

Terminal Inteligente: a trajetória de um microcomputador brasileiro do laboratório à indústria

Ana Lucia Faria da Costa Rodrigues¹[\[0000-0001-8900-3651\]](mailto:ana_lucia@nce.ufrj.br) e José Antonio dos Santos Borges²[\[0000-0002-3610-7569\]](mailto:antonio2@nce.ufrj.br)

^{1,2} Instituto Tércio Pacitti, Universidade Federal do Rio de Janeiro (NCE/UFRJ)
Rio de Janeiro, Brasil
ana_lucia@nce.ufrj.br, antonio2@nce.ufrj.br

Resumo. No início da década de 1970, o Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (NCE/UFRJ) deu início a uma política interna que visava construir artefatos tecnológicos com a intenção de criar um conhecimento local na área de computadores. O objetivo final era tornar o país menos dependente dos centros difusores de conhecimento e de tecnologias e produzir de forma autônoma equipamentos e soluções para os problemas da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e da sociedade brasileira de maneira geral. Durante mais de três décadas, essa política interna promoveu uma pesquisa avançada para os padrões brasileiros e fez surgir dezenas de equipamentos e programas para computadores. Este trabalho acompanha a trajetória de um destes artefatos, o Terminal Inteligente, desde a sua concepção, desenvolvimento e industrialização até o encerramento de sua produção, observando as articulações ocorridas naquele tempo-espaço que culminaram na existência de suas variadas versões.

Palavras-chave: Terminal Inteligente, Artefato Tecnológico, Memória da Tecnologia no Brasil, Computação no Brasil, NCE/UFRJ.

1 Introdução

O Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais da Universidade Federal do Rio de Janeiro (NCE/UFRJ, antes nomeado Núcleo de Computação Eletrônica) vem promovendo iniciativas para reunir e apresentar um acervo de artefatos tecnológicos desenvolvidos por seus pesquisadores principalmente entre as décadas de 1970 e 1990. Uma parte desses equipamentos de hardware foi preservada, escapando do destino dado a maior parte deles: a canibalização para uso das peças e componentes em outros projetos ou, simplesmente, o descarte como sucata. Este acervo encontra-se reunido desde 2017, ano em que o NCE comemorou seus 50 anos, no Museu da Computação da UFRJ, que funciona em caráter ainda provisório.

Dentre todas as peças que hoje compõem o acervo do Museu da Computação, acompanharemos o percurso do Terminal Inteligente (TI)¹, um microcomputador voltado para uma aplicação específica (entrada de dados), um dos primeiros e mais completos projetos de desenvolvimento do NCE, caracterizado por estratégia bem definida: sair da universidade e ser repassado à sociedade. Sua trajetória é descrita desde a concepção, criação do protótipo e de uma série de periféricos, construção de um software que permitiu a escrita de seu sistema operacional e de aplicações específicas, até a transferência deste conhecimento para uma indústria nacional, a Embracomp, que produziu sua versão comercial, o SDE 40 e seus descendentes.

O Terminal Inteligente começou efetivamente a ser implementado no ano de 1974 e até sua transferência para a Embracomp foram cerca de 4 anos. Durante este tempo, o projeto incorporou melhorias (*upgrades*) de *hardware*, *software* e, principalmente, foi objeto de estudo dos alunos que cursavam graduação e pós-graduação em Engenharia na UFRJ. Todo o processo de construção da máquina gerou dois trabalhos de final de curso de graduação e 25 dissertações de mestrado da COPPE, em sua maioria orientados pelos analistas e pesquisadores do NCE, abordando questões técnicas relativas ao *hardware* e ao *software*, algumas implementadas no protótipo, outras não.²

¹ O Terminal Inteligente teve algumas versões protótipo, dentre elas o POTI e o Terminete.

² O levantamento destes trabalhos encontra-se em *link* disponível nos Anexos.

Boa parte dos protagonistas dessa história - alguns deles ainda atuando no NCE - apresentaram suas versões e visões de como se deu todo este processo sociotécnico³. Seus testemunhos permitiram tecer, com o olhar e a experiência de hoje, as pequenas narrativas que compõem a trajetória do TI / SDE 40, permitindo-nos montar “uma história” do Terminal Inteligente, seguindo os rastros do artefato em seu caminho do laboratório à indústria⁴. Neste processo foram feitas 18 entrevistas com participantes do projeto de desenvolvimento, membros da empresa criada para industrializá-lo e um usuário do equipamento vendido pela empresa Embracomp, empresa criada a partir de iniciativa dos funcionários do NCE para fabricar os equipamentos ali projetados. Todos eles tornaram-se porta-vozes do Terminal Inteligente⁵.

Subsidiaram também esta pesquisa, fornecendo a materialidade das informações relatadas pelos entrevistados, os relatórios anuais de gestão do NCE na década de 1970, relatórios técnicos, *newsletters* e revistas editadas pela Assessoria de Comunicação Social do NCE, manuais, rascunhos, documentos pessoais dos pesquisadores e atas de reunião da Embracomp. Um acervo de fotos históricas mantido pela Assessoria de Comunicação também foi muito útil para ilustrar as diversas fases pelas quais passou o Projeto TI.

2 Em Busca da Autonomia Tecnológica

No final dos anos 60 e começo dos anos 70, os militares e os quadros técnicos coadjuvantes da ditadura enxergaram o chamado “milagre econômico brasileiro” como o posicionamento do Brasil na cabeceira da pista de decolagem para os vãos de grande alcance das potências mundiais. Pelo menos uma parte dos dirigentes da ditadura externava a compreensão de que o sonho do Brasil potência não poderia ser vivido sem autonomia tecnológica ou articulação de uma capacitação científico-tecnológica própria. Por um lado, a ditadura militar abjurava o ambiente acadêmico quando dali partiam críticas ao seu autoritarismo e às suas injustiças. Por outro lado, é certo que algumas de suas facções, não necessariamente centrais, apostavam no desenvolvimento tecnológico feito a partir da criação de uma infraestrutura de pesquisa e ensino de pós-graduação nas áreas de ciência e tecnologia. Nesses anos, houve uma grande expansão das escolas de pós-graduação de engenharia no Brasil. Foi também, nesses anos, criada a Finep⁶, destacando-se do então BNDE⁷ um cacife específico para que o Brasil entrasse no jogo de geração de conhecimento científico e tecnológico. [3]

2.1 Circuitos Integrados Entram em Cena

A partir da década de 1950, novos componentes permitiram que os computadores, de maneira geral, sofressem transformações. Após décadas de pesquisas, um novo tipo de aparelho eletrônico, o transistor, permitiu alterar e controlar o fluxo da eletricidade nos circuitos. Mas o marco da nova eletrônica se deu quando se desenvolveu a técnica que permitiu a ligação de vários transistores formando os circuitos integrados ou *chips*. Era dentro de um *chip* que residia o microprocessador, a estrutura central de um computador.

A empresa norte-americana Intel produziu os primeiros *chips* comerciais⁸; o Intel 4004 foi o primeiro microprocessador lançado (1971) para uso em calculadoras. No ano seguinte, lançou o processador 8008, uma CPU⁹ de 8 bits. O Intel 8008 foi o processador utilizado na construção do primeiro protótipo do Terminal

³ Esta pesquisa insere-se nos Estudos de Ciências, Tecnologias e Sociedades (CTS), campo que entende que fatos e artefatos produzidos nos laboratórios são construções sociotécnicas, ou seja: nascem de decisões, negociações, interferências e agenciamentos entre os atores humanos e não humanos. [1]

⁴ Para seguir os rastros do Terminal Inteligente, este trabalho pautou-se nos conceitos da Teoria Ator-Rede, procurando abandonar as grandes narrativas, seguir as pistas com os olhos míopes e, frente a um objeto, atentar primeiro para as associações de que ele é feito. [2]

⁵ Sob a ótica da Teoria Ator-Rede, todos são atores-rede.

⁶ Financiadora de Estudos e Projetos

⁷ Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico

⁸ <https://www.ic.unicamp.br/~ducatte/mo401/1s2009/T2/089065-t2.pdf>, acessado em 16/08/2020

⁹ Acrônimo para *Central Processing Unit* ou, Unidade Central de Processamento
49JAIIO - SAHTI - ISSN: 2683-8974 - Página 124

Inteligente. Em 1974, esse modelo foi substituído pelo Intel 8080, ainda um processador de 8 bits, mas que executava, com algumas limitações, operações de 16 bits.

Foi a partir do domínio da tecnologia de utilização e fabricação dos microprocessadores que a Computação tomou um novo rumo. Os *chips* abriram o caminho e permitiram que os computadores pudessem ser um objeto economicamente acessível, um bem de consumo. Empresas produtoras e vendedoras de computadores de grande e médio porte deixaram de ser detentoras exclusivas da tecnologia de processamento de dados. Suas caixas pretas ¹⁰seriam pouco a pouco ultrapassadas em velocidade, capacidade de armazenamento e poder computacional. Mas, mais que isso, o microprocessador daria aos “simples mortais” – pessoas com uma quantidade de recursos muito inferior à das indústrias – a oportunidade de se tornarem construtores de novos computadores, muito mais simples e baratos.

2.2 As Origens do NCE/UFRJ

O Departamento de Cálculo Científico da Coordenação dos Programas de Pós-graduação em Engenharia (DCC/COPPE) foi criado em 1965 e prestava apoio a alunos e professores de pós-graduação. Contava com um computador IBM 1130, um sistema computacional científico “barato” e avançado para a época, que chegou também a muitas instituições de ensino e pesquisa brasileiras [5], através de projetos apoiados pelo Funtec¹¹.

Nesta época a UFRJ passava por grande crescimento e suas demandas computacionais extrapolavam as questões meramente acadêmicas, o que motivou o surgimento do Núcleo de Computação Eletrônica (NCE) em 1967, herdando a estrutura de equipamentos e funcionários do DCC/COPPE. Desde o início o NCE estruturou suas atividades em um tripé: Ensino, Pesquisa & Desenvolvimento e Serviços para a UFRJ. Esses serviços subdividiam-se no apoio aos usuários acadêmicos dos computadores e no desenvolvimento dos sistemas que começavam a ser criados para modernizar a administração da Universidade. [6]

Os primeiros projetos do NCE surgiram da necessidade de agilizar e otimizar o trabalho de atendimento aos alunos. Destaca-se na época um compilador FORTRAN (COPPEFOR) [5] para o IBM/1130, criado por Pedro Salenbauch para atender às disciplinas básicas de computação dos alunos de Engenharia. Era um sistema residente na memória daquela máquina que permitia a execução de mais de 1.000 programas por dia, ao invés dos 200 programas diários, o máximo possível com o sistema operacional original da IBM.

A participação ativa do NCE no ensino de graduação se deu desde o início e se materializou na criação do Departamento de Ciência da Computação e do Curso de Informática. As disciplinas de graduação eram ministradas pelos próprios técnicos do Núcleo, que compunham o primeiro corpo docente do Departamento e também ocupavam a chefia do Departamento e a Coordenação do Curso. O envolvimento com a pós-graduação da COPPE se manteve. O mesmo corpo de técnicos/docentes orientava teses de mestrado, quase sempre relacionadas aos problemas que se desejava resolver na pesquisa e desenvolvimento dos artefatos (*software* e *hardware*). [6]

No início da década de 1970, retornam ao Brasil os primeiros funcionários do NCE que foram cursar o doutorado no exterior. Eles vinham inspirados pelos ares de inovação e empreendedorismo que vivenciaram lá fora, principalmente na Universidade da Califórnia, em Berkeley, onde viram surgir as então pequenas empresas de alta tecnologia do Vale do Silício. O entusiasmo deles com a ideia de que era possível desenvolver tecnologia no Brasil contagiou o coletivo do NCE.

Em 1973, o NCE iniciou uma política interna cujos objetivos eram: construir artefatos tecnológicos buscando a aquisição de um conhecimento local na área de Computação, tornando o país menos dependente dos centros difusores de conhecimento e de tecnologias e produzindo, de forma autônoma, equipamentos e soluções para os problemas da UFRJ e da sociedade brasileira. Buscava-se a construção de *hardware* e *software* (avançados para os padrões brasileiros), e a criação de uma empresa nacional para fabricar e vender esses equipamentos. Os

¹⁰ A expressão *caixa-preta* é usada em cibernética sempre que uma máquina ou um conjunto de comandos se revela complexo demais. Em seu lugar, é desenhada uma caixinha preta, a respeito da qual não é preciso saber nada, senão o que nela entra e o que dela sai. Latour usa a expressão para designar o final de uma controvérsia, ou seja, um caso encerrado, uma asserção indiscutível, uma caixa-preta. [4]

¹¹ Fundo Nacional de Fomento à Tecnologia, criado pelo BNDE para fomentar projetos tecnológicos nacionais.

recursos humanos qualificados em eletrônica eram então escassos, e o corpo técnico do Núcleo era formado basicamente por analistas e programadores. Assim, seria preciso recrutar estudantes do curso de Engenharia Elétrica e Eletrônica interessados em cursar o mestrado na COPPE e desenvolver *hardware* no NCE.

Como materialização dessas novas ideias foi criado o Processador de Ponto Flutuante (PPF), o primeiro grande projeto de *hardware*. O PPF era um artefato que funcionava acoplado ao computador IBM 1130 aumentando enormemente sua capacidade de processamento de cálculo científico. Foi um trabalho de grande complexidade e o produto tinha um bom mercado potencial, pois havia muitos computadores 1130 espalhados pelo Brasil. O produto foi repassado à empresa Microlab, na época uma companhia dedicada a projetos para a Marinha Brasileira, que fabricou cinco unidades e encerrou sua produção. O grupo do NCE, frustrado [7], prosseguiu buscando uma forma de industrializar seus desenvolvimentos de *hardware* e repassar seu conhecimento à sociedade.

No final de 1973 foi iniciado um segundo projeto: um sistema visando à substituição das máquinas perfuradoras na preparação de programas e dados dos usuários do computador. A ideia era trocar perfuradoras de cartões por terminais de vídeo desenvolvidos no NCE e os cartões por fitas cassete. Poucos anos mais tarde, o Terminal de Vídeo (também chamado de Terminal Burro) viria a ser produzido em escala no NCE, tornando-se depois o primeiro produto comercializado pela Embracom.

2.3 O Desafio da Construção de um Computador Completo

Em 1974, o NCE se propõe um novo desafio: construir um Terminal Inteligente, o TI, utilizando o microprocessador Intel 8008, o primeiro microprocessador de 8 bits, lançado nos Estados Unidos em 1972. A proposta era trabalhar na fronteira da tecnologia.

Um terminal inteligente, diferentemente do Terminal de Vídeo/Terminal Burro, poderia executar certos processamentos e tarefas independentemente do computador, economizando recursos do sistema central. O fato de ser programável permitia que fosse utilizado em um grande número de aplicações, proporcionando maior velocidade de trabalho e maior confiabilidade na comunicação homem-máquina. Possibilitava também um tratamento local de dados, verificando sua consistência e fazendo críticas; o controle de processos de característica lenta, com predominância de trabalhos de entrada/saída de dados; e a geração e atualização de arquivos em fita cassete para manipulação posterior, substituindo fita de papel e cartões perfurados. [6]

Paralelamente ao projeto do *hardware*, deveria ser desenvolvido também o projeto de *software* do Terminal Inteligente, o que viria a acontecer em três etapas: 1) Elaboração do *software* de desenvolvimento (*cross-software*) para permitir a programação do *software* básico e dos programas de aplicações em outro computador com mais recursos; 2) Elaboração do *software básico* (sistema operacional do Terminal Inteligente) e 3) Desenvolvimento de programas e pacotes de aplicações. [6]

Os critérios para o desenvolvimento do TI eram os mesmos que levaram à construção do PPF e estavam escritos em um artigo publicado no Boletim Informativo da Capre¹² intitulado “A Computação na UFRJ: Uma Perspectiva”, onde o grupo do NCE apresentava os requisitos para a definição de projetos visando absorção, geração e posterior fixação de *know-how*. [8] O NCE priorizava a escolha de problemas locais e pertinentes, que criassem conhecimento para o país; os projetos deveriam integrar *hardware* e *software*; ser voltados para a solução de problemas da Universidade, mas não tão específicos que não pudessem ser também relacionados com problemas mais gerais; deveriam ser vinculados ao ensino; ter uma complexidade crescente e precisavam ser documentados de forma a ser possível passá-los para a indústria.

A decisão de se construir um *terminal inteligente* era estratégica, pois, naquela época, terminais de entrada de dados eram utilizados por *bureaus* de processamento de dados, bancos, órgãos públicos, supermercados e outros grupos de empresas. As movimentações diárias eram digitadas para serem processadas nos computadores

¹² Coordenação das Atividades de Processamento Eletrônico, criada em 1972.
49JAIIO - SAHTI - ISSN: 2683-8974 - Página 126

centrais. Era um nicho de mercado importante e ainda pouco explorado. O mercado era dominado pelo IBM 3740¹³, caro e inacessível para empresas menores. O Terminal Inteligente ocuparia este espaço.

2.4 Tornando o Projeto Exequível

O projeto do Terminal Inteligente envolvia fazer coisas que ninguém no NCE tinha feito até então. Quando estava em Berkeley, Ivan da Costa Marques conheceu o francês Gérard Bailliu e o convidou para um período no Brasil. Bailliu teve um papel importante na criação do Terminal Inteligente, pois já havia projetado outras máquinas e, segundo Ivan, possuía uma experiência que pouparia o tempo de aprendizado do pessoal do NCE. Além disso, os dois compartilhavam a mesma visão de que os microprocessadores viriam a transformar a computação, possibilitando o surgimento de mercados e equipamentos completamente novos. Naquele momento, ter alguém apoiando a mesma ideia contribuiu muito, pois era difícil convencer as pessoas a investirem esforços numa tecnologia ainda pouco conhecida. [9]

Eber Assis Schmitz¹⁴, vindo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para cursar o mestrado na COPPE, e Newton Faller¹⁵ que após a conclusão do curso de Engenharia no ITA trabalhara por um tempo na IBM (emprego que deixou, movido pelo ideal de construir equipamentos nacionais), tinham sido contratados há pouco pelo NCE e assumiram a incumbência de coordenar a construção do Terminal Inteligente. [5] A primeira equipe do TI foi formada por Eduardo Peixoto Paz, responsável pela CPU e pela memória, Diogo Fujio Takano, pela unidade de fita cassete e pela fonte, Guilherme Chagas Rodrigues pela criação do simulador do sistema operacional e da BIOS¹⁶, Edson do Prado Granja, pelo sistema de Entrada/Saída e Luis Otávio Lobato dos Santos, pelo terminal de vídeo. O grupo estava totalmente alinhado com os objetivos gerais do projeto (aqueles descritos no artigo do Boletim da Capre). E, com o esquema de Bailliu em mãos, cada um foi desenvolver sua parte. O trabalho era delegado e o acompanhamento feito através das reuniões periódicas da Divisão de Desenvolvimento do NCE, onde os engenheiros iam reportando à gerência do projeto os erros, acertos e dificuldades. [14] [15]

3 A Máquina

Através de uma interface, o Terminal Inteligente (TI) poderia se ligar a qualquer dispositivo de entrada e/ou saída. Em suas primeiras versões, os periféricos conectados eram Teclado, Chaves, Unidade de Vídeo e Unidade de Fita Cassete, com possibilidade de conexão com Leitora de Cartões e Impressora. Pode-se observar cada um desses periféricos tanto na foto como no esquema a seguir.

¹³ O IBM 3740 Data Entry System foi um sistema de entrada de dados anunciado pela IBM em 1973. Ele gravava dados em um disquete de 8 polegadas, um novo meio de gravação da IBM, para entrada rápida, flexível e eficiente de dados. https://en.wikipedia.org/wiki/IBM_3740, acessado em 30/01/2020.

¹⁴ Eber Assis Schmitz foi o primeiro funcionário da Divisão de Desenvolvimento do NCE.

¹⁵ Newton Faller faleceu em 1996.

¹⁶ BIOS - Sistema Básico de Entrada/Saída usado para realizar a inicialização do hardware. <https://pt.wikipedia.org/wiki/BIOS>, acessado em 30/01/2020.

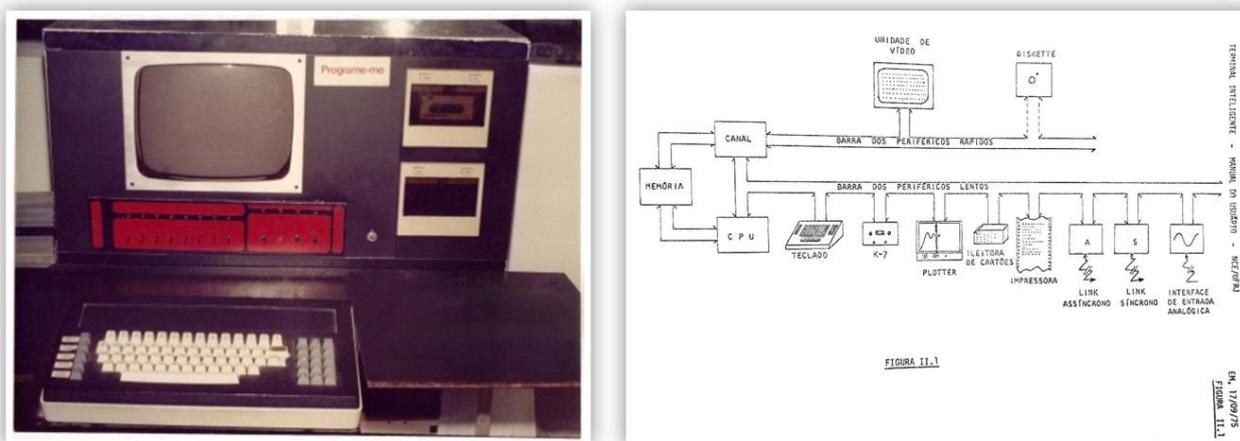


Figura 1: Primeira versão protótipo (Fonte: Acervo ACS/NCE) e Visão Geral da Arquitetura do TI (Fonte: Terminal Inteligente Manual do Usuário)

O Manual do Usuário do Terminal Inteligente¹⁷, redigido por Newton Faller em 1975, definia a máquina da seguinte forma: “(...) um microcomputador composto por: Memória, Unidade Central de Processamento, Canal de Acesso Direto à Memória, Barra de Periféricos Lentos, Barra de Periféricos Rápidos, Interfaces de Periféricos, Periféricos Lentos e Periféricos Rápidos. [10] O equipamento possuía memória programável com largura de 8 bits, compatível com a UCP utilizada, composta de módulos de 4 Kbytes, podendo ir até o máximo de 16 kBytes (4 módulos).

3.1 O Hardware

A primeira versão do TI foi completada muito rapidamente. Segundo Eduardo Peixoto Paz, ele terminou a graduação em 1972, participou da equipe que fez o Processador de Ponto Flutuante e o desenvolvimento do Terminal Burro e do Terminal Inteligente. Em 1975 (um ano depois do início oficial do projeto TI) ele partiu para seu doutorado na França, deixando prontas as partes que lhe cabiam no projeto: a CPU e a memória. [11]

Serafim Brandão Pinto entrou no NCE pela primeira vez em agosto de 1974 para uma entrevista de estágio com Eber Schmitz. Eber estava à procura de técnicos de eletrônica com experiência para finalizar a montagem das placas de circuito impresso usando a técnica de *wire wrap*¹⁸. [12] Ao cruzar o corredor em direção à sala de Eber, Serafim, passando pelo Laboratório de Desenvolvimento, lembra-se de ver uma pessoa serrando um pedaço de madeira. [13] Era Diogo Takano preparando a base para apoiar o teclado do Terminal Inteligente. Eles ainda não haviam sido apresentados, mas iriam trabalhar juntos no projeto da fonte da próxima versão do TI.

Takano lembra que o primeiro protótipo do TI usou um monitor importado, próprio para computador. Além da fonte de alimentação, ele foi o responsável pela implementação das unidades de fita cassete. O *drive* de fita era especial, com um mecanismo que procurava um trecho de fita de forma rápida.¹⁹

A porta de entrada para a inicialização do computador era o painel de chaves que foi inspirado em um microcomputador americano e também no Burroughs que tinha chaves para inserir o dado inicial. Era preciso programar *byte a byte*²⁰ na RAM²¹ pra rodar o programa de inicialização. [14]

¹⁷ Ver link para o Terminal Inteligente - Manual do Usuário nos Anexos.

¹⁸ Técnica de montagem que se baseia em soquetes especiais para circuitos integrados. Soquetes são componentes onde são instalados os circuitos eletrônicos e que possuem longos pinos onde são enrolados os fios.

¹⁹ Unidade de fita era um meio de armazenamento de dados comum na época, que permitia apenas acesso sequencial aos dados gravados. Era preciso avançar ou rebobinar a fita para buscar um segmento de dados, operação que consumia um tempo considerável.

²⁰ Byte é a unidade de medida de informação, formada por um conjunto de oito bits e geralmente utilizada para representar uma letra, um número ou um símbolo.

²¹ RAM (*Random Access Memory* ou memória de acesso aleatório) é um circuito integrado onde dados e programas são armazenados temporariamente para acesso por um microprocessador.



Figura 2: Destaque do Painel de Chaves (Fonte: Acervo ACS/NCE)

Esta forma de funcionamento era muito diferente dos microcomputadores que vieram depois e já possuíam um programa de inicialização embutido. Os primeiros programadores do Terminal Inteligente ficaram ágeis em manipular as chaves, um verdadeiro balé de dedos para cima e para baixo.

Em seguida a Serafim Brandão Pinto, Manuel Lois Anido foi incorporado ao grupo. Ele, como Serafim, também estava finalizando a graduação em Engenharia Eletrônica na UFRJ e era ex-aluno da escola técnica. Como estagiários Manuel e Serafim percorreram os vários projetos em andamento no NCE. “Naquele momento, o projeto do Terminal Inteligente era uma das poucas ofertas de projeto de *hardware* utilizando o primeiro microprocessador comercial de 8 bits do mundo. Era excitante e desafiador!” [15]

Serafim lembra que os estudantes de Engenharia passavam 5 anos aprendendo a projetar e quando iam trabalhar em uma empresa, não havia o que projetar, vinha tudo pronto de fora. “O NCE nos deu essa possibilidade. Para fazer, precisávamos aprender a tecnologia. Então era fazer para aprender!” [13]

No projeto do Terminal Inteligente, Manuel Lois Anido preparou a interligação dos circuitos integrados das placas. A essa altura, Newton Faller já havia escrito um programa²² que orientava a fiação em *wire wrap*, deixando todo o processo documentado, o que facilitava possíveis alterações, além de dar um caráter bastante profissional ao trabalho.

3.2 O Software

Paralelamente ao projeto do *hardware*, foi previsto também o projeto de *software* do Terminal Inteligente, cuja primeira etapa era a elaboração de um simulador de sistema operacional, batizado de SOS, que permitiria a programação do *software* básico e dos programas de aplicações para o Terminal em outro computador com mais recursos, o Burroughs - 6700²³. Foi desenvolvido um Montador, Simulador e Depurador²⁴ para que os programas para o TI pudessem ser escritos, guardados, simulados e depurados antes da existência do TI real. [6]

Guilherme Chagas Rodrigues coordenou toda a parte de *software* do projeto. Foi ele que escreveu no Burroughs o SOS. Era um sistema simples de simulação. “*Tinha basicamente um assembler, um link editor e um*

²² Eduardo Paz lembra que a técnica usada era uma placa, soquete, pinos e a ligação era feita com uma pistolinha. Puxava-se e enrolava-se os fios nos pinos (*wire-wrap*). “*Tinha um esquema padronizado. Quando você desenhava e dizia que esse ponto vai ser conectado com esse, era criada uma grande lista que tinha que ser fiada. Os circuitos eram identificados com uma coordenada.*”

²³ Burroughs B 6700, computador de grande porte instalado no NCE.

²⁴ Montador ou *assembler* é um programa que cria o código objeto traduzindo as instruções da linguagem de montagem (*Assembly*) para código de máquina. Depurador é um programa usado para testar outros programas e encontrar seus defeitos.

*loader*²⁵ que juntava as rotinas e as carregava na memória para executar. Mas deu muito trabalho fazer esse simulador! O primeiro programa feito foi a ROM²⁶ do Terminal Inteligente, que tinha 1Kb!” [16]

Milton Bezerra compunha junto com Guilherme, José Fábio Marinho de Araújo, Luciano Vollmer e José Carlos Vida Cura a primeira equipe de *software*. José Antonio Borges era estagiário nesta época. Eles criaram um programa simples em *Assembly* para fazer o painel piscar, as luzes apagando e acendendo. “*Era preciso converter tudo para binário, zeros e uns, aquela folha gigantesca e a gente ia lá chave a chave, ligando, desligando e apertando o botão pra poder carregar tudo na memória*”. [17]

Paulo César de Moraes Melo escreveu o compilador²⁷ utilizando o SOS e, um pouco mais tarde, junto com José Antonio Borges, fez a conversão para a linguagem PL/1²⁸, criando um sistema autônomo que não precisaria mais do Burroughs para continuar a ser desenvolvido. Foi a partir daí que Paulo desenvolveu a PLTI, baseada na linguagem PL/M²⁹. Foi em PLTI que foram escritos os primeiros sistemas que rodaram nas máquinas descendentes do Terminal Inteligente (Sistema de Controle de Estoque da Farmácia do Hospital Universitário e Sistema de Execução Orçamentária para a Sub-reitoria de Finanças). [18]

No auge do desenvolvimento de *software* do TI, Paulo Melo relata que Guilherme Rodrigues, além de todo o trabalho, orientava muitos alunos de mestrado. Ele lembra que era um entra e sai na sala, o que não incomodava Guilherme. “*Muito pelo contrário, ele era empolgadíssimo!*”. [18]

4 Evolução em Processo

Cerca de um ano foi o tempo necessário para que o projeto de Bailliu se concretizasse e a primeira versão do protótipo ficasse pronta. Mas a tecnologia ia avançando rápido. Com a evolução dos meios de armazenamento magnético de baixa densidade, o disco flexível tendia a substituir o tradicional cassete com vantagens em relação à capacidade de armazenamento; acesso aleatório; velocidade e custo. [6] Paulo Aguiar veio para agregar ao projeto uma unidade de *floppy disk*, já disponível no mercado e utilizado em diversos sistemas no Brasil.

Para a utilização deste meio de armazenamento mais versátil em relação à fita cassete, foi desenvolvido um controlador de até duas unidades de disco flexível para o TI. A função do controlador era determinar o modo de gravação, leitura, além do controle de posicionamento, detecção de falhas e outros. Utilizando um controle microprogramado, o modo de formatação do disco era determinado por comandos de *software*, possibilitando desta maneira a compatibilidade com sistemas já comercializados. Sua capacidade de armazenamento era da ordem de 200 Kbytes. [6]

A unidade de disquete precisava ser compatível com o padrão IBM. Mas as especificações da máquina IBM não eram abertas, os equipamentos IBM eram todos caixas-pretas. O máximo de informação que se conseguia era a que constava nos manuais do usuário. Como então fazer uma unidade de disquete compatível com o padrão IBM sem conhecer o padrão IBM? Foi a partir da aquisição de duas unidades de um *floppy disk* da Shugart, uma das fabricantes de unidades de gravação em disco à época, que Paulo Aguiar teve acesso aos manuais que traziam mais detalhes sobre as gravações no meio magnético. “*Diferentemente da IBM, a Shugart não escondia as informações e descrevia como era feita a gravação naquele meio. Foi um desafio, tinha uma sofisticação, uma programação em hardware que permitia sincronizar com o que estava gravado, identificar o setor, o número do setor, decodificar e testar se estava tudo ok*”. [19]

²⁵ *Assembler* ou montador (vide nota 20). Ligador ou editor de ligação (*link editor*) é um programa que recebe um ou mais arquivos objeto gerados por um compilador e combina-os em um único arquivo executável, arquivo de biblioteca ou outro arquivo objeto. Um carregador (*loader*) é a parte de um sistema operacional que carrega programas e bibliotecas na memória e os prepara para execução.

²⁶ A memória somente de leitura ou ROM (*Read-Only Memory*) tem seu conteúdo gravado pelo fabricante uma única vez e não pode ser alterada ou apagada, somente acessada.

²⁷ O compilador traduzia um programa de uma linguagem textual para uma linguagem de máquina, específica para um processador e sistema operacional.

²⁸ PL/1 (*Programming Language One*), linguagem de programação desenvolvida pela IBM em meados de 1960.

²⁹ PL/M (*Programming Language for Microcomputers*), linguagem de alto nível, desenvolvida em 1973 pela Intel para os seus microprocessadores.



Figura 3: Uma das versões do TI no Laboratório de Desenvolvimento do NCE (Fonte: Acervo ACS/NCE)

Seguindo sua trajetória, o projeto do Terminal Inteligente ia recebendo novos integrantes e incorporando uma série de aprimoramentos. Entre os anos de 1975 e 1977, o TI recebeu novos periféricos, além da evolução das suas rotinas de *software* e a criação de uma linguagem própria. [6]



Figura 4: Programador de PROM³⁰ e Testador de Circuitos Integrados (Fonte: Acervo ACS/NCE)

Em 1976, vários subprojetos estavam em andamento: como uma central Telefônica PAX e um testador de circuitos digitais. [6] Neste mesmo ano, começou a ser desenvolvido um sistema operacional para Disco ou Disquete (SOCO/SOQUETE) Este sistema operacional possibilitou a independência do TI para o desenvolvimento de aplicações sem necessidade de uso do SOS no Burroughs B-6700. O Sistema foi desenvolvido em uma linguagem de alto nível especialmente criada, a PLTI. Para construí-la, algumas modificações de *hardware* foram feitas no TI. [6]

³⁰ PROM (*Programmable Read-Only Memory*), memória programável só de leitura. Uma PROM típica sai da fábrica com todos os bits no estado 1. A queima de um fusível durante a programação faz com que o seu bit passe a 0.



Figura 5: Testador de Circuitos Digitais e Discos SOCO (Fonte: Acervo ACS/NCE)

4.1 Rumando para a Industrialização

O NCE continuou seu trabalho de desenvolvimento de sistemas acadêmicos e administrativos, além do suporte aos usuários e consultorias, que demandavam pessoal e recursos operacionais e financeiros, mas por um período de tempo, ao pessoal de *hardware* foram dadas todas as condições necessárias para trabalhar. Era preciso, entretanto, conseguir os recursos para prosseguir e definir a empresa que transformaria o protótipo em um produto comercial.

Todos os projetos de desenvolvimento do NCE eram encaminhados aos órgãos de fomento, mas antes mesmo dos recursos chegarem, a Direção dava o aval para que prosseguissem. Utilizando fundos do caixa único, o Núcleo arcava com despesas para atender às necessidades de projeto.

4.2 Caminhos Paralelos: para além da UFRJ

Paralelamente ao trabalho de desenvolvimento dos primeiros projetos do Núcleo de Computação Eletrônica, Ivan da Costa Marques, em seu retorno após a conclusão do doutorado, partiu em busca de novos aliados para as ideias que já eram compartilhadas com o pessoal do NCE. [20]

Era preciso ampliar a rede que viabilizaria não apenas os projetos do Núcleo, mas, extrapolando as fronteiras da UFRJ, os projetos de desenvolvimento na área de computação que estavam surgindo nas universidades brasileiras. E Ivan Marques passou a agir como porta-voz não só do NCE, mas de toda uma comunidade. Ele já vinha divulgando para plateias universitárias a experiência do Núcleo, mostrando a colegas pesquisadores ser possível ir além do ensino e das apresentações em congressos. Afirmava que era preciso dar outra dimensão ao trabalho que se desenvolvia nas universidades.

Despontando como uma liderança natural dos grupos acadêmicos, além de circular também entre o pessoal dos órgãos governamentais, Ivan é convidado a integrar a equipe da Capre, uma iniciativa do governo brasileiro de fazer um planejamento para a área de computação, considerada vital para o desenvolvimento socioeconômico do país. [20]

O trabalho maior na Capre era o de convencer o empresariado da viabilidade de produzir tecnologia nacional e investir nos projetos das universidades. Naquele momento, o foco da reserva de mercado eram os minicomputadores³¹, uma categoria especial de equipamentos. O NCE ainda não tinha um projeto de

³¹ Na década de 1970, disseminou-se pela comunidade acadêmica a preocupação com a dependência tecnológica e com a necessidade do país fazer um investimento estratégico para superar tal dependência. Ancorada pela comunidade de profissionais de informática da época, a Capre atuou para introduzir um artifício no jogo do mercado para que o investimento

49JAIIO - SAHTI - ISSN: 2683-8974 - Página 132

minicomputador (viria a ter logo depois), mas a reserva de mercado e o esforço do grupo que trabalhava em prol da política nacional de informática aumentavam a autoestima de todos. O sentimento era de que aquele era o momento certo para quem tinha capacidade de produzir equipamentos nacionais na área da computação. [21]

5 A Criação da Embracom

Em 1977 foi criada a EMBRACOMP, empresa formada por 71 acionistas, todos membros do NCE, numa articulação interna coordenada por Amauri Marques da Cunha, que viria a ser seu primeiro presidente. O objetivo da empresa era produzir em escala industrial os desenvolvimentos do NCE; levar o conhecimento da universidade para a sociedade e contribuir para o fortalecimento da indústria nacional na área de Computação. Os maiores desafios desta empreitada foram tornar as versões de bancada produtos de linha, reproduzíveis em escala e transformar os membros do NCE que participaram diretamente da gestão da empresa em empresários. Na época, ninguém tinha essa experiência.

O primeiro produto lançado pela Embracom foi o TB 110 (versão comercial do Terminal Burro). A ideia era ganhar *know how* de fabricação antes de partir para um equipamento de maior complexidade. Em 1978 foi lançado comercialmente o segundo produto da empresa, o SDE 40. Houve uma grande discussão sobre o aspecto externo do Terminal Inteligente/SDE 40, o que gerou algumas versões com diferentes layouts da mesma máquina. *Bochecha* foi o apelido dado a um layout conceitual, que tinha uma aparência futurista, com linhas arredondadas e cor amarela forte, priorizando a estética em prol das funcionalidades técnicas. Era um layout caro e de difícil execução. Ele conviveu com outro protótipo desenvolvido dentro do laboratório, o POTI, que para parte do grupo correspondia mais ao que se esperava da imagem de um computador. Mas a versão industrial do Terminal Inteligente acabou sendo uma adaptação das linhas do Bochecha para atender às questões de custo, espaço e aquecimento interno.



Figura 6: O SDE 40, apelidado Bochecha, versão comercial do Terminal Inteligente e o POTI, uma das versões de laboratório do Terminal Inteligente (Fonte: Acervo ACS/NCE)

em concepção e projeto local de equipamentos computacionais no Brasil se tornasse mais atraente para o capital privado nacional. Em 1976, instituiu a Política Nacional de Informática para os minicomputadores, buscando a consolidação de um parque industrial com total domínio, controle da tecnologia e decisão no país. A Reserva de Mercado dos anos 1970-80 no Brasil se deu em duas fases distintas: a primeira, implementada pela Capre e a comunidade que a acompanhava ativa e interativamente (professores universitários, administradores de empresas estatais de processamento de dados e quadros técnicos militares). Em sua segunda fase, a Reserva foi comandada pela Secretaria Especial de Informática (SEI), que substituiu a Capre, apoiada por um pequeno número de empresários. [18]

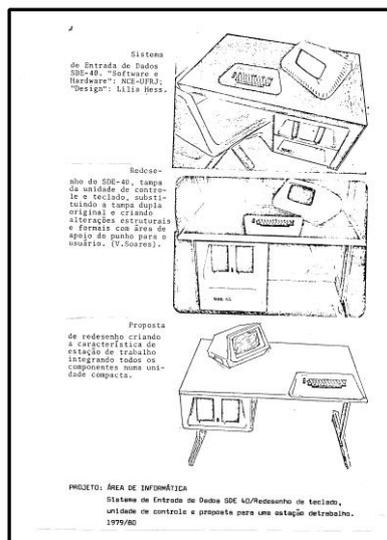


Figura 7: Estudos de Design do Produto (Fonte: Acervo pessoal Valdir Soares)

5.1 Erros e Acertos

A transferência do protótipo do Terminal Inteligente para a Embracomp não foi simples. Muitas modificações técnicas foram necessárias para transformar o protótipo em um produto industrial. Isso significava sair de um projeto de bancada, onde as placas eram todas fiadas para um projeto de linha de produção, com placas de circuito impresso. Era preciso adaptar o projeto para uso com componentes mais adequados para produção em larga escala e fazê-lo funcionar da mesma forma. [15]

A Embracomp sofria com um problema que era comum às empresas nacionais: falta de credibilidade. E isso, de alguma forma, se justificava. O SDE40 tinha um erro sistemático no sistema de gravação de disquete e o problema só era solucionado com a troca de placas. Lotes inteiros de digitação podiam ser perdidos, o que ocasionou a devolução de algumas máquinas vendidas. A causa desse erro nunca chegou a ser descoberta, apesar de todo um esforço feito pra isso. Durante meses, Eber Schmitz, que tinha sido o gerente do projeto de desenvolvimento, investigou várias hipóteses, tentando achar a origem do problema, mas não obteve êxito. [12]

Apesar disso, a linha de equipamentos SDE 40 era o carro chefe da Embracomp, com centenas de unidades vendidas. A Embracomp tinha escritório em São Paulo e vendia para empresas grandes como Vasp e Perdigão. O SDE 40 gerou uma linha de produtos comerciais que incluíam o SDE 42 e o SDE 45. Este último não era mais um terminal de entrada de dados, mas sim um microcomputador. Aliás, um dos primeiros microcomputadores de 8 bits produzidos e mantidos em escala comercial no país. [22]

5.2 Trajetória Interrompida

Essa trajetória crescente foi subitamente atropelada por um novo hardware que chega ao Brasil a partir de 1983, o IBM/PC. Os equipamentos nacionais como o SDE e suas versões sentiram o impacto causado pelo lançamento da IBM, que alterou o mercado de microcomputadores no Brasil. As mudanças na condução política da reserva de mercado, que passou da Capre para a SEI³², também influíram para alterar o complexo cenário sociotécnico³³ que dava sustentação aos desenvolvimentos nacionais, o que contribuiu para o fim de todo o esforço de construção de uma capacitação nacional na área da Computação.³⁴ Assim, chegou ao fim um sonho de criar uma

³² “Os microcomputadores não existiam e não foram considerados quando os procedimentos para a operação da reserva de mercado foram concebidos na comunidade e postos em prática pela Capre ao longo da década de 70. A SEI simplesmente estendeu para o mercado de microcomputadores os mesmos procedimentos que vinham sendo adotados com sucesso para incentivar a concepção, o projeto e a fabricação de minicomputadores no Brasil.” [23]

³³ Onde pode-se observar as negociações, as redes, as relações, os atores humanos e não humanos

³⁴ A ruptura é nítida particularmente a partir do IBM/PC, com a padronização de que se fez acompanhar tanto na arquitetura como no software. As técnicas de miniaturização tornaram possível disponibilizar em cima de uma mesa recursos para

empresa brasileira produtora de computadores, parte de um percurso que trouxe conquistas importantes para o NCE e para a computação brasileira.

A Embracom ainda sobreviveu alguns anos com outros produtos, antes de encerrar suas atividades definitivamente, em 1994. Seus acionistas nunca receberam dividendos, mas nenhum dos entrevistados para este trabalho demonstrou arrependimento de ter apostado no sonho de se construir tecnologia nacional.



Figura 8: Disquete 5,25” com o Sistema de Entrada de Dados do SDE 40 (Fonte: Acervo pessoal Francisco Dutra) e SDE 40 comercializado pela Embracom (Fonte: Acervo pessoal Ricardo Harouche Jr)

6 Um Final (alguns diriam) Feliz

Os anos de 1970 propiciaram o surgimento no país de grupos de cientistas interessados em construir um conhecimento local na área de Computação. Investimentos governamentais para a criação das pós-graduações e centros de pesquisas e para o apoio à formação de engenheiros (neste caso em particular) em universidades estrangeiras foram fundamentais para que a história aqui contada acontecesse. O retorno destes cientistas/pesquisadores trouxe para o país a possibilidade de projetar e desenvolver artefatos tecnológicos, num primeiro momento usando engenharia reversa, e, em pouco tempo, produzir as primeiras criações “originais”³⁵.

Tais artefatos que parecem muito simples quando vistos com o olhar do presente, naquele momento, foram o resultado de ousadia e esforço técnico: a materialização do sonho daqueles pioneiros. No Museu da Computação da UFRJ, o Terminal Inteligente é hoje um objeto que pertence à História da Ciência e da Tecnologia brasileira, sendo um importante elo físico de ligação com o passado. Sua estrutura de alumínio e madeira mostra as marcas do tempo, mas ainda é possível ver as placas *Cambion*, os pinos de suporte aos *chips* banhados em ouro e a fiação em *wire wrap*. Era por sua interface de chaves, lâmpadas e botões, que os dedos ágeis dos primeiros programadores, através de um balé de dedos para cima e para baixo, transportavam *bits* do cérebro do homem para a memória da máquina.

A linhagem de Terminais Inteligentes - SDE's, e seus *hardware* periféricos praticamente desapareceu. Seus *software*, tanto os pequenos jogos ou sistemas operacionais completos, também não deixaram rastros e não há mais como ter acesso às muitas milhares de linhas que foram programadas em Assembly e PLTI. Mas o “TI Vovô” finaliza sua trajetória de forma digna. Compondo o acervo da exposição permanente do Museu da Computação da UFRJ, o TI hoje apenas deseja que sua história seja contada para as novas gerações.

processar informação que antes não podiam ser mobilizados em máquinas que ocupavam salas inteiras. Os aumentos exponenciais da velocidade de processamento e da capacidade das memórias abriram possibilidades de trivializar as aplicações, disseminando o computador de uma forma que, poucos anos, antes seria considerada ficcional. [23]

³⁵ Esta palavra embute uma localidade (país), um momento histórico e uma situação política, sem os quais a história que foi contada perde o sentido.

Referências

1. Latour, Bruno. Cogitamus, São Paulo: Editora 34. 2016. 216 p.
2. Latour, Bruno. Reagregando o Social: uma introdução à teoria do ator-rede. Salvador – Bauru: EUFBA-EDUSC. 2012. 400 p.
3. Marques, Ivan da Costa. Revisitando o discurso mobilizador da “reserva de mercado” dos anos 1970 à luz dos Estudos CTS. *XL Conferencia Latinoamericana en Informatica/ XL Latin America Computing Conference, SHIALC 2014*, Montevideo, Uruguay, (2014).
4. Latour, Bruno. Ciência em Ação, São Paulo: Fundação Editora UNESP. 1997. 440 p.
5. Pacitti, Tércio. Do Fortran à Internet no rastro da trilogia: Educação, Pesquisa e Desenvolvimento. Makron Books, São Paulo, (1998).
6. _____ Relatórios Anuais Núcleo de Computação Eletrônica, anos 1972 a 1978
7. França, Paulo M. Bianchi. E assim se passaram, quem diria, vinte anos. Memórias do Núcleo. Rio de Janeiro: NCE/UFRJ. 1988. 163p.
8. Marques, Ivan da Costa. Computação na UFRJ: uma perspectiva. CAPRE - boletim Informativo v. 2, n. 2, Rio de Janeiro, (1974)
9. Marques, Ivan da Costa. Entrevista realizada em 09/08/2019.
10. Faller, Newton. Terminal Inteligente - Manual do Usuário. NCE, Rio de Janeiro (1975).
11. Paz, Eduardo Peixoto. Entrevista realizada em 26/03/2019.
12. Schmitz, Eber Assis. Entrevistas realizadas em 17/12/2018 e 24/04/2019
13. Pinto, Serafim Brandão. Entrevista realizada em 04/04/2019.
14. Takano, Diogo Fujio. Entrevista realizada em 16/07/2019.
15. Anido, Manuel Lois. Entrevista realizada em 11/04/2019.
16. Rodrigues, Guilherme Chagas. Entrevista realizada em 25/03/2019.
17. Bezerra, Milton de Albuquerque. Entrevista realizada em 03/04/2019.
18. Melo, Paulo Cesar de Moraes. Entrevista realizada em 03/04/2019.
19. Rodrigues, Paulo Henrique de Aguiar. Entrevista realizada em 08/04/2019.
20. Dantas, Vera. Guerrilha tecnológica: a verdadeira história da política nacional de informática. Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro (1988).
21. Marques, Ivan da Costa, Alcoforado, I. G. (2001) Das “construções” às “reservas” dos mercados: o caso dos minicomputadores brasileiros. II Seminário Brasileiro da Nova Economia Institucional. Campinas, SP, Brasil: Instituto de Economia da UNICAMP, 54-70.
22. Moreira, Manoel Pedro da Frota. Entrevista realizada em 03/05/2019
23. Marques, Ivan da Costa. Reserva de Mercado: Um mal-entendido caso político-tecnológico de “sucesso” democrático e “fracasso” autoritário. Revista de Economia, Curitiba, n. 24. Editora da UFPR. 2000. p. 89-114.

Anexos

Rascunho do Esquema do TI – G. Bailiu

A íntegra do rascunho do esquema projetado por Gerald Bailiu pode ser acessada em https://drive.google.com/drive/folders/1gVgmrT-Yun-d_ZJFvTYwUedFHLpdOW4h?usp=sharing

Documentos Técnicos

Por questões de espaço, não foi possível reproduzir os manuais e documentos técnicos sobre o Terminal Inteligente. Para permitir acesso centralizado a esses arquivos digitalizados, foi disponibilizado o link a seguir: <https://drive.google.com/drive/folders/1jcwz1k3LRCw3RkWOv62GDoyVAsPldOq0?usp=sharing>

- Manual do Usuário do Terminal Inteligente
- Manual do Usuário do Sistema Operacional de Simulação (SOS)
- Apostila Terminal Inteligente
- Descrição da Linguagem PLTI

Teses e Monografias Relacionadas ao Terminal Inteligente

A lista de teses de mestrado e trabalhos de final de curso relacionados com o projeto do Terminal Inteligente:
<https://drive.google.com/open?id=1kKPxeBQmLLGVeY8p-bPQ4xFS1cT3EFyP>