instituição habilitada a participar de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação pela Lei de Informática, que concede incentivos fiscais às empresas de hardware e de automação que realizam investimentos em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação.

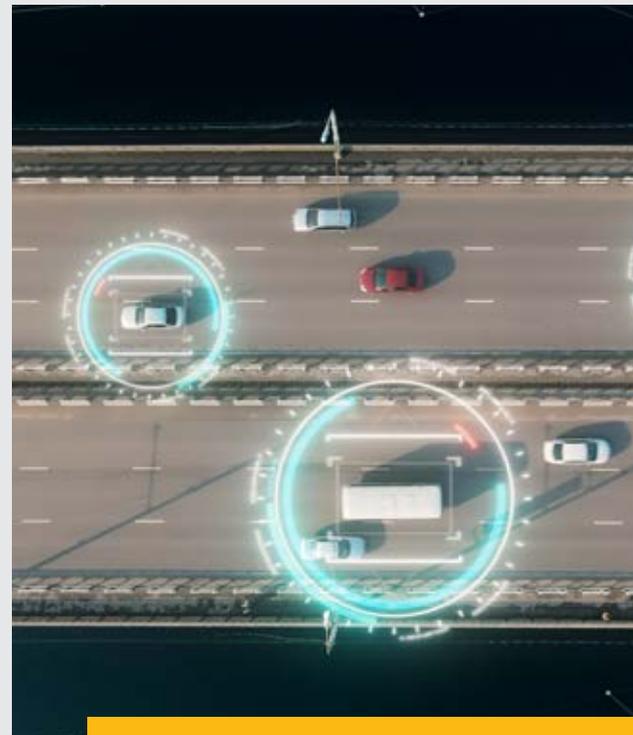


Imagem ilustrativa de sistema inteligente de transporte. Crédito: FlashMovie/iStock.

PROJETOS E COOPERAÇÕES

SIMI: MONITORAMENTO DO ISOLAMENTO SOCIAL DURANTE A PANDEMIA

Em sua história recente, a Unidade de Negócios em Tecnologias Digitais desenvolveu projetos e participou de ações que contribuíram para a saúde pública. Durante a crise sanitária desencadeada pela pandemia de Covid-19, pesquisadores (inicialmente ainda no âmbito do CIAM) implementaram uma infraestrutura de Tecnologia da Informação e de Comunicação para viabilizar o Sistema de Monitoramento Inteligente – SIMI: por meio de dados anonimizados gerados e fornecidos por operadoras telefônicas, o sistema permitiu reunir e analisar informações que subsidiaram a avaliação do isolamento social pelo Governo do Estado de São Paulo.



Sistema de Monitoramento Inteligente do isolamento social durante a pandemia de Covid-19.
Fonte: Arquivo IPT.

Ainda nesse contexto, por solicitação da Secretaria de Logística e Transporte – SLT, o IPT criou um sistema que permitia integrar os dados de rodovias concessionadas pela ARTESP com radares e sistemas analisadores de tráfego do Departamento de Estradas de Rodagem – DER, que eram visualizáveis por meio de dashboards estratégicos e por técnicas de Business Intelligence, auxiliando o Centro de Contingência do Estado na gestão da pandemia em São Paulo.

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Ainda no âmbito das parcerias com instituições públicas, a Unidade de Negócios em Tecnologias Digitais foi responsável por analisar e diagnosticar os sistemas de gestão de recursos hídricos que são utilizados pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB em 2023. Avaliou também a aplicação de tecnologias de integração para centralizar dados, colaborando para a criação do Portal de Recursos Hídricos, onde informações e dados produzidos serão disponibilizados para os interessados.

AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE INOVAÇÃO

Em 2017, o IPT assinou um termo de cooperação com a Desenvolve SP, agência pública do governo estadual de São Paulo que financia o desenvolvimento de micro, pequenas e médias empresas, facilitando o crescimento sustentável de negócios e projetos que melhoram a qualidade de vida da população e que impulsionam a economia por meio da geração de renda e de empregos. O IPT foi responsável por auxiliar a Desenvolve SP na análise de projetos de inovação que buscavam financiamento.

Cada proposta recebia um parecer científico realizado pela equipe do IPT, onde os seus fluxos de operações deveriam ser aprovados. Iniciado ainda no âmbito do Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM, a cooperação segue em curso atualmente com a Unidade de Negócios em Tecnologias Digitais.

TECNOLOGIAS ASSISTIVAS: ACESSIBILIDADE DIGITAL

Ao ampliar sua autonomia e qualidade de vida, as tecnologias assistivas (equipamentos, produtos, dispositivos, recursos, estratégias etc.) ajudam a promover a inclusão social das pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida.

Em 11 de março de 2021, o governo federal brasileiro regulamentou o Plano Nacional de Tecnologia Assistiva (Decreto nº 10.645)³, seguindo o Artigo 75 da Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146, de 06 de julho de 2015).⁴

Em parceria com a Lenovo, por meio da Lei de Informática, a Unidade de Negócios em Tecnologias Digitais desenvolveu um teclado virtual que auxilia a comunicação escrita em português para pessoas com deficiência auditiva, facilitando seu diálogo por escrito com ouvintes.

Também desenvolveu, em 2023, o Teclado Helena, um teclado virtual que pode ser instalado em computadores e operado remotamente por meio de um tablet. O produto foi desenvolvido para atender as pessoas com dificuldades motoras, tornando a digitação mais acessível. Publicado como software livre, pode ser utilizado, modificado e distribuído em acordo com as necessidades dos usuários.⁵

PDIP: TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

Entre maio de 2018 e abril de 2024, o IPT desenvolveu um Plano de Desenvolvimento Institucional de Pesquisa – PDIP para a transformação digital aplicada à Manufatura Avançada e às Cidades Inteligentes e Sustentáveis, com financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP.⁶

Por meio do PDIP, o IPT objetivou aumentar sua capacidade de geração de inovação baseada em pesquisa, ampliar os conhecimentos científicos e tecnológicos aplicados às áreas de manufatura avançada e cidades inteligentes e sustentáveis e aumentar a sua capacidade em cooperar com pesquisas desenvolvidas por outros centros de pesquisa nacionais e internacionais.

O eixo Manufatura Avançada contou com três linhas de pesquisa (Manufatura Aditiva, Processos de manufatura bio-físico-químicos e Metrologia Avançada), enquanto o eixo de Cidades Inteligentes e Sustentáveis dividia suas pesquisas em duas frentes: sistema de gestão ambiental e sensoriamento inercial autônomo. O PDIP previa também uma ação de Capacitação Digital, reconhecendo a experiência do IPT na criação de soluções em Tecnologia da Informação e Comunicação.

A Unidade de Negócios em Tecnologias Digitais atuou diretamente nos desafios relacionados à aplicação de conceitos como Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT), computação cognitiva e sistemas ciberfísicos nas áreas de Manufatura Avançada e Cidades Inteligentes e Sustentáveis.

IASMIN: CENTRO DE PESQUISA APLICADA EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA A INDÚSTRIA

Sob coordenação do IPT, a plataforma IASMIN⁷, (acrônimo para Inteligência Artificial – Soluções para Manufatura Inteligente), foi lançada em 23 de junho de 2021, reunindo universidades brasileiras e estrangeiras, centros de pesquisa⁸ e empresas.⁹

A IASMIN foi criada como o resultado de um projeto articulado entre o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP e o Comitê Gestor da Internet – CGI.br.¹⁰ Desde março de 2023, conta com o auxílio financeiro da FAPESP a partir do convênio entre o MCTI e o Ministério das Comunicações – MC.¹¹

Como um Centro de Pesquisa Aplicada em Inteligência Artificial (CPA-IA), seu objetivo é auxiliar a indústria brasileira a alcançar a transformação digital para atingir o padrão da Indústria 4.0.¹² Conta com seis linhas de pesquisa – *Digital Twin*; Monitoramento e Controle em Tempo Real; Interoperabilidade e Integração da Cadeia; Manutenção Prescritiva; Segurança Cibernética e Sistemas Autônomos, Robótica e Máquinas-Ferramentas, em que participam diversos pesquisadores do IPT, inclusive vinculados à Unidade de Negócios em Tecnologias Digitais.



Plataforma IASmin. Crédito: Reprodução.

LUX: INTERFACE AMIGÁVEL PARA USUÁRIOS LINUX

Em parceria com a Lenovo por meio da Lei de Informática, os pesquisadores da Unidade de Negócios em Tecnologias Digitais desenvolveram o LUX, que provê uma interface mais agradável para usuários do sistema operacional Linux, que conta com repositórios para atualização e instalação de pacotes de softwares. Lançado em 2022, o LUX possui interface gráfica com paleta de cores acessível para pessoas daltônicas. Além disso, expressões e mensagens de seu sistema operacional foram traduzidas para o Kaingang e o Nheengatu, línguas indígenas ameaçadas de extinção e que atualmente são faladas, respectivamente, por comunidades de 40 mil e de 50 mil pessoas.¹³

PROMETHEUS: ARMAZENAMENTO DE DADOS EM DNA

Desenvolvido por uma parceria entre a Unidade de Negócios em Tecnologias Digitais, a Unidade de Negócios em Bionanomanufatura do IPT e a Lenovo, o *Prometheus* é um sistema para armazenamento de dados inspirado na molécula do DNA.¹⁴



Imagem ilustrativa do armazenamento de dados inspirado em moléculas de DNA. Fonte: Adobe Stock.



Microchips utilizados no Projeto Prometheus. Fonte: Arquivo IPT.

Segundo a *DNA Data Storage Alliance*, esse tipo de armazenamento é 115 mil vezes superior às mídias magnéticas atualmente empregadas nos data centers – e ocupa, inclusive, um espaço físico incomparavelmente menor, sendo também ambientalmente sustentável e não exigindo grande consumo de energia.

Estima-se que o crescimento exponencial de dados produzidos torne essa tecnologia de armazenamento em DNA sintético uma prioridade para a Tecnologia da Informação. O grupo de pesquisa conta com mestres e doutores nas áreas de Engenharias da Computação, Materiais, Química, Moleculares e Biologia.

Formado a partir da parceria entre o IPT e a Lenovo, é o único grupo latino-americano que integra a *DNA Data Storage Alliance*.

ACELERAÇÃO DE STARTUPS PAULISTAS

Em parceria com o SEBRAE, o IPT lançou o *IA Factory*, projeto que objetiva a aceleração tecnológica de *deeptechs* (Startups Científicas) de soluções em Inteligência Artificial, por meio de apoio especializado em Pesquisa e Desenvolvimento.

As startups selecionadas recebem acesso ao IPT Open, a laboratórios e a mentorias com pesquisadores do IPT. O projeto é estruturado em três ações, que são direcionadas para cada startup de acordo com seu estágio de maturidade: Programas de Desenvolvimento Tecnológico Básico ou Avançado e Diagnóstico de Maturidade Tecnológica.

Cada ciclo do programa tem seis meses de duração, período em que as startups recebem mentorias e consultorias em Inteligência Artificial. São oferecidas recomendações para a adoção dos melhores modelos de aprendizado de máquina, refinamentos e ajustes no treinamento dos modelos (incluindo análise e escolha dos dados para os treinamentos) e ajustes finos em códigos de IA, que possibilitam a evolução, o aumento de maturidade e de escala de suas soluções tecnológicas.

O projeto possibilitou mapear os ecossistemas de inovação em Inteligência Artificial e a aproximação entre as startups e laboratórios de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, objetivo estratégico da parceria entre o IPT e o SEBRAE-SP.¹⁵

SISTEMA DE GESTÃO PEDAGÓGICA – SGP: AVALIAÇÃO DE SOFTWARE

Por uma solicitação da Secretaria Municipal de Educação de São Paulo, a Unidade de Negócios em Tecnologias Digitais avaliou, em 2023, a qualidade do software SGP – Sistema de Gestão Pedagógica, utilizado para acompanhamento da aprendizagem dos estudantes e organização das informações produzidas pelas unidades escolares.

Foram analisados os critérios de escalabilidade, usabilidade e redução de riscos de segurança. Além disso, foram definidas as métricas para subsidiar a decisão sobre a implantação do software em larga escala no sistema educacional paulistano.

HISTÓRIAS A SEREM ESCRITAS

Os 125 anos que nos separam do Gabinete de Resistência dos Materiais de Paula Souza – em uma São Paulo hoje irreconhecível e inimaginável – nos permitem o vislumbre da história do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, que marcou, de maneira substancial, o desenvolvimento tecnológico em São Paulo e no Brasil.

Construído e vivido por milhares de pessoas, o IPT pode ser palco de muitas histórias e, decerto, seria meritório todo e qualquer esforço em recuperá-las e publicizá-las. Entre as histórias que podem ser contadas sobre o Instituto, este livro elegeu a introdução e os usos da informática como “prisma” – tema privilegiado, aliás, para compreender as transformações da sociedade e sua relação com a tecnologia da informação, em que os enormes *mainframes* das décadas de 1970 e 1980 contrastam interessantemente com as tecnologias digitais dos anos 2020, cada vez mais onipresentes.

Como um esforço em recuperar documentos há muito arquivados, estimular memórias de testemunhas oculares e percorrer relatórios e ofícios sobre projetos desenvolvidos em diversas áreas do conhecimento, a narrativa apresentada neste livro não pretende esgotar o tema, mas, isso sim, estimular que esforços futuros de pesquisa sejam feitos, trazendo abordagens ancoradas em novas perspectivas, documentos e informações.

Os principais acontecimentos e alguns dos projetos desenvolvidos nos últimos 50 anos, enfim, testemunham eloquentemente que a informática pode ser compreendida como um dos episódios incontornáveis para a história do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, ao mesmo tempo em que continua construindo a sua participação e protagonismo nas histórias que serão escritas ao longo das próximas décadas.



Pesquisadores realizando ensaio no Gabinete de Resistência dos Materiais, c. 1900.
Fonte: Arquivo IPT.

NOTAS

CAPÍTULO 1 – ANOS 1970

1. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Ofício S-2091/69. 29 out. 1969, p. 01. Acervo da Memória Histórica do IPT.
2. LEONE, P. C. [Entrevista por telefone cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], 05 mar. 2024.
3. Ofício S-2091/69, op. cit., p. 01.
4. Idem.
5. Idem, p. 02.
6. Composta por Alberto Pereira de Castro, Klaus Reinach, Roberto Calmon de Barros Barreto, Eros Roberto Grau e Raul Ximenes Galvão. Ver Ata da 41ª Reunião do Conselho Estadual de Tecnologia, 03 jun. 1970, p. 06. Acervo da Memória Histórica do IPT.
7. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Atividades desenvolvidas em 1971. Relatório apresentado ao Conselho de Administração. São Paulo: IPT, 1972, p. 11; p. 14. Acervo digital da Biblioteca do IPT.
8. INTERFACE, n. 100, ago. 1999, p. 02. Acervo da Biblioteca do IPT.
9. O IPT foi o primeiro a criar o Escritório de Informações Tecnológicas – EIT, que previa a instalação de uma rede de terminais de informação capaz de congrega instituições de pesquisa, universidades etc. A respeito ver INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Catálogo Descritivo. São Paulo, 1976. Acervo da Biblioteca do IPT.
10. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. IPT – 100 Anos de Tecnologia. São Paulo: Hamburg Gráfica Editora, 1999, p. 40. Acervo da Biblioteca do IPT.
11. A Digital Equipment Corporation foi uma empresa de tecnologia da informação que operou entre 1957 e 1998. Fundada por Ken Olsen (1926 – 2011), foi incorporada à Compaq em 1998.
12. DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION. Nineteen Fifty-seven to the present. 1977. Disponível em: [https://s3data.computerhistory.org/pdp-1/dec.digital_1957_to_the_present_\(1978\).1957-1978.102630349.pdf](https://s3data.computerhistory.org/pdp-1/dec.digital_1957_to_the_present_(1978).1957-1978.102630349.pdf). Acesso em: 04 mar. 2024.
13. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Extensão do Tanque de Provas do IPT [década de 1970], p. 02. Acervo da Memória Histórica do IPT.
14. LEONE, P. C. [Entrevista por telefone cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], 05 mar. 2024.
15. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Extensão do Tanque de Provas, op. cit., p. 02-03.
16. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Atividades desenvolvidas em 1973. Relatório apresentado ao Conselho Deliberativo. São Paulo: IPT, 1974, p. 10.
17. O Método dos Elementos Finitos é utilizado para subdividir os domínios de um problema em partes menores, chamados “elementos finitos”, sendo um método simplificado de resolução numérica de equações diferenciais dos fenômenos. Ainda nos anos 1950, os trabalhos de J. H. Argyris e S. Kelsey foram contribuições iniciais. Ver BATHE, K.-J. “The Finite Element Method”. In: WAH, B. (ed.) Wiley Encyclopedia of Computer Science and Engineering. Londres, John Wiley & Sons, Inc., 2008, p. 01.
18. MASSAD, F. [Entrevista cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 05 out. 2023.
19. Os trabalhos foram apresentados na “II Semana Paulista de Geologia Aplicada”, em 1969, e no “IV Seminário Nacional de Grandes Barragens”, em 1971.
20. Para nota biográfica, cf. o verbete Padraic Cathal Dunne em <www.aeitaon-line.com.br/wiki>. Acesso em: 07 mar. 2024.
21. MASSAD, F. [Entrevista cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 05 out. 2023.
22. BATHE, K.-J., WILSON E. L. e PETERSON, F. E. “SAP IV – A Structural Analysis Program for Static and Dynamic Response of Linear Systems”, IN: Earthquake Engineering Research Center Report, n. 73-11, Universidade da Califórnia, Berkeley, jun. 1973; REITHERMAN, R. et SCOTT, S. Edward L. Wilson, with an appendix on Ray W. Clough. Série Connections: EERI Oral History Series, vol. 24. Berkeley: Earthquake Engineering Research Institute, 2016, p. 93. Disponível em: <https://www.eeri.org/what-we-offer/digital-library/?lid=7179>. Acesso em: 20 mar. 2024.
23. BATHE, 2008, op. cit., p. 01.
24. BON JR., W. [Entrevista cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 17 ago. 2023.
25. Acrônimo para Remote Job Entry.
26. INTERFACE, n. 100, ago. 1999, p. 02. Acervo da Biblioteca do IPT.
27. WOILER, S. Computador: conceitos e aplicações. IN: Revista de Administração de Empresas, n. 10, v. 4, 1970, p. 142-143. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rae/a/8FX5tDznG349WPxMJM6Kz7s/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 mar. 2024.
28. MASSAD, F. [Entrevista cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 05 out. 2023.
29. INTERFACE, n. 100, ago. 1999, p. 02. Acervo da Biblioteca do IPT.
30. LIMA, J. de. [Entrevistas cedidas a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 22 ago. 2023 e 28 ago. 2023.
31. MASSAD, F. [Entrevista cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 05 out. 2023 e BON JR., W. [Entrevista cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 17 ago. 2023.
32. BOZOLAN, G. [Entrevista cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 22 nov. 2023; MERICHELLI, M. P. [Entrevista cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 28 ago. 2023 e SUGAYA, M. M. [Entrevista cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 30 ago. 2023.
33. Como uma obra de infraestrutura de alto grau de complexidade demandante de múltiplas abordagens especializadas, seria possível reconstruir essa história a partir de outras narrativas. Para os contornos desta publicação, optou-se por desenvolver o assunto, sem pretensão de esgotá-lo, a partir das experiências da Divisão de Engenharia Civil. A ressalva se aplica a outros projetos mencionados neste livro.
34. MASSAD, F. [Entrevista cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 05 out. 2023.
35. MASSAD, F. [Entrevista cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 05 out. 2023 e BON JR., W. [Entrevista cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 17 ago. 2023.
36. TWINE, D. e ROSCOE, H. (eds.). Temporary Propping for Deep Excavations: Guidance on design. CIRIA: Londres, 1999, p. 48 e p. 60. Os experimentos brasileiros estão listados na “Tabela A 1.1.” sob os códigos BF5, BF8, BF11 e C8, nas páginas 174 e 177.
37. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Divisão de Engenharia Civil [década de 1970], p. 03. Acervo da Memória Histórica do IPT.
38. Idem, ibidem.
39. Idem, ibidem, p. 04.
40. OLIVEIRA, N. C. C. A grande aceleração e a construção de barragens hidrelétricas no Brasil. Varia Historia, v. 34, n. 65, 2018, p. 334.

41. Idem, ibidem, p. 335.
42. PINTO, C. de S., ROCHA, R. e MARRANO, A. O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. In: PIASENTIN, C. (ed.). A história das barragens no Brasil, Séculos XIX, XX e XXI: cinquenta anos do Comitê Brasileiro de Barragens. Rio de Janeiro: CBDB, 2011, p. 447.
43. Ver O papel do IPT nas grandes obras civis. Ver também dossiê IPT-INPN-ITAIPU, 04 abr. 1977, p. 02-03. Acervo da Memória Histórica do IPT.
44. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. IPT – 90 anos de tecnologia. São Paulo: IPT, 1989, p. 42.
45. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual – 1976. São Paulo: IPT, 1977, p. 02.
46. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Informática em Estruturas. [ofício sem data]. Acervo particular de Ely Bernardi; FARIA, E. F. de; WILLRICH, F. L. e ICHIKAWA, M. K. “UHE Itaipu: 40 anos – um resgate da história”, IN: Concreto & Construções, ed. 109, jan-mar/2023, p. 51. Ver também: ITAIPU Binacional. Itaipu: usina hidrelétrica – projeto: aspectos de engenharia. Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional, 2009.
47. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, IPT – 90 anos de tecnologia, op. cit., p. 42.
48. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Divisão de Engenharia Civil, p. 05. Acervo da Memória Histórica do IPT.
49. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Informática em Engenharia Civil. [ofício sem data]. Acervo particular de Ely Bernardi.
50. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Manual do Programa IPT-Perc.PC v.01, p. 02. Acervo particular de Ely Bernardi.
51. A memória profissional de V. F. B. de Mello está preservada em <https://victorfbdemello.com.br>. Acesso em: 09 mar. 2024.
52. BON JR., W. [Entrevista cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 17 ago. 2023.
53. MELLO, V. F. B. de. Reflections on design decisions of practical significance to embankment dams. In: Géotechnique, vol. 27, n. 3, 1977, p. 282.
54. Ibidem, p. 350. Mello agradeceria Faíçal Massad, Waldemar Bon Júnior e Ely Bernardi.
55. Programas Interlaboratoriais em Celulose e Papel. Portal do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 29 set. 2023. Disponível em: <https://ipt.br/2023/09/29/programas-interlaboratoriais-em-celulose-e-papel-2>. Acesso em: 22 mar. 2024.
56. OLIVIERI, J. C. Programa Interlaboratorial: Proposta de Modelo para Interpretação de Resultados de Análises Químicas. Dissertação (Mestrado Profissional). Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, 2004, p. 03.
57. D'ALMEIDA, M. L. O. Proposta de modelo organizacional para os Programas Interlaboratoriais do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. (Tese de Doutorado) São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 2011, p. 20.
58. GEHRING, J. Determinação de Scattergramas para o Programa Interlaboratorial – Convênio IPT/NBS. São Paulo: Divisão de Engenharia Civil do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1978, p. 02. Acervo particular de Ely Bernardi.
59. Idem, ibidem

CAPÍTULO 2 – ANOS 1980

1. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Plano Diretor de Informática do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1984, p. 15. Acervo da Biblioteca do IPT.
2. INTERFACE, n. 100, agosto/1999, p. 02. Acervo da Biblioteca do IPT.
3. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Plano Diretor de Informática, op. cit., p. 10.
4. A comissão responsável foi coordenada por Luiz Harold Dirickson e composta por Márcio Luiz de Souza Santos, José Sotelo Júnior, José Rappaport, Waldemar Bon Júnior, Jairson de Lima, Ronald Lesley Plaut, Luiz Eduardo Lopes, João Carlos dos Santos, Carlos Altino Jassem Verdades Diniz da Gama, Paulo Mário Rodrigues da Cunha, Reinaldo Galleti e Saul Barisnik Suslik. Ver INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, Plano Diretor de Informática, op. cit., p. VI.
5. Os Grupos de Trabalho eram os seguintes: 1. Plano Diretor de Informática; 2. Instalação Física; 3. Rede Interna e Terminais; 4. Negociação dos contratos; 5. Organização do Núcleo de Computação Eletrônica; 6. Treinamento.
6. Essa comissão era coordenada por Luiz Harold Dirickson e composta por Paulo César Leone, José Carlos Thomaz, Waldemar Bon Júnior, Jairson de Lima, George Eduardo Freund, Gabriel Carlos Kemeny e José Rappaport.
7. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Plano Diretor de Informática, op. cit., p. 15-16.
8. Fabricado pela Digital Corporation, o PDP/MINIC foi um microcomputador de 16 bits adquirido em 1982 para a realização de trabalhos na área de dinâmica dos solos, em função da necessidade de conversão analógico-digital dos dados em laboratório e em campo. Ver INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Plano Diretor de Informática, op. cit., p. 164.
9. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Plano Diretor de Informática, op. cit., p. 11-13.
10. Idem, ibidem, p. 167-168.
11. Idem, ibidem, p. 15.
12. Idem, ibidem, p. 12.
13. Idem, ibidem.
14. Idem, ibidem, p. 16.
15. Idem, ibidem, p. 18-19.
16. Idem, ibidem, p. 21.
17. Idem, ibidem, p. 20.
18. Idem, ibidem, p. 22-25.
19. Idem, ibidem, p. 26.
20. Idem, ibidem, p. 30.
21. Idem, ibidem, p. 31-32.
22. Idem, ibidem, p. 32.
23. Idem, ibidem, p. 40.
24. Idem, ibidem, p. 40-42.
25. Idem, ibidem, p. 42.
26. Idem, ibidem.
27. A implantação do Núcleo de Computação Eletrônica foi organizada pelo grupo de trabalho coordenado por Jairson de Lima, engenheiro da Divisão de Engenharia Naval. Era composto pelos pesquisadores Ely Bernardi, Reinaldo Galleti, Isaac Chvaicer, José Carlos Thomaz, Marcos Rodrigues, Carlos Altino Jassem Verdades Diniz da Gama e Mituro Yamamoto. Ver INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Plano Diretor de Informática, op. cit., p. VII.

28. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Plano Diretor de Informática, op. cit., p. 48.
29. Idem, ibidem, p. 47.
30. Idem, ibidem.
31. Idem, ibidem, p. 49.
32. Idem, ibidem, p. 52.
33. Idem, ibidem.
34. FERNANDES, C. D. R. [Entrevistas cedidas a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 20 set. 2023 e 27 set. 2023.
35. INFORMAÇÕES INTERNAS, n. 118, out. 1985, p. 03. Acervo da Memória Histórica do IPT.
36. INFORMAÇÕES INTERNAS, n. 122, abr. 1986, p. 03-04. Acervo da Memória Histórica do IPT.
37. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Plano Diretor de Informática, op. cit., p. 72.
38. Idem, ibidem, p. 76.
39. O detalhamento das configurações do *Cyber 170/720* pode ser encontrada na proposta feita pela Control Data do Brasil Computadores ao IPT. Ver INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Plano Diretor de Informática, op. cit., p. 72-81.
40. INFORMAÇÕES INTERNAS, n. 124, jun. 1986, capa. Acervo da Memória Histórica do IPT.
41. Idem, ibidem, p. 08.
42. Idem, ibidem.
43. INFORMAÇÕES INTERNAS, n. 139, set. 1987, p. 06-07. Acervo da Memória Histórica do IPT.
44. INFORMAÇÕES INTERNAS, n. 135, mai. 1987, p. 04. Acervo da Memória Histórica do IPT.
45. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Esboço para um Agrupamento de Geomatemática. Memorando Interno, nº 31/83. 25 mai. 1983. Acervo particular de Ely Bernardi.
46. INFORMAÇÕES INTERNAS, n. 135, mai. 1987, p. 04. Acervo da Memória Histórica do IPT.
47. INFORMAÇÕES INTERNAS, n. 138, ago. 1987, p. 03. Acervo da Memória Histórica do IPT. A respeito do programa Pró-Minério, ver também INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual – 1981. IPT: São Paulo, 1982. p. 07. Acervo digital da Biblioteca do IPT.
48. MICHRO. BOLETIM INFORMATIVO DA CRH, fev. 1989, p. 04-05. Acervo da Memória Histórica do IPT.
49. Idem, ibidem.
50. FERNANDES, C. D. R. [Entrevistas cedidas a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 20 set. 2023 e 27 set. 2023.
51. Idem, ibidem.
52. Idem, ibidem.
53. IPT: Software para gerenciamento de energia é o tema de hoje do bate-papo. Portal do Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 30 set. 2003. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/eventos/ipt-software-para-gerenciamento-de-energia-e-o-tema-de-hoje-do-bate-papo/>. Acesso em: 02 jul. 2024.
54. MICHRO. BOLETIM INFORMATIVO DA CRH, jan. 1989, p. 04-05. Acervo da Memória Histórica do IPT.
55. Idem, ibidem.
56. Idem, ibidem.
57. Idem, ibidem, p. 05.
58. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual – 1985. IPT: São Paulo, 1986. Acervo digital da Biblioteca do IPT.
59. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Plano Diretor de Informática, op. cit., p. 56-57.
60. INTERFACE, n. 100, ago. 1999, p. 02. Acervo da Biblioteca do IPT.
61. INTERFACE, n. 09, dez. 1991, p. 02. Acervo da Biblioteca do IPT.
62. Acrônimo para Because It's Time Network.
63. INTERFACE, n. 09, dez. 1991, p. 02. Acervo da Biblioteca do IPT.
64. Idem, ibidem.
65. OLIVEIRA, M. de. Os primórdios da rede. Revista FAPESP, São Paulo, ed. 180, fev. 2011. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/prim%C3%B3rdios-da-rede_/. Acesso em: 30 abr. 2024.
66. MORAIS, J. M. de. Petróleo em águas profundas: uma história de evolução tecnológica da Petrobrás na exploração e produção no mar (2. ed.). Rio de Janeiro: IPEA, 2023, p. 202-203.
67. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual – 1980. São Paulo: IPT, 1979, p. 29.
68. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. IPT – 100 Anos de Tecnologia, op. cit., p. 82-83.
69. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Plano Diretor de Informática, op. cit., p. 72.
70. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Ensaio dinâmico na construção civil. [Década de 1980]. Acervo da Memória Histórica do IPT.
71. MASSAD, F. [Entrevista cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 05 out. 2023: Os trabalhos de campo eram realizados pelos engenheiros da Seção de Dinâmica dos Solos e Fundações. Já as análises numéricas eram feitas pela equipe do Agrupamento de Matemática aplicada à Geotecnia.
72. A respeito do Digital PDP/MINC, ver acima nota nº 08.
73. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório nº 19.232 (2ª via). Natureza do trabalho: Instrumentação da Cravação das Estacas da Plataforma de Cherne I. Interessado: Antonio A. Noronha – Serviços de Engenharia S.A. Av. Graça Aranha, 266 – 9º andar, Rio de Janeiro – RJ. DEC/IPT: São Paulo, 1983. Ver Apêndice I, p. 01-05. Acervo particular de Ely Bernardi.
74. BERNARDI, E. Implantação e modificação em programas de cálculo de fundações baseado na Teoria de Equação de Onda. IN: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Sumário de Pesquisas Tecnológicas – 1987. IPT: São Paulo, 1988. p. 11.
75. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. IPT – 100 Anos de Tecnologia, op. cit., p. 82-83.
76. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual – 1986. São Paulo: IPT, 1987, p. 06.
77. BERNARDI, E.; MERICHELLI, M. P. et TANAKA, E. D. IPT CASE - Um Sistema para Análise de Sinais Obtidos Durante a Cravação Dinâmica de Estacas. IN: Anais do Simpósio sobre novos conceitos em Ensaio de Campo e Laboratório em Geotecnia, v. 2, 1988, Rio de Janeiro, p. 341-352.
78. Idem, ibidem.
79. NBR 13.208: Estacas: Ensaio de carregamento dinâmico – Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.
80. GOMES, C. L. R. IPT-ESTAB1 – Análise de estabilidade de taludes utilizando o método de Bishop Simplificado, com recursos gráficos e interação com o usuário. Anais do Simpósio sobre Aplicações de Microcomputadores em Geotecnia – MICROGEO, 1988, p. 55-56.
81. Idem, ibidem, p. 61.
82. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório nº 26.119 – Cadastramento, inspeção e análise de obras de arte em rodovias do estado de São Paulo, tendo em vista o controle de cargas especiais. Volume 1. IPT: São Paulo, 1988, p. 01-02. Acervo da Biblioteca do IPT.

CAPÍTULO 3 – ANOS 1990

1. INTERFACE, n.100, ago. 1999, p. 04. Acervo da Biblioteca do IPT.
2. À época vinculada à Divisão de Construção Civil – DCC.
3. Assinado pela pesquisadora Ely Bernardi, engenheira-chefe da SICC, o documento informava as instâncias administrativas da Divisão de Construção Civil a respeito da criação do Boletim *Interface*. A respeito, ver INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Memo DCC/SICC-10/90-I, 04 mar. 1991. [memorando] Acervo particular de Ely Bernardi.
4. Assinantes *Interface* - Relatório 09/10/1991 [documento impresso]. Acervo particular de Ely Bernardi.
5. O curso Introdução à Microcomputação, primeiro a ser oferecido, iniciou-se ainda em junho de 1991, com o “objetivo de transmitir os conceitos básicos necessários para o uso adequado da informática.”. Esses cursos foram oferecidos também nos anos subsequentes, segundo informa o *Interface*. Ver INTERFACE, n. 02, mai. 1991, p. 01. Acervo da Biblioteca do IPT.
6. O boom do uso doméstico. INTERFACE, n. 49, abr. 1995, p. 01. Acervo da Biblioteca do IPT.
7. Interface comemora cinco anos entrando na IPTNet. INTERFACE, n. 59, mar. 1996, p. 01. Acervo da Biblioteca do IPT.
8. A crise do ano 2000. INTERFACE, n. 84, abr. 1998, p. 04. Acervo da Biblioteca do IPT.
9. INTERFACE, n. 100, ago. 1999, p. 01-04. Acervo da Biblioteca do IPT.
10. Segundo a Pesquisa TIC Domicílios 2023, 84% dos entrevistados declararam ter acessado a Internet em 2023, um aumento de 3% em relação ao triênio anterior. Disponível em: https://cetic.br/media/analises/tic_domicilios_2023_coletiva_imprensa.pdf. Acesso em: 27 abr. 2024.
11. Para uma história da Internet no Brasil, ver LINS, B. F. E. A evolução da Internet: uma perspectiva histórica. Cadernos ASLEGIS, n. 48, jan.-abr./2013, p. 11-44. Disponível em: <https://bd.camara.leg.br/bd/handle/bdcamara/33179>. Acesso em: 27 abr. 2024.
12. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. MEI/CID/DCE-157/94. Conexão à Rede INTERNET. 07 dez. 1994. [memorando]. Acervo particular de Ely Bernardi.
13. Internet – a rede das redes. INTERFACE, n. 42, set. 1994, p. 04. Acervo da Biblioteca do IPT.
14. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. MEI/CID/DCE-157/94. Conexão à Rede INTERNET. 07 dez. 1994. [memorando]. Acervo particular de Ely Bernardi.
15. MELLO, A. B. de. INTERNET: A super-rede mundial de comunicação de dados. Revista CPU PC, Ano 2, n. 12, p. 20-28. Disponível em: <https://archive.org/details/cpu-pc-12/page/n19/mode/2up>. Acesso em: 27 abr. 2024.
16. IPT via Internet. INTERFACE, n. 52, jul. 1995, p. 02. Acervo da Biblioteca do IPT.
17. Acrônimo para Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (atual Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire, ou Organização Europeia para a Investigação Nuclear), o maior laboratório de física de partículas do mundo, criado em 1954 e localizado em Meyrin, na fronteira franco-suíça.
18. A short history of the Web. Portal do Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire – CERN. 2024. Disponível em: <https://home.web.cern.ch/science/computing/birth-web/short-history-web>. Acesso em: 30 abr. 2024.
19. IPTNet já é realidade. INTERFACE, n. 55, out. 1995, p. 02. Acervo da Biblioteca do IPT.
20. Anos 90: os microcomputadores e a IPTNet. INTERFACE, n. 100, ago. 1999, p. 03-04. Acervo da Biblioteca do IPT.
21. Idem, ibidem.
22. Idem, ibidem. Ver também INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Rede IPTNet – utilização do Linux nos servidores centrais. [sem data]. Acervo particular de Ely Bernardi.
23. Em 96, caía na rede. INTERFACE, n. 56, nov.-dez./1995, p. 01. Acervo da Biblioteca do IPT.
24. Idem, ibidem.
25. Mini-curso sobre Internet treina quase cem pessoas na DEC. INTERFACE, n. 65, set. 1996, p. 01. Acervo da Biblioteca do IPT.
26. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES DO BRASIL. 30 anos da Lei de Informática. MCTI/Governo Federal do Brasil, 2021, 44 p. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes-mcti/folders-e-cartilhas/cartilha-30-anos-da-lei-de-informatica>. Acesso em: 27 abr. 2024. Acervo da Biblioteca do IPT.
27. Exemplos de empresas parceiras no desenvolvimento de projetos incentivados pela Lei de Informática são a Itautech-Philco S/A, Alcatel, Compaq / HP, SB, Sony, Unisys, Philips, Procomp, Computel e Filizola. Ver MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO BRASIL. Resultados da Lei de Informática - Uma Avaliação. Parte 3 - Ações nas Instituições de Ensino Pesquisa: Instituto de Pesquisas Tecnológicas. MCT/Governo Federal do Brasil, 2003, p. 02. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/lei-de-tics/arquivos_acoes_nas_instituicoes_de_ensino_pesquisa/ipt.pdf. Acesso em: 15 abr. 2024. Acervo da Biblioteca do IPT.
28. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO BRASIL, Resultados da Lei de Informática, op. cit., p. 02. O valor de R\$ 112 milhões mencionado no documento foi atualizado para junho/2024 segundo o IPCA/IBGE, a partir da Calculadora do Cidadão do Banco Central do Brasil.
29. INTERFACE, n. 100, ago. 1999, p. 03. Acervo da Biblioteca do IPT.
30. O crescimento do mercado multimídia. INTERFACE, n. 53, ago. 1995, p. 04. Acervo da Biblioteca do IPT.
31. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO BRASIL, Resultados da Lei de Informática, op. cit., p. 03-04.
32. Prêmio: IPT ganha prêmio Finep 2002 de Inovação Tecnológica. Portal do Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 27 set. 2002. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/eventos/premio-ipt-ganha-premio-finep-2002-de-inovacao-tecnologica>. Acesso em: 28 abr. 2024.
33. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO BRASIL, Resultados da Lei de Informática, op. cit., p. 06.
34. Idem, ibidem.
35. Idem, ibidem, p. 07.
36. Idem, ibidem, p. 03.
37. REGGIANI, L. Internet começa a mudar os leilões. Folha de S. Paulo, São Paulo, 10 dez. 1997. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/1997/12/10/informatica/3.html>. Acesso em: 30 abr. 2024.
38. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO BRASIL, Resultados da Lei de Informática, op. cit., p. 03.
39. Idem, ibidem, p. 03.
40. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Desenvolvimento em Internet e Multimídia – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A – Anexo VIII. IPT: São Paulo, 1999. Acervo particular de Ely Bernardi.
41. A Casa Cor 98 foi a 12ª edição da exposição de arquitetura, design de interiores e decoração, aconteceu no Jardim América, em São Paulo, tendo a DECA como patrocinadora pela quinta vez consecutiva. Recebeu quase 53 mil visitantes entre 02 de junho e 05 de julho de 1998. Ver <https://casacor.abril.com.br/historia/>. Acesso em: 30 abr. 2024.
42. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO BRASIL, Resultados da Lei de Informática, op. cit., p. 03.

CAPÍTULO 4 – ANOS 2000

1. 10 anos acompanhando usuários. INTERFACE, n. 113, mar.-abr. 2001, p. 01. Acervo da Biblioteca do IPT.
2. Idem, ibidem.
3. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Parcial – Desenvolvimento de um novo site para o IPT na Internet, abr. 2001. Acervo particular de Ely Bernardi.
4. Tecnologia: IPT inaugura o ‘bate papo tecnológico’. Portal do Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 14 ago. 2001. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/eventos/tecnologia-ipt-inaugura-o-bate-papo-tecnologico>. Acesso em: 21 mai. 2024.
5. O Bate-Papo Tecnológico realizou 206 conversas com especialistas de áreas técnicas e científicas do IPT. A última sessão registrada ocorreu em 13 de agosto de 2007, às vésperas do seu aniversário de seis anos.
6. O projeto “Comunidades de práticas de riscos geológicos”, também esteve entre os 39 finalistas do Prêmio. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório da Administração 2004. Diretoria Executiva. Dezembro/2004, p. 20. Acervo digital da Biblioteca do IPT.
7. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual do IPT – 2005. IPT: São Paulo, 2006, p. 09. Acervo digital da Biblioteca do IPT.
8. Em 2005, foram criados também o Centro de Metrologia de Fluidos, Centro de Informação Tecnológica, o Centro Tecnológico do Ambiente Construído, o Centro de Metrologia em Química, o Centro Tecnológico da Indústria da Moda, o Centro de Aperfeiçoamento Tecnológico, o Centro de Integridade de Estruturas e Equipamentos e o Centro de Metrologia Mecânica e Elétrica. Em 2006, outros cinco foram inaugurados: o Centro de Tecnologia de Processos e Produtos, o Centro de Engenharia Naval e Oceânica, o Centro de Tecnologia em Recursos Florestais, o Centro de Tecnologias Ambientais e Energéticas e o Centro de Tecnologias de Obras de Infraestrutura. Ver INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual do IPT – 2005. IPT: São Paulo, 2006, p. 09. Acervo digital da Biblioteca do IPT.
9. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório da Administração 2004. Diretoria Executiva. Dez. 2004, p. 11. Acervo digital da Biblioteca do IPT.
10. IPT: Pedágio eletrônico será o tema do bate-papo desta terça-feira, dia 19. Portal do Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 19 nov. 2002. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/eventos/ipt-pedagio-eletronico-sera-o-tema-do-bate-papo-desta-terca-feira-dia-19>. Acesso em: 22 abr. 2024. Além disso, ver REVISTA DO IPT – PESQUISA & TECNOLOGIA – 110 ANOS. IPT: São Paulo, 2009, p. 72.
11. Criada em 2002 como uma autarquia de regime especial, a ARTESP regulamenta e fiscaliza todas as modalidades de serviços públicos de transporte que são autorizados, permitidos ou concedidos à iniciativa privada, detendo autonomia orçamentária, financeira, técnica, funcional e administrativa, além de poder de polícia. Ver <http://www.artesp.sp.gov.br/>. Acesso em: 24 mai. 2024.
12. Acrônimo para *Intelligent Transportation System*.
13. IEEE Intelligent Transportation Systems Society (ITSS). Portal do IEEE Intelligent Transportation Systems Society (ITSS). 2024. Disponível em: <https://iee-itss.org>. Acesso em: 03 jul. 2024.
14. DORIDO, G. B. et PENA, I. G. B. Planejamento em Sistemas de Transportes Inteligentes (ITS). Perspectivas de experiências internacionais. IN: THE WORLD BANK et ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. Sistemas Inteligentes de Transportes. Série Cadernos Técnicos, v. 08, maio/2012, p. 12. Acervo particular de Maria Cristina Machado Domingues.
15. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Resultados Preliminares de Avaliação. Operação, Arrecadação, Manutenção, Gestão Institucional e Infraestrutura do Sistema de Arrecadação das concessionárias de rodovias estaduais de São Paulo. 2012. Acervo particular de Maria Cristina Machado Domingues.
16. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Histórias de Inovação: 40 anos do IPT em serviços públicos, indústria, petróleo e gás, meio ambiente, saúde e administração. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2018, p. 38-42.
17. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual 2008. IPT: São Paulo, 2009, p. 87. Acervo digital da Biblioteca do IPT.
18. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual 2010. IPT: São Paulo, 2011, p. 47. Acervo digital da Biblioteca do IPT.
19. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual 2009. IPT: São Paulo, 2010, p. 25. Acervo digital da Biblioteca do IPT.
20. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, Histórias de Inovação, op. cit., p. 185-187.
21. São Paulo realiza maior número de transplantes dos últimos seis anos. Portal da Secretaria da Saúde do Estado de São Paulo, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://saude.sp.gov.br/ses/perfil/cidadao/homepage/destaques/sao-paulo-realiza-maior-numero-detransplantesdos-ultimos-seis-anos>. Acesso em: 23 mai. 2024.
22. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, Histórias de Inovação, op. cit., p. 30-34.
23. Além da Prefeitura Municipal de São Paulo, o serviço foi contratado pela Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil (Novacap, Brasília), pelas Secretarias do Meio Ambiente de Manaus (AM), de Porto Alegre (RS) e de Araguari (MG), AES – Eletropaulo, Instituto Butantan, Banco Bradesco – Cidade de Deus, Governo do Estado de São Paulo, USP-São Carlos, Condomínio Portal do Morumbi e Clube Palmeiras. Ver INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, Histórias de Inovação, op. cit., p. 34; e REVISTA DO IPT – PESQUISA & TECNOLOGIA – 110 ANOS, op. cit., p. 89-91.
24. Software desenvolvido pelo IPT ganha prêmio. Portal do Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 24 set. 2012. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/ultimas-noticias/software-desenvolvido-pelo-ipt-ganha-premio/>. Acesso em: 23 mai. 2024. Ver também INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual IPT 2012. IPT: São Paulo, 2013, p. 96. Acervo digital da Biblioteca do IPT.
25. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Documentação do Sistema de Custódia de Provas. Projeto: Desenvolvimento de Funcionalidades Adicionais do Sistema de Custódia de Provas Criminais Integrado a Leitores de RFID, mai. 2008, p. 05-06. Acervo particular de Ely Bernardi. Ver também INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual 2009. IPT: São Paulo, 2010, p. 34-35. Acervo digital da Biblioteca do IPT.

26. SECRETARIA DA FAZENDA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Programa de Estímulo à Cidadania Fiscal do Estado de São Paulo. 2011. Disponível em: https://portal.fazenda.sp.gov.br/servicos/nfp/Downloads/pec_nfp.pdf. Acesso em: 25 mai. 2024.
27. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual 2009. IPT: São Paulo, 2010, p. 50. Acervo digital da Biblioteca do IPT.
28. IPT lidera força tarefa da nova Internet. Portal do Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 07 out. 2007. Disponível em <https://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/ultimas-noticias/ipt-lidera-forca-tarefa-da-nova-internet/>. Acesso em: 27 mai. 2024. Ver também IPT: Internet corre risco de não ter endereços eletrônicos para todos. Portal do Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 17 mar. 2006. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/ultimas-noticias/ipt-internet-corre-risco-de-nao-ter-enderecos-eletronicos-para-todos/>. Acesso em: 27 mai. 2024.
29. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Técnico nº 68.175 – Sistema Integrado de Gestão de Segurança de Barragens. Agrupamento de Estudos Geotécnicos/Seção de Informática Aplicada/Divisão de Engenharia Civil. IPT: São Paulo, 2003.
30. DUKE ENERGY BRASIL. ABC da Energia: a história da Duke Energy no Brasil. Disponível em: <https://doczz.com.br/doc/292576/abc-da-energia--duke-energy-brasil>. Acesso em: 03 jul. 2024.
31. BERNARDI, E. [Entrevistas cedidas a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 02 jul. 2024.
32. BERNARDI, E. [Entrevistas cedidas a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 02 jul. 2024.
5. PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. Lei nº 16.499, de 20 de julho de 2016 – Dispõe sobre a elaboração do Mapa do Ruído Urbano da Cidade de São Paulo e dá outras providências. Disponível em: <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-16499-de-20-de-julho-de-2016>. Acesso em: 18 jun. 2024.
6. Prefeitura lança Selo de Acessibilidade Digital. Portal da Prefeitura Municipal de São Paulo, São Paulo, 17 mai. 2018. Disponível em: <https://www.capital.sp.gov.br/w/noticia/prefeitura-lanca-selo-de-acessibilidade-digital>. Acesso em: 29 mai. 2024; PremiaSampa – Selo de Acessibilidade Digital. Portal Premia Sampa, São Paulo, 2018. Disponível em: https://premiasampa.prefeitura.sp.gov.br/edicoes_anteriores/2018/pdf/2_selo_de_acessibilidade_digital.pdf. Acesso em: 29 mai. 2024; IPT auxilia Prefeitura de SP na concessão de selo de acessibilidade para sites. Portal do Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 12 nov. 2019. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/ultimas-noticias/ipt-auxilia-prefeitura-de-sp-na-concessao-de-selo-de-acessibilidade-para-sites/>. Acesso em: 29 mai. 2024.
7. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Infraestrutura e operação de transportes. IPT: São Paulo, 2014, p. 45. Acervo particular de Maria Cristina Machado Domingues. Ver também INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual 2014. IPT: São Paulo, 2015, p. 30, e INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual 2016. IPT: São Paulo, 2017, p. 34.
8. WORLD ECONOMIC FORUM. Global Risks Report 2024. Genebra: WEF, 2024. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2024.pdf. Acesso em: 30 mai. 2024.
9. O que são fatores climáticos extremos e por que eles são tão perigosos? National Geographic Brasil, 10 mai. 2024. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2024/05/o-que-sao-eventos-climaticos-extremos-e-por-que-eles-sao-tao-perigosos>. Acesso em: 30 mai. 2024.
10. NIAGRISK: gestão de risco de desastres naturais. Portal do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, São Paulo, 05 abr. 2023. Disponível em: <https://ipt.br/2023/04/05/niagrisk-gestao-de-risco-de-desastres-naturais/>. Acesso em: 30 mai. 2024. Ver também: Software do IPT auxilia gestão de riscos de desastres naturais. Portal da Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo, São Paulo, 15 jul. 2015. Disponível em: <https://www.desenvolvimentoeconomico.sp.gov.br/software-do-ipt-auxilia-gestao-de-riscos-de-desastres-naturais/>. Acesso em: 30 mai. 2024.
11. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, Relatório Anual 2015, op. cit., p. 41.
12. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual 2017. IPT: São Paulo, 2018, p. 44.
13. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, Relatório Anual 2014, op. cit., p. 29. Ver também: IPT realiza estudos em semáforos de São Paulo. Portal da Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo, São Paulo, 18 dez. 2013. Disponível em: <https://www.desenvolvimentoeconomico.sp.gov.br/ipt-realiza-estudos-em-semáforos-de-sao-paulo/>. Acesso em: 31 mai. 2024.
14. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual 2012. IPT: São Paulo, 2013, p. 40.
15. Ver capítulo anterior.
16. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual 2013. IPT: São Paulo, 2014, p. 86.

CAPÍTULO 5 – ANOS 2010

1. GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Lei Complementar nº 988, de 09 de janeiro de 2006 – Organiza a Defensoria Pública do Estado, institui o regime jurídico da carreira de Defensor Público do Estado. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei.complementar/2006/lei.complementar-988-09.01.2006.html>. Acesso em: 27 mai. 2024.
2. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, Histórias de Inovação, op. cit., p. 21-25. Ver, além disso: IPT desenvolve sistema para agilizar processos criminais. Portal da Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo, São Paulo, 17 out. 2014. Disponível em: <https://www.desenvolvimentoeconomico.sp.gov.br/ipt-desenvolve-sistema-para-agilizar-processos-criminais/>. Acesso em: 28 mai. 2024.
3. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, Histórias de Inovação, op. cit., p. 35-37. Ver, além disso, INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual 2011. IPT: São Paulo, 2012, p. 54.
4. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual 2015. IPT: São Paulo, 2016, p. 39. Ver também Pesquisadores do IPT criam dispositivo móvel que mapeia qualidade do ar em SP, Portal G1, 14 set. 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/pesquisadores-do-ipt-criam-dispositivo-movel-que-mapeia-qualidade-do-ar-em-sp.ghtml>. Acesso em: 29 mai. 2024.

17. A ARTESP incluiu, em 2021, a categoria Sustentabilidade e o indicador Simulado de Acidentes com Produtos Perigosos. Ver ARTESP. Prêmio Concessionária do Ano – 7ª Edição. Ver também INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, Relatório Anual 2015, op. cit., p. 40.
18. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, Relatório Anual 2017, op. cit., p. 45.
19. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, Relatório Anual 2013, op. cit., p. 67.
20. Idem, ibidem.
21. International Demonstrations of Platform for Transport Planning and Travel Information. Portal CORDIS-EU, 01 ago. 2019. Disponível em: <https://cordis.europa.eu/project/id/233745>. Acesso em: 31 mai. 2024.
22. International Coordination for Implementation of Innovative and Efficient Urban Mobility Solutions. Portal CORDIS-EU, 25 mai. 2022. Disponível em: <https://cordis.europa.eu/project/id/605580>. Acesso em: 31 mai. 2024.
23. Specific Programme “Cooperation”: Transport (including Aeronautics). Portal CORDIS-EU, 05 mar. 2014. Disponível em: <https://cordis.europa.eu/programme/id/FP7-TRANSPORT/en>. Acesso em: 31 mai. 2024.
24. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, Relatório Anual 2013, op. cit., p. 67. Ver também SANTOS, A. S. dos; MIYAKE, M.; LE GALL, F.; BAUMBERGER, M.; SATHYA, R.; COUSIN, P.; FRIIS, J.; VOUFFO, A.; INGLESANT, P.; ARUMUGAM, P. Adding value to Future Internet experimental facilities: Challenges, requirements and recommendations. *Journal for Applied Computing Research*, v. 3, p. 87-102, 2013. Disponível em: <https://revistas.unisinos.br/index.php/jacr/article/view/jacr.2013.32.03/4320>. Acesso em: 31 mai. 2024. A respeito do MyFIRE, ver FP7 EU Project, MyFIRE, kick off in Barcelona. Portal CORDIS-EU, 10 ago. 2010. Disponível em: <https://cordis.europa.eu/article/id/117647-fp7-eu-project-myfire-kick-off-in-barcelona>. Acesso em: 31 mai. 2024.
25. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Técnico nº 134 459-205 - Solução Computacional para Aquisição e Monitoração dos Sistemas de Medição de Vazão de Bebidas. Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM/IPT: São Paulo, 2013;
5. O que é Tecnologia Assistiva? Portal do Ministério da Saúde do Brasil, Brasília-DF, 18 nov. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/s/saude-da-pessoa-com-deficiencia/faq/o-que-e-tecnologia-assistiva>. Acesso em: 04 jun. 2024.
6. Plano de desenvolvimento institucional na área de transformação digital: manufatura avançada e cidades inteligentes e sustentáveis (PDIp) – Processo 17/50343-2. Portal da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Disponível em: <https://bv.fapesp.br/pt/auxilios/100778/plano-de-desenvolvimento-institucional-na-area-de-transformacao-digital-manufatura-avancada-e-cidade/>. Acesso em: 20 jun. 2024.
7. PLATAFORMA IASMIN – A Evolução da Indústria Brasileira para o Padrão 4.0. Disponível em: <https://plataformaiasmin.org.br/>. Acesso em: 04 jun. 2024.
8. Em 2024, os participantes são: Associação Parque Tecnológico de São José dos Campos, Centro Universitário FACENS, Escola Politécnica (USP), Instituto de Matemática e Estatística (USP), Fundação Parque Tecnológico Itaipu, Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba (UNESP), Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Universidade Técnica Federal do Paraná, Universidade Federal de São Paulo, Universidade Federal do ABC. Agência Unesp de Inovação e Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <https://plataformaiasmin.org.br/about>. Acesso em: 04 jun. 2024.
9. Em 2024, as empresas participantes são: Siemens Ltda., Siemens Infraestrutura e Indústria Ltda., Robert Bosch Limitada, Klabin S.A, FCA Fiat Chrysler Automóveis Brasil Ltda. e Braskem S.A. Disponível em: <https://plataformaiasmin.org.br/about>. Acesso em: 04 jun. 2024.
10. MCTI participa de lançamento de Centro de Pesquisa Aplicada em Inteligência Artificial. Portal do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil, Brasília-DF, 03 nov. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2021/06/mcti-participa-de-lancamento-de-centro-de-pesquisa-aplicada-em-inteligencia-artificial>. Acesso em: 20 jun. 2024.
11. Centro de Pesquisa Aplicada em Inteligência Artificial para a Evolução das Indústrias para o Padrão 4.0 – Processo 20/09850-0. Portal da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Disponível em: <https://bv.fapesp.br/pt/auxilios/110902/centro-de-pesquisa-aplicada-em-inteligencia-artificial-para-a-evolucao-das-industrias-para-o-padrao-/>. Acesso em: 20 jun. 2024.
12. Inteligência Artificial e Indústria 4.0. Portal do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, São Paulo, 23 jun. 2021. Disponível em: <https://ipt.br/2021/06/23/inteligencia-artificial-e-industria-4-0/>. Acesso em: 04 jun. 2024.
13. Sistema operacional Linux para notebooks desenvolvido pelo IPT em parceria com a Lenovo, inclui dois idiomas indígenas ameaçados de extinção. Portal do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, São Paulo, 23 mai. 2024. Disponível em: <https://ipt.br/2023/05/23/tecnologias-digitais-para-todos/>. Acesso em: 04 jun. 2024.
14. ZAPAROLLI, D. DNA sintético poderá armazenar dados digitais. *Revista FAPESP*, São Paulo, ed. 326, abr. 2023, 30 mai. 2023. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/dna-sintetico-podera-armazenar-dados-digitais/>. Acesso em: 04 jun. 2024.
15. Aceleração de Startups. Portal do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, São Paulo, 23 fev. 2022. Disponível em: <https://ipt.br/2022/02/23/acceleracao-de-startups/>. Acesso em: 20 jun. 2024.

CAPÍTULO 6 – ANOS 2020

1. Além de Tecnologias Digitais, o IPT possui outras sete unidades de negócios: Energia; Ensino Tecnológico; Cidades, Infraestrutura e Meio Ambiente; Habitação e Edificações; Bionomanufatura; Materiais Avançados e Tecnologias Regulatórias e Metrológicas.
2. Tecnologias Digitais. Portal do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://ipt.br/2023/01/24/td/>. Acesso em: 04 jun. 2024.
3. BRASIL. Decreto nº 10.645, de 11 de março de 2021 – Plano Nacional de Tecnologia Assistiva. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Decreto/D10645.htm. Acesso em: 04 jun. 2024.
4. BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015 – Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 04 jun. 2024.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOTECA DO IPT

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Catálogo Descritivo. São Paulo, 1976.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Plano Diretor de Informática do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1984.

COLEÇÃO BOLETIM INTERFACE. São Paulo: IPT, mar./1991 – mar.-abr./2001.

INTERFACE, n. 02, mai. 1991.

INTERFACE, n. 09, dez. 1991.

INTERFACE, n. 42, set. 1994.

INTERFACE, n. 49, abr. 1995.

INTERFACE, n. 52, jul. 1995.

INTERFACE, n. 53, ago. 1995.

INTERFACE, n. 55, out. 1995.

INTERFACE, n. 56, nov.-dez. 1995.

INTERFACE, n. 59, mar. 1996.

INTERFACE, n. 65, set. 1996.

INTERFACE, n. 84, abr. 1998.

INTERFACE, n. 100, ago. 1999.

INTERFACE, n. 113, mar.-abr. 2001.

BIBLIOTECA DIGITAL DO IPT

COLEÇÃO RELATÓRIO ANUAL. São Paulo: IPT, 1969-1990; 2004-2017.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Atividades desenvolvidas em 1971. Relatório apresentado ao Conselho de Administração. São Paulo: IPT, 1972.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Atividades desenvolvidas em 1973. Relatório apresentado ao Conselho Deliberativo. São Paulo: IPT, 1974.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual – 1976. São Paulo: IPT, 1977.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual – 1980. São Paulo: IPT, 1981.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual – 1986. São Paulo: IPT, 1987.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual – 1985. IPT: São Paulo, 1986.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório da Administração 2004. Diretoria Executiva.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual 2005. IPT: São Paulo, 2006.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual 2008. IPT: São Paulo, 2009.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual 2009. IPT: São Paulo, 2010.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual 2010. IPT: São Paulo, 2011.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual 2011. IPT: São Paulo, 2012.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual IPT 2012. IPT: São Paulo, 2013.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual 2013. IPT: São Paulo, 2014.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual 2014. IPT: São Paulo, 2015.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual 2015. IPT: São Paulo, 2016.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual 2016. IPT: São Paulo, 2017.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual 2017. IPT: São Paulo, 2018.

REVISTA DO IPT – PESQUISA & TECNOLOGIA – 110 ANOS. IPT: São Paulo, 2009.

MEMÓRIA HISTÓRICA DO IPT

ATA DA 41ª REUNIÃO DO CONSELHO ESTADUAL DE TECNOLOGIA, 03 jun. 1970.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Ofício S-2091/69. 29 out. 1969.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. IPT-INPN-ITAIPU [dossiê], 04 abr. 1977.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Extensão do Tanque de Provas do IPT [década de 1970].

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Divisão de Engenharia Civil. [década de 1970].

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Ensaio dinâmico na construção civil. [década de 1980].

INFORMAÇÕES INTERNAS, n. 118, out. 1985.

INFORMAÇÕES INTERNAS, n. 122, abr. 1986.

INFORMAÇÕES INTERNAS, n. 135, mai. 1987.

INFORMAÇÕES INTERNAS, n. 138, ago. 1987.

INFORMAÇÕES INTERNAS, n. 139, set. 1987.

MICRO. BOLETIM INFORMATIVO DA CRH, jan. 1989.

MICRO. BOLETIM INFORMATIVO DA CRH, fev. 1989.

ACERVO TÉCNICO DO IPT

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Técnico nº 26.119 – Cadastramento, inspeção e análise de obras de arte em rodovias do estado de São Paulo, tendo em vista o controle de cargas especiais. Volume 1. IPT: São Paulo, 1988.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Técnico nº 68.175 – Sistema Integrado de Gestão de Segurança de Barragens. Agrupamento de Estudos Geotécnicos/Seção de Informática Aplicada/Divisão de Engenharia Civil. IPT: São Paulo, 2003.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Técnico nº 134 459-205 - Solução Computacional para Aquisição e Monitoração dos Sistemas de Medição de Vazão de Bebidas. Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade – CIAM/IPT: São Paulo, 2013.

COLEÇÕES DOCUMENTAIS PARTICULARES

GEHRING, J. Determinação de Scattergramas para o Programa Interlaboratorial – Convênio IPT/NBS. São Paulo: Divisão de Engenharia Civil do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1978.

Acervo particular de Ely Bernardi.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório nº 19.232 (2ª via). Natureza do trabalho: Instrumentação da Cravação das Estacas da Plataforma de Cherne I. Interessado: Antonio A. Noronha – Serviços de Engenharia S.A. Av. Graça Aranha, 266 – 9º andar, Rio de Janeiro – RJ. DEC/IPT: São Paulo, 1983. Acervo particular de Ely Bernardi.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Manual do Programa IPT-Perc. PC v.01. Acervo particular de Ely Bernardi.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Esboço para um Agrupamento de Geomatématica. Memorando Interno, nº 31/83. 25 mai. 1983. Acervo particular de Ely Bernardi.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Memo DCC/SICC-10/90-I, 04 mar. 1991. [memorando] Acervo particular de Ely Bernardi.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Memo DCC/SICC-10/90-I, 04 mar. 1991. [memorando] Acervo particular de Ely Bernardi.

“Assinantes *Interface* - Relatório 09/10/1991” [impresso]. Acervo particular de Ely Bernardi.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. MEI/CID/DCE-157/94. Conexão à Rede INTERNET. 07 dez. 1994. [memorando]. Acervo particular de Ely Bernardi.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Desenvolvimento em Internet/Multimídia – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A – Anexo VIII. IPT: São Paulo, 1999. Acervo particular de Ely Bernardi.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Parcial – Desenvolvimento de um novo site para o IPT na Internet, abr. 2001. Acervo particular de Ely Bernardi.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Documentação do Sistema de Custódia de Provas. Projeto: Desenvolvimento de Funcionalidades Adicionais do Sistema de Custódia de Provas Criminais Integrado a Leitores de RFID, mai. 2008. Acervo particular de Ely Bernardi.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Resultados Preliminares de Avaliação. Operação, Arrecadação, Manutenção, Gestão Institucional e Infraestrutura do Sistema de Arrecadação das concessionárias de rodovias estaduais de São Paulo. IPT: São Paulo, 2012. Acervo particular de Maria Cristina Machado Domingues.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Infraestrutura e operação de transportes. IPT: São Paulo, 2014. Acervo particular de Maria Cristina Machado

Domingues.

THE WORLD BANK et ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. Sistemas Inteligentes de Transportes. Série Cadernos Técnicos, v. 08, maio de 2012. Acervo particular de Maria Cristina Machado Domingues.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Informática em Engenharia Civil. [ofício sem data]. Acervo particular de Ely Bernardi.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Informática em Estruturas. [ofício sem data]. Acervo particular de Ely Bernardi.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Rede IPTNet – utilização do Linux nos servidores centrais. [documento sem data]. Acervo particular de Ely Bernardi.

ARTIGOS, SITES E PUBLICAÇÕES DIGITAIS

Aceleração de Startups. Portal do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, São Paulo, 23 fev. 2022. Disponível em: <https://ipt.br/2022/02/23/acceleracao-de-startups/>. Acesso em: 20 jun. 2024.

Centro de Pesquisa Aplicada em Inteligência Artificial para a Evolução das Indústrias para o Padrão 4.0 – Processo 20/09850-0. Portal da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Disponível em: <https://bv.fapesp.br/pt/auxilios/110902/centro-de-pesquisa-aplicada-em-inteligencia-artificial-para-a-evolucao-das-industrias-para-o-padrao-/>. Acesso em: 20 jun. 2024.

DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION. Nineteen Fifty-seven to the present. 1977. Disponível em: [https://s3data.computerhistory.org/pdp-1/dec.digital_1957_to_the_present_\(1978\).1957-1978.102630349.pdf](https://s3data.computerhistory.org/pdp-1/dec.digital_1957_to_the_present_(1978).1957-1978.102630349.pdf). Acesso em: 04 mar. 2024.

FP7 EU Project, MyFIRE, kick off in Barcelona. Portal CORDIS-EU, 10 ago. 2010. Disponível em: <https://cordis.europa.eu/article/id/117647-fp7-eu-project-myfire-kick-off-in-barcelona>. Acesso em: 31 mai. 2024.

IEEE Intelligent Transportation Systems Society (ITSS). Portal do IEEE Intelligent Transportation Systems Society (ITSS). 2024. Disponível em: <https://ieee-itss.org>. Acesso em: 03 jul. 2024.

Inteligência Artificial e Indústria 4.0. Portal do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, São Paulo, 23 jun. 2021. Disponível em: <https://ipt.br/2021/06/23/inteligencia-artificial-e-industria-4-0/>. Acesso em: 04 jun. 2024.

International Demonstrations of Platform for Transport Planning and Travel Information. Portal CORDIS-EU, 01 ago. 2019. Disponível em: <https://cordis.europa.eu/project/id/233745>. Acesso em: 31 mai. 2024.

International Coordination for Implementation of Innovative and Efficient Urban Mobility Solutions. Portal CORDIS-EU, 25 mai. 2022. Disponível em: <https://cordis.europa.eu/project/id/605580>. Acesso em: 31 mai. 2024.

IPT: Pedágio eletrônico será o tema do bate-papo desta terça-feira, dia 19. Portal do Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 19 nov. 2002. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/eventos/ipt-pedagio-eletronico-sera-o-tema-do-bate-papo-desta-terca-feira-dia-19>. Acesso em: 22 abr. 2024.

IPT: Software para gerenciamento de energia é o tema de hoje do bate-papo. Portal do Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 30 set. 2003. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/eventos/ipt-software-para-gerenciamento-de-energia-e-o-tema-de-hoje-do-bate-papo/>. Acesso em: 02 jul. 2024.

IPT: Internet corre risco de não ter endereços eletrônicos para todos. Portal do Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 17 mar. 2006. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/ultimas-noticias/ipt-internet-corre-risco-de-nao-ter-enderecos-eletronicos-para-todos/>. Acesso em: 27 mai. 2024.

IPT lidera força tarefa da nova Internet. Portal do Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 07 out. 2007. Disponível em <https://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/ultimas-noticias/ipt-lidera-forca-tarefa-da-nova-internet/>. Acesso em: 27 mai. 2024.

IPT realiza estudos em semáforos de São Paulo. Portal da Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo, São Paulo, 18 dez. 2013. Disponível em: <https://www.desenvolvimentoeconomico.sp.gov.br/ipt-realiza-estudos-em-semaforos-de-sao-paulo/>. Acesso em: 31 mai. 2024.

IPT desenvolve sistema para agilizar processos criminais. Portal da Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo, São Paulo, 17 out. 2014. Disponível em: <https://www.desenvolvimentoeconomico.sp.gov.br/ipt-desenvolve-sistema-para-agilizar-processos-criminais/>. Acesso em: 28 mai. 2024.

IPT auxilia Prefeitura de SP na concessão de selo de acessibilidade para sites. Portal do Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 12 nov. 2019. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/ultimas-noticias/ipt-auxilia-prefeitura-de-sp-na-concessao-de-selo-de-acessibilidade-para-sites/>. Acesso em: 29 mai. 2024.

MCTI participa de lançamento de Centro de Pesquisa Aplicada em Inteligência Artificial. Portal do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil, Brasília-DF, 03 nov. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2021/06/mcti-participa-de-lancamento-de-centro-de-pesquisa-aplicada-em-inteligencia-artificial>. Acesso em: 20 jun. 2024.

MELLO, V. F. B. Reflections on design decisions of practical significance to embankment dams. In: *Géotechnique*, v. 27, n. 3, 1977, p. 281-355. Disponível em: <https://www.icevirtuallibrary.com/doi/epdf/10.1680/geot.1977.27.3.281>. Acesso em: 13 jul. 2024.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO BRASIL. Resultados da Lei de Informática - Uma Avaliação. Parte 3 - Ações nas Instituições de Ensino Pesquisa: Instituto de Pesquisas Tecnológicas. MCT/Governo Federal do Brasil, 2003, 10 p. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/lei-de-tics/arquivos_acoes_nas_instituicoes_de_ensino_pesquisa/ipt.pdf. Acesso em: 15 abr. 2024.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES DO BRASIL. 30 anos da Lei de Informática. MCTI/Governo Federal do Brasil, 2021, 44 p. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes-mcti/folders-e-cartilhas/cartilha-30-anos-da-lei-de-informatica>. Acesso em: 14 abr. 2024.

NIAGRISK: gestão de risco de desastres naturais. Portal do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, São Paulo, 05 abr. 2023. Disponível em: <https://ipt.br/2023/04/05/niagrisk-gestao-de-risco-de-desastres-naturais/>. Acesso em: 30 mai. 2024.

OLIVEIRA, M. de. Os primórdios da rede. *Revista FAPESP*, São Paulo, ed. 180, fev. 2011. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/prim%C3%B3rdios-da-rede/>. Acesso em: 30 abr. 2024.

O que é Tecnologia Assistiva? Portal do Ministério da Saúde do Brasil, Brasília-DF, 18 nov. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/s/saude-da-pessoa-com-deficiencia/faq/o-que-e-tecnologia-assistiva>. Acesso em: 04 jun. 2024.

Pesquisadores do IPT criam dispositivo móvel que mapeia qualidade do ar em SP, Portal G1, 14 set. 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/pesquisadores-do-ipt-criam-dispositivo-movel-que-mapeia-qualidade-do-ar-em-sp.ghtml>. Acesso em: 29 mai. 2024;

Plano de desenvolvimento institucional na área de transformação digital: manufatura avançada e cidades inteligentes e sustentáveis (PDIp) – Processo 17/50343-2. Portal da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Disponível em: <https://bv.fapesp.br/pt/auxilios/100778/plano-de-desenvolvimento-institucional-na-area-de-transformacao-digital-manufatura-avancada-e-cidade/>. Acesso em: 20 jun. 2024.

Prefeitura lança Selo de Acessibilidade Digital. Portal da Prefeitura Municipal de São Paulo, São Paulo, 17 mai. 2018. Disponível em: <https://www.capital.sp.gov.br/w/noticia/prefeitura-lanca-selo-de-acessibilidade-digital>. Acesso em: 29 mai. 2024.

PremiaSampa – Selo de Acessibilidade Digital. Portal Premia Sampa, São Paulo, 2018. Disponível em: https://premiasampa.prefeitura.sp.gov.br/edicoes_anteriores/2018/pdf/2_selo_de_acessibilidade_digital.pdf. Acesso em: 29 mai. 2024.

Prêmio: IPT ganha prêmio Finep 2002 de Inovação Tecnológica. Portal do Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 27 set. 2002. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/eventos/premio-ipt-ganha-premio-finep-2002-de-inovacao-tecnologica>. Acesso em: 28 abr. 2024.

Programas Interlaboratoriais em Celulose e Papel. Portal do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 29 set. 2023. Disponível em: <https://ipt.br/2023/09/29/programas-interlaboratoriais-em-celulose-e-papel-2>. Acesso em: 22 mar. 2024.

REGGIANI, L. Internet começa a mudar os leilões. Folha de S. Paulo, São Paulo, 10 dez. 1997. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/1997/12/10/informatica/3.html>. Acesso em: 30 abr. 2024.

São Paulo realiza maior número de transplantes dos últimos seis anos. Portal da Secretaria da Saúde do Estado de São Paulo, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://saude.sp.gov.br/ses/perfil/cidadao/homepage/destaques/sao-paulo-realiza-maior-numero-detransplantesdos-ultimos-seis-anos>. Acesso em: 23 mai. 2024.

SECRETARIA DA FAZENDA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Programa de Estímulo à Cidadania Fiscal do Estado de São Paulo. 2011. Disponível em: https://portal.fazenda.sp.gov.br/servicos/nfp/Downloads/pec_nfp.pdf. Acesso em: 25 mai. 2024.

Sistema operacional Linux para notebooks desenvolvido pelo IPT em parceria com a Lenovo, inclui dois idiomas indígenas ameaçados de extinção. Portal do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, São Paulo, 23 mai. 2024. Disponível em: <https://ipt.br/2023/05/23/tecnologias-digitais-para-todos/>. Acesso em: 04 jun. 2024.

Software desenvolvido pelo IPT ganha prêmio. Portal do Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 24 set. 2012. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/ultimas-noticias/software-desenvolvido-pelo-ipt-ganha-premio/>. Acesso em: 23 mai. 2024.

Software do IPT auxilia gestão de riscos de desastres naturais. Portal da Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo, São Paulo, 15 jul. 2015. Disponível em: <https://www.desenvolvimentoeconomico.sp.gov.br/software-do-ipt-auxilia-gestao-de-riscos-de-desastres-naturais/>. Acesso em: 30 mai. 2024.

Specific Programme “Cooperation”: Transport (including Aeronautics). Portal CORDIS-EU, 05 mar. 2014. Disponível em: <https://cordis.europa.eu/programme/id/FP7-TRANSPORT/en>. Acesso em: 31 mai. 2024.

Tecnologia: IPT inaugura o 'bate papo tecnológico'. Portal do Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 14 ago. 2001. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/eventos/tecnologia-ipt-inaugura-o-bate-papo-tecnologico>. Acesso em: 21 mai. 2024.

Tecnologias Digitais. Portal do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://ipt.br/2023/01/24/td/>. Acesso em: 04 jun. 2024.

WOILER, S. Computador: conceitos e aplicações. In: Revista de Administração de Empresas, v. 4, n. 10, 1970. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rae/a/8FX5tDznG349WPxMJM6Kz7s/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 13 mar. 2024.

BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA

A short history of the Web. Portal do Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire – CERN. 2024. Disponível em: <https://home.web.cern.ch/science/computing/birth-web/short-history-web>. Acesso em: 30 abr. 2024.

BATHE, K.-J., WILSON E. L. e PETERSON, F. E. "SAP IV – A Structural Analysis Program for Static and Dynamic Response of Linear Systems", IN: Earthquake Engineering Research Center Report, n. 73-11, Universidade da Califórnia, Berkeley, 1973.

BERNARDI, E. Implantação e modificação em programas de cálculo de fundações baseado na Teoria de Equação de Onda. IN: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Sumário de Pesquisas Tecnológicas – 1987. IPT: São Paulo, 1988.

BERNARDI, E.; MERICHELLI, M. P. et TANAKA, E. D. IPT CASE - Um Sistema para Análise de Sinais Obtidos Durante a Cravação Dinâmica de Estacas. IN: Anais do Simpósio sobre novos conceitos em Ensaios de Campo e Laboratório em Geotecnia, v. 2, 1988, Rio de Janeiro.

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015 – Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 04 jun. 2024.

BRASIL. Decreto nº 10.645, de 11 de março de 2021 – Plano Nacional de Tecnologia Assistiva. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Decreto/D10645.htm. Acesso em: 04 jun. 2024.

CORREIA, L. F. da S. Modulações entre o analógico e o digital: apontamentos históricos da inserção do Brasil na era da informação (1977 – 2000). Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em História Social – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 2018, 380 f.

D'ALMEIDA, M. L. O. Proposta de modelo organizacional para os Programas Interlaboratoriais do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. (Tese de Doutorado) São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 2011.

DUKE ENERGY BRASIL. ABC da Energia: a história da Duke Energy no Brasil. Disponível em: <https://doczz.com.br/doc/292576/abc-da-energia--duke-energy-brasil>. Acesso em: 03 jul. 2024.

FARIA, E. F. de; WILLRICH, F. L. e ICHIKAWA, M. K. "UHE Itaipu: 40 anos – um resgate da história", IN: Concreto & Construções, ed. 109, jan-mar/2023.

GOMES, C. L. R. IPT-ESTAB1 – Análise de estabilidade de taludes utilizando o método de Bishop Simplificado, com recursos gráficos e interação com o usuário. IN: Anais do Simpósio sobre Aplicações de Microcomputadores em Geotecnia – MICROGEO, 1988.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Lei Complementar nº 988, de 09 de janeiro de 2006 – Organiza a Defensoria Pública do Estado, institui o regime jurídico da carreira de Defensor Público do Estado. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei.complementar/2006/lei.complementar-988-09.01.2006.html>. Acesso em: 27 mai. 2024.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Histórias de Inovação: 40 anos do IPT em serviços públicos, indústria, petróleo e gás, meio ambiente, saúde e administração. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2018.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. IPT – 90 anos de tecnologia. São Paulo: IPT, 1989.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. IPT – 100 Anos de Tecnologia. São Paulo: Hamburg Gráfica Editora, 1999. Acervo da Biblioteca do IPT.

ITAIPU BINACIONAL. Itaipu: usina hidrelétrica – projeto: aspectos de engenharia. Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional, 2009.

LINS, B. F. E. A evolução da Internet: uma perspectiva histórica. Cadernos ASLEGIS, n. 48, jan.-abr./2013, p. 11-44. Disponível em: <https://bd.camara.leg.br/bd/handle/bdcamara/33179>. Acesso em: 27 abr. 2024.

MACÊDO, M. R. C de. (ed.); NAKATA, V. (org.). Do cartão perfurado à nuvem: história do Centro de Computação Eletrônica da USP. Universidade de São Paulo: São Paulo, 2014, 176 p. Disponível em: https://issuu.com/martamacedo05/docs/historia_do_centro_de_computacao_el. Acesso em: 12 jul. 2024.

MELLO, A. B. de. INTERNET: A super-rede mundial de comunicação de dados. IN: Revista CPU PC, Ano 02, n. 12, p. 20-28. Disponível em: <https://archive.org/details/cpu-pc-12/page/n19/mode/2up>. Acesso em: 12 abr. 2024.

MORAIS, J. M. de. Petróleo em águas profundas: uma história de evolução tecnológica da Petrobras na exploração e produção no mar (2. ed.). Rio de Janeiro: IPEA, 2023.

OLIVEIRA, N. C. C. A grande aceleração e a construção de barragens hidrelétricas no Brasil. Varia Historia, v. 34, n. 65, 2018.

OLIVIERI, J. C. Programa Interlaboratorial: Proposta de Modelo para Interpretação de Resultados de Análises Químicas. Dissertação (Mestrado Profissional). Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, 2004.

O que são fatores climáticos extremos e por que eles são tão perigosos? National Geographic Brasil, 10 mai. 2024. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2024/05/o-que-sao-eventos-climaticos-extremos-e-por-que-eles-sao-tao-perigosos>. Acesso em: 30 mai. 2024.

PINTO, C. de S., ROCHA, R. e MARRANO, A. O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. IN: PIASENTIN, C. (ed.). A história das barragens no Brasil, Séculos XIX, XX e XXI: cinquenta anos do Comitê Brasileiro de Barragens. Rio de Janeiro: CBDB, 2011.

PLATAFORMA IASMIN – A Evolução da Indústria Brasileira para o Padrão 4.0. Disponível em: <https://plataformaiasmin.org.br/>. Acesso em: 04 jun. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. Lei nº 16.499, de 20 de julho de 2016 – Dispõe sobre a elaboração do Mapa do Ruído Urbano da Cidade de São Paulo e dá outras providências. Disponível em: <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-16499-de-20-de-julho-de-2016>. Acesso em: 18 jun. 2024.

REITHERMAN, R. et SCOTT, S. Edward L. Wilson, with an appendix on Ray W. Clough. Série Connections: EERI Oral History Series, v. 24. Berkeley: Earthquake Engineering Research Institute, 2016. Disponível em: <https://www.eeri.org/what-we-offer/digital-library/?lid=7179>. Acesso em: 20 mar. 2024.

SANTOS, A. S. dos; MIYAKE, M.; LE GALL, F.; BAUMBERGER, M.; SATHYA, R.; COUSIN, P.; FRIIS, J.; VOUFFO, A.; INGLESANT, P.; ARUMUGAM, P. Adding value to Future Internet experimental facilities: Challenges, requirements and recommendations. IN: Journal for Applied Computing Research, v. 3, p. 87-102, 2013. Disponível em: <https://revistas.unisinos.br/index.php/jacr/article/view/jacr.2013.32.03/4320>. Acesso em: 31 mai. 2024.

TWINE, D. et ROSCOE, H. (eds.). Temporary Propping for Deep Excavations: Guidance on design. CIRIA: Londres, 1999.

VIANNA, M. et PEREIRA, L. de M. Por uma história da informática no Brasil: os precursores das tecnologias computacionais (1958 – 1972). (1.ed.) Jundiaí: Paco Editorial, 2022. E-Book.

WAH, B. (ed.) Wiley Encyclopedia of Computer Science and Engineering. Londres: John Wiley & Sons, Inc., 2008.

WAZLAWICK, R. S. História da computação. (1.ed.) Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

WORLD ECONOMIC FORUM. Global Risks Report 2024. Genebra: WEF, 2024. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2024.pdf. Acesso em: 30 mai. 2024.

ZAPAROLLI, D. DNA sintético poderá armazenar dados digitais. Revista FAPESP, São Paulo, ed. 326, abr. 2023, 30 mai. 2023. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/dna-sintetico-podera-armazenar-dados-digitais/>. Acesso em: 04 jun. 2024.

ENTREVISTAS

BELINETTI JR., J. V. [Entrevista on-line cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], 16 nov. 2023.

BERNARDI, E. [Entrevistas cedidas a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 23 out. 2023, 06 nov. 2023 e 02 jul. 2024.

BON JR., W. [Entrevista cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 17 ago. 2023.

BOZOLAN, G. [Entrevista cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 22 nov. 2023.

DOMINGUES, M. C. M. [Entrevista cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 15 dez. 2023.

FERNANDES, C. D. R. [Entrevistas cedidas a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 20 set. 2023 e 27 set. 2023.

GARCIA, J. A. R. [Entrevista cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 24 out. 2023.

GIAQUINTO, S. [Entrevistas cedidas a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 22 nov. 2023 e 06 dez. 2023.

KATAYAMA, M. T. [Entrevista on-line cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], 09 nov. 2023.

LEONE, P. C. [Entrevista por telefone cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], 05 mar. 2024.

LIMA, J. de. [Entrevistas cedidas a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 22 ago. 2023 e 28 ago. 2023.

MARTE, C. L. [Entrevista on-line cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], 16 nov. 2023.

MARTINS, W. C. [Entrevista on-line cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], 17 out. 2023.

MASSAD, F. [Entrevista cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 05 out.

2023.

MAZZIERO, R. [Entrevista on-line cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], 07 dez. 2023.

MERICHELLI, M. P. [Entrevistas cedidas a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 28 ago. 2023 e 05 out. 2023.

ORTIZ, L. E. C. [Entrevista on-line cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], 19 out. 2023.

PINTO, J. A. da C. [Entrevista cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 23 nov. 2023.

PORCARO, M. de F. [Entrevista on-line cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], 09 nov. 2023.

QUINTANILHA, J. A. [Entrevista on-line cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], 04 dez. 2023.

RODRIGUES, R. C. [Entrevistas cedidas a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 20 out. 2023 e 17 nov. 2023.

RIGO, A. L. [Entrevistas on-line cedidas a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], 31 out. 2023 e 21 nov. 2023.

SANTOS, A. S. dos. [Entrevistas on-line cedidas a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], 24 nov. 2023 e 28 nov. 2023.

SUGAYA, M. M. [Entrevista cedida a Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira], São Paulo, 30 ago. 2023.

FICHA TÉCNICA

AUTORIA

Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira

PESQUISA HISTÓRICA, ENTREVISTAS, CURADORIA DE CONTEÚDO E REDAÇÃO

Eduardo Polidori Villa Nova de Oliveira

PROJETO GRÁFICO E DIREÇÃO DE ARTE

Renata Dias de Gouvêa de Figueiredo Lanz

ASSESSORIA À PESQUISA, INTERMEDIÇÃO PARA ENTREVISTAS E REVISÃO DE CONTEÚDO

Ely Bernardi

Maria Cristina Machado Domingues

Marlene Prado Merichelli

TRATAMENTO DE IMAGENS

Alexandre de Faustino Miranda

Renato Curto Rodrigues

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Oliveira, Eduardo Polidori Villa Nova de
Tecnologias digitais [livro eletrônico] : 50 anos
de uma história em construção / Eduardo Polidori
Villa Nova de Oliveira. -- São Paulo : Instituto de
Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2024.
-- (IPT Publicação ; 3061)
PDF

Bibliografia.
ISBN 978-65-5702-027-2

1. Inovação tecnológica 2. Tecnologia - História
3. Tecnologia digital I. Título. II. Série.

24-224079

CDD-660.02

Índices para catálogo sistemático:

1. Tecnologia 660.02

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415



ipt
INSTITUTO DE
PESQUISAS
TECNOLÓGICAS