

# OS SEMICONDUTORES NA AMÉRICA LATINA: A FÁBRICA DE *CHIPS* CEITEC NO BRASIL

**Adão Villaverde**

Professor da Escola Politécnica PUCRS, Brasil

[adaorrvillaverde@gmail.com](mailto:adaorrvillaverde@gmail.com)

**Livio Amaral**

Professor Titular do Instituto de Física (UFRGS), Brasil

[amaral@if.ufrgs.br](mailto:amaral@if.ufrgs.br)

## Resumo

Estão em curso mudanças e transformações não apenas nos ativos tangíveis, mas sobretudo na forma como os indivíduos trabalham, vivem e se relacionam em sociedade. Neste contexto é que temos que compreender a importância da microeletrônica e a produção de semicondutores. Este trabalho analisa políticas, instrumentos, planejamento, governança, gestão e resultados da fábrica de *chips* CEITEC, Centro de Excelência em Tecnologia Eletrônica Avançada, localizada em Porto Alegre, RS, Brasil, única de solução completa na América Latina. Resultado de fundamentais políticas públicas, associados à academia e ao setor empresarial, estudo investiga o passo-a-passo do domínio e capacidade de pesquisar, desenvolver, prototipar, fabricar e comercializar *chips*, propondo sugestões e ajustes aos seus impasses. E além da importância na superação do déficit tecnológico do país e da região no campo dos semicondutores, onde seu conhecimento, saber e expertise no tema, são os principais ativos intangíveis para transformar a inovação tecnológica em valor às organizações e à sociedade.

**Palavras-chave:** Tecnologia. Semicondutores. *Chips*.

## Semicondutores en América Latina: la fábrica de *Chips* CEITEC en Brasil

**Resumen:** Se están produciendo cambios y transformaciones, no solo en los bienes materiales, sino sobre todo en la forma de trabajar, vivir y relacionarse de las personas en sociedad. Es en este contexto que tenemos que entender la importancia de la microelectrónica y la producción de semicondutores. Este trabajo analiza políticas, instrumentos, planificación, gobernanza, gestión y resultados de la fábrica de *chips* CEITEC, Centro de Excelencia en Tecnología Electrónica Avanzada, ubicada en Porto Alegre, RS, Brasil, única solución completa en América Latina. Resultado de políticas públicas fundamentales, asociadas a la academia y al sector empresarial, el estudio indaga paso a paso el dominio y la capacidad de investigar, desarrollar, prototipar, fabricar y comercializar *chips*, proponiendo sugerencias y ajustes a sus impasses. Y más allá de la importancia de superar el déficit tecnológico del país y la región en el campo de los semicondutores, donde su conocimiento y especialización en el tema son los principales activos intangibles para transformar la innovación tecnológica en valor para las organizaciones y la sociedad.

**Palabras clave:** Tecnología. Semicondutores. *Chips*.

### Semiconductors in Latin America: the CEITEC Chips factory in Brazil

**Abstract:** Changes and transformations are underway, not only in tangible assets, but above all in the way individuals work, live and relate in society. It is in this context that we have to understand the importance of microelectronics and the production of semiconductors. This work analyzes policies, instruments, planning, governance, management and results of the CEITEC chip factory, Center of Excellence in Advanced Electronic Technology, located in Porto Alegre, RS, Brazil, the only complete solution in Latin America. Result of fundamental public policies, associated with academia and the business sector, the study investigates the step-by-step mastery and ability to research, develop, prototype, manufacture and market chips, proposing suggestions and adjustments to its impasses. And beyond the importance of overcoming the technological deficit of the country and the region in the field of semiconductors, where its knowledge and expertise in the subject are the main intangible assets to transform technological innovation into value for organizations and society.

**Key words:** Technology. Semiconductors. Chips.

### INTRODUÇÃO

A sociedade do conhecimento é identificada como a era das mudanças e transformações mais céleres da história, nela estão em curso alterações estruturais, tanto nos ativos tangíveis, como nos intangíveis, aqueles advindos do conhecimento, do domínio das ferramentas técnicas e da conversão da inovação em valor para as organizações e à coletividade.

A evolução das tecnologias digitais disruptivas, são determinadas de tal maneira pelos avanços dos semicondutores, que estão presentes em todos os dispositivos eletroeletrônicos, podendo oferecer respostas desde os temas cotidianos, até as questões mais complexas das relações em sociedade. E com a evolução dos novos tempos, fundamentalmente em temas como a internet das coisas, a inteligência artificial, a realidade virtual, dentre outros, os dispositivos semicondutores chamados *chips* tornaram-se pontos basilares e comuns de tudo isto, um dos maiores ativos da era conhecimento.

Dominar seu conhecimento, seus mecanismos e sua produção fabril, são importantes valores comerciais, econômicos e geopolíticos e, também, uma questão de segurança nacional, como mostram as atitudes de países e blocos regionais pelo mundo sobretudo neste momento de enorme contenda global acerca dos rumos de suas manufaturas, avultadas que foram pela falta de *chips* no mercado mundial.

Esta realidade foi amplificada, por dois episódios que ocorreram quase simultaneamente. O primeiro, o período da Covid-19, que catalisou estas reconfigurações e disputas, levando a fechar ou reduzir as produções das maiores plantas destes dispositivos no Pacífico do Leste, ao mesmo tempo em que aumentava o *home office*. O segundo, Rússia e Ucrânia, que estão entre os grandes fornecedores de insumos básicos para a produção de semicondutores, tiveram que girar seus esforços para o conflito bélico, secundarizando o suprimento de matéria prima (Rocha, 2022).

É neste contexto, que o presente trabalho pretende analisar a primeira fábrica de *chips* na América Latina - AL, que faz P&D, prototipa, tem capacidade de teste, de fabricação, de montagem - pequena e média escala - e de comercialização.

## OBJETIVOS E METODOLOGIA

Analisar os principais instrumentos de políticas públicas que foram criados para o país e região fomentarem a incursão na indústria dos semicondutores, seus primeiros passos no setor, suas relações com os atores, e fundamentalmente, a experiência da fábrica latino-americana e brasileira de *chips*. Centro Nacional de Tecnologia Eletrônica Avançada - CEITEC -, localizada no Estado do Rio Grande do Sul - RS -, implantada em Porto Alegre, que produz e comercializa estes dispositivos.

### OBJETIVO GERAL

Estudar criticamente, em bases científicas, técnicas e metodológicas, o processo que levou à atração e a construção da primeira fábrica no hemisfério sul, seus resultados, sua importância comercial e de negócios e sua relação com as políticas no setor, associados ao fato de verificar também o que isto significou e significa enquanto Políticas Públicas de CT&I, localmente e regionalmente, bem como seus impactos no ecossistema de inovação. E sua relevância para gestores de inovação, como referencial para subsidiar Planos de Ações de Políticas de CT&I e Industriais.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para buscar o objetivo geral referido, foram trabalhadas as seguintes metas específicas:

- Verificar o projeto frente ao Programa Nacional de Microeletrônica - PNM - (MCT, 2002) do Brasil e as políticas complementares dele decorrentes;
- Analisar o contexto de mercado nacional, regional e internacional, naquele momento histórico e sua atualização aos novos tempos;
- Pesquisar o modelo de desenvolvimento produtivo, de gestão, de governança, entregas e de comercialização da fábrica, identificando seus alcances, limites e impasses;
- Refletir e materializar dados e evidências sobre sua contribuição em relação à questão da diminuição da dependência tecnológica nacional;
- Identificar as lições aprendidas e propor recomendações e sugestões à estratégia da empresa e aos ecossistemas nacional e local de inovação.

### METODOLOGIA DO ESTUDO

Para este estudo, necessariamente teve-se que antever e metodizar etapas operacionais, traçar e apontar os caminhos que se trilhou para atingir os objetivos e perceber na sua abordagem, que estarão criticamente submetidas à uma avaliação da própria comunidade científica e empresarial na qual está inserida. E sobretudo à especialistas e empreendedores da área, devendo serem compreendidos como uma fundamental contribuição à sociedade (Gil, 2010).

Neste sentido, foi necessário um procedimento metodológico hierárquico de apreciação (Gil, 2010) que, no caso em tela, combinou análise qualitativa (Silva & Menezes, 2005), com semiquantitativa (Ranzani & Pessanha, 2013), junto com procedimento de Avaliação de Caso (Yin, 2001).

Tudo no cenário da microeletrônica mundial atual, e para rigor das análises, teve-se que se adotar um universo de delimitação que envolveu a fábrica de *chips*, fundamentalmente suas externalidades e internalidades e os atores com os quais ela interagiu e/ou nela interferem:

- alinhamento com bibliografia relevante no tema;
- estudos e análises das externalidades do tema;
- estudos e análises dos elementos de internalidades da fábrica;
- sistematizar discussões com profissionais, pesquisadores, empresários e especialistas;
- planificação das análises e suas deduções;
- verificações e cruzamentos de informações de modo a balizarem corretamente os estudos;
- conclusões, sugestões e recomendações.

### **A ESTRATÉGIA DOS SEMICONDUTORES NO MUNDO E SUA CONCENTRAÇÃO**

Foi em meados do século XX que o físico americano Walter Houser Brattain, junto com seus colegas Shockley e Bardeen, fizeram a descoberta científica do transistor, material eletrônico que revolucionou o mundo no período seguinte, alterando o curso de sua história, pavimentando caminho para o desenvolvimento da microeletrônica, da informática e das telecomunicações (Reis, 2009).

Em poucos anos estes pequenos dispositivos substituíram as válvulas nos aparelhos eletrônicos e no início dos anos 1990 já era possível fabricar centenas de minúsculos transistores numa pequena área de uma pastilha de silício, formando um Circuito Integrado - CI -, que ficaram conhecidos como *chips*. Eram passos importantes na microeletrônica, na evolução dos equipamentos de rádio, de TV, de comunicações e na tecnologia para a fabricação dos futuros computadores, que lançaram as bases que nos fariam transitar da sociedade da informação para a do conhecimento, que nos levaria à globalização, à mundialização dos costumes e à nova economia.

No pós-guerra esta descoberta suportou o avanço da hegemonia dos Estados Unidos da América - EUA - no mundo, mas também alertou muitos países para que colocassem em marcha ambiciosos planos de recuperação econômica, baseados fundamentalmente nos sistemas educacionais e em C&T. A Europa de um modo geral e o Japão no particular, foram os primeiros a se destacar com esta agenda, fundamentalmente na indústria automobilística, como foi o caso nipônico com o chamado *Toyotismo*, que superou o *fordismo*, levando à hegemonia sua indústria automotiva.

Neste processo, no final do século passado, algumas regiões ou países que eram mais atrasados que Brasil e outros da América Latina - AL -, como Taiwan, Coreia do Sul, Singapura, Malásia, dentre outros, souberam aproveitar a janela criada pela microeletrônica, passando de sociedades inexpressivas economicamente e com enormes problemas, para tornarem-se em pouco tempo os “tigres asiáticos”, ocupando o espaço mundial em tecnologias avançadas (REZENDE, 2010).

Vive-se um tempo de dependências dos *chips* pensados e projetados para suas mais diversas finalidades, sendo estes dispositivos atualmente, o quarto produto mais comercializado no mundo,

após o petróleo bruto, o refinado e os automóveis, para se ter uma ideia de seus alcances. Aliás, ele é também estruturante destes três produtos que o superam comercialmente (GPEC, 2021).

Por isso, o Brasil e AL, foram também afetados pela crise da falta destes dispositivos, uma vez que se tem empresas que atuam no ramo e ainda parcelas significativas delas não participam da cadeia completa, portanto importam insumos para encapsulamento ou montagem.

Mas mesmo neste cenário, o mercado mundial é promissor e disputado, cresceu 10,40% em 2020, e com projeção de subir para em torno de 17% nos próximos anos. E prevendo uma receita no mercado global na casa de US\$ 573 bilhões no ano de 2021, com projeção de mercado na ordem de US\$1,3 trilhão nos próximos anos desta década (Gartner, 2021).

Muitos formuladores de políticas industriais pelo mundo veem na fabricação de semicondutores algo vital para seu comércio, economia e estratégia geopolítica, daí decorrendo a grande disputa com os países que já detêm enorme capacidade instalada, como são os casos Taiwan, Coreia do Sul, Singapura, Japão, EUA, União Europeia e cada vez mais crescente a China, sobretudo por seus fortes investimentos nos últimos anos (Moreira, 2022) e o Vietnã.

E os americanos, junto com os europeus, preocupados com deterem apenas uma pequena capacidade da fabricação dos dispositivos no mundo hoje, sendo a maior produção concentrada fundamentalmente no Pacífico do Leste, entendem que o país está numa situação muito vulnerável nas disputas comerciais, sobretudo também pela dependência da matéria prima, o silício.

Esta perda de liderança dos EUA aliada aos esforços financeiros estatais da China para desenvolver sua *expertise* local no tema, poderá ter como decorrência um fenômeno comercial sem precedentes, pelo que pode representar em termos de escala. Se os chineses obtiverem êxito em sua estratégia, poderá ser alterado significativamente o mercado global até 2030 no setor e outros.

Para se ter uma ideia, no final dos anos 1970 era pronunciado o peso americano no faturamento neste campo, em torno de 70%, mas este processo evoluiu com entrada em cena do Japão, que no início dos anos 2000, começou a ter uma forte presença no faturamento mundial. Daí em diante, com o aparecimento dos países do Pacífico do Leste ou Ásia Pacífico e da China, estes passam a ter um crescimento e uma hegemonia no faturamento absolutamente impressionante, chegando em 2022, juntos com o Japão, a casa de 70%. E provendo mais de 87% do mercado mundial, cabendo aos EUA e os demais, menos de 13% do mercado atualmente (Moreira, 2022).

E toda esta disputa está associada e apoiada nos investimentos em PD&I e em enormes avanços científicos, tecnológicos e inovativos, que conferem aos concorrentes asiáticos uma altíssima qualificação e competitividade. Reforçados também por investimentos governamentais chineses que são estimados na casa de US\$ 150 bilhões até este momento, aplicados fundamentalmente na cadeia produtiva completa (Platzer; Sutter; Sargent Jr, 2020) e de US\$ 1,3 trilhões, até 2030.

É percebendo esta ambição, que o congresso americano aprovou, como noticiado no Jornal O Globo de 4 de fevereiro de 2022, US\$ 280 bilhões de financiamentos para PD&I no setor, e construiu a chamada “Lei dos *Chips*”, numa parceria entre governo, universidade e empresas, na forma de créditos fiscais e subvenções públicas, dizendo que é necessário fazer frente à China, para reduzir esta dependência do leste da Ásia.

É neste contexto que tem que se compreender a microeletrônica, a revolução que ela proporcionou na economia mundial, seus alcances e possibilidades e sua presença em praticamente todas as etapas das cadeias de valores nos principais países produtores, com uma participação muito forte de Nações que já estão na fronteira tecnológica de seus setores industriais.

### **FABRICAÇÃO DE SEMICONDUTORES: OS INSTRUMENTOS E SUAS EVOLUÇÕES**

Com todas estas nuances e inflexões referidas e analisadas globalmente no setor, é muito importante contextualizá-las e buscar suas conexões com o cenário latino-americano, onde se tem um grande *case* ou a primeira experiência regional, que é a CEITEC, no Brasil (Rezende, 2010).

Quando se analisa os ciclos econômicos latino-americano e particularmente o do Brasil (Bresser-Pereira, 2014), se pode ver que de um modo geral, o país teve uma trajetória marcada por um certo processo de industrialização, com pequenas marcas de incursão no campo da microeletrônica (Gala & Roncaglia, 2020). Sendo os anos 1980/1990 deste período, assinalados por poucas iniciativas abrangentes no terreno industrial-inovativo, destacando-se apenas os primeiros passos das políticas de informática e a criação do Ministério de C&T, ainda que tardiamente (Rezende, 2010).

De qualquer maneira, a fase desenvolvimentista que nasce no início da primeira década deste século no Brasil, tem alguns contornos bem definidos. Relativa estabilidade macroeconômica, risco país em diminuição, início de ciclo favorável de preços internacionais das *commodities*, relação dívida interna/PIB bem gerenciada e em queda, mas ainda com taxas de juros elevadas e câmbio ainda muito sobre apreciado (Bresser-Pereira, 2014).

E Brasil que já tinha suas primeiras indústrias eletrônicas nos anos 60 e 70 do século passado, mas que marcaram passo por falta de apoios e erros de políticas econômicas e industriais, só conseguiu configurar uma trilha mais estruturante, em dois momentos distintos das últimas três décadas. Que foram as iniciativas: da Lei de Informática - LI - e do PNM, que pavimentaram caminho para períodos de busca e construção de medidas e instrumentos de prospecção e incentivos para o setor de eletroeletrônica, ainda incipiente à época (MCT, 2002).

Apesar de ser uma indústria com potencial estratégico, ficava evidenciado que demandava estímulos públicos de Estado, pois eram necessários incentivos, formação de capital humano, prazos de maturação e ir se construindo um passo-a-passo para enfrentar a diminuição do déficit tecnológico no setor que era enorme e ainda é, hoje em números bem maiores. Conforme documento da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica - ABINEE.

Por isto, desde a institucionalização da pós-graduação no Brasil e na AL, já se pensava e se formava inteligência e massa crítica na área, hoje inseridas em várias universidades e centros de pesquisas, cada uma com seus grupos específicos no campo da microeletrônica e dos semicondutores, e no Brasil, uma presença forte, fundamentalmente no RS e São Paulo - SP, conforme entrevista do professor Sergio Bampi concedida ao canal virtual do jornalista Luis Nassif, em 4 de agosto de 2022.

É a partir de um esforço governamental e setorial que foram firmadas as condições para se visualizar no longo prazo, o que se constituiu como uma ampla aliança, que se nomina de “Quádrupla-Hélice” - QH -, empresas, centros de pesquisas, governos e sociedade, para assumirem comprometerimentos com uma agenda consistente que frutificassem bons resultados.

Esta colaboração conjunta e ampla, com coordenação de governos, mas concertada com os setores econômicos, empreendedores e academia, possibilitou de forma muito concatenada, fazer aparecer iniciativas e medidas fortes, sobretudo com recursos para formação de pessoal, para financiamento, para estudos no exterior, para incentivo à inovação, para o desenvolvimento de mercado local, para logística, para mapeamento de setores intensivos em tecnologia, dentre tantos outros. Fundamentais para identificar potenciais interlocutores e massa crítica, ainda hierarquizando questões já percebidas, que se transformariam em medidas e iniciativas objetivas para estimular o ingresso no cenário dos componentes para a microeletrônica (Rivera, 2015).

Foram um conjunto de instrumentos de incentivos governamentais, demandados por empreendedores do ramo da eletroeletrônica, que desejavam que o país tivesse uma política de Estado para a indústria de Circuitos Integrados. Onde destacam-se: a Lei de Informática (DOU, 1991); o estudo setorial feito pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Social (BNDES, 2003); o Programa Nacional de Microeletrônica (MCT, 2002), que mais adiante ganhou um lugar estratégico na Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (Governo Federal, 2003). Associados aos Programas CI Brasil, de 2005 e ao Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores, de 2007; o Plano de Ação Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional de 2007 - 2010; à Política de Desenvolvimento Produtivo, de 2008 e ao Plano Brasil Maior, de 2011 (CCTCI, 2022). Que propunham ações e estímulos específicos para fomentar e potencializar o desenvolvimento de projetos de CIs, num planejamento para integração num setor, que revelava enormes possibilidades.

Que concomitantemente com uma iniciativa que eram estudos das “Regiões com Potencial Tecnológico” - REPOTS - em Porto Alegre, realizada pela Administração Municipal, junto com as universidades e o setor produtivo local, resultando na ação chamada “Porto Alegre Tecnópolis” - PAT - (ZEN; HAUSER, 2005), reafirmou a vocação de potencial tecnológico para a capital do RS, sobretudo pelo ambiente de conhecimento, a enorme capacidade de formação de recursos humanos nela instalados e para atração de investimentos baseados na nova economia.

### **A RELEVÂNCIA DA CEITEC: IMPLANTAÇÃO E ANÁLISE DOS INSTRUMENTOS**

Nestas duas linhas de apoio, foi implantada a fábrica e assentou-se as bases para sua entrada em operação (HAUSER; PADÃO, 2005), cujo objetivo era produzir componentes semicondutores, além de dinamizar a capacitação de RH e contribuir em PD&I (Rezende, 2010).

É neste contexto que deve ser compreendido o aparecimento da Motorola, que desativava à época sua fábrica em Austin, nos EUA, onde atuava desde 1949 no setor e tinha em 1955, no seu laboratório, desenvolvido seu primeiro transistor comercial de alta potência, que lançou as bases para contribuir com a indústria de semicondutores (GPEC, 2021). A empresa vislumbrava parcerias a

partir da transferência de seus equipamentos para a AL, com o Brasil no seu radar, sobretudo pelo enorme mercado consumidor que se abria localmente e a inteligência e capacidade instalada no setor.

Duas regiões com enormes ativos em PD&I no campo dos CIs, com importantes suportes em RH, com parques científicos e tecnológicos consolidados e com relações com empreendedores da indústria de eletroeletrônica, se colocavam com potenciais, eram SP e o RS (Calmon, 2005).

Foi a partir deste cenário e de uma forte articulação feita por pesquisadores da Pontifícia Universidade Católica do RS - PUCRS -, com desdobramentos de diálogos anteriores também realizados por pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS -, que no âmbito da Assembleia Geral da *Ibero-American Science and Technology Education Consortium* - ISTECE -, realizada em 1999, em Fort Lauderdale, nos EUA (HAUSER; PADÃO, 2005), congruentes com os instrumentos de políticas públicas que começavam a ser desenvolvidos no país, que abriu-se a possibilidade de executivos da Motorola, que já estavam em contato com o Estado de SP, similarmente passarem a considerar o RS (Jordan, 2005).

Encontraram localmente um enorme capital científico, empresarial, institucional e segurança jurídica para formatar um projeto mais consistente, sobretudo de caráter mais abrangente e ousado que o paulista, onde já havia um protocolo assinado com a USP/UNICAMP, que trabalhava na perspectiva de constituição de laboratórios, nas renomadas instituições daquele Estado.

Quando o enlace avançou entre a PUCRS, a UFRGS, a Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS -, a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica - ABINEE -, a Federação das Indústrias do RS - FIERGS -, a Federação das Entidades Empresariais do RS - FEDERASUL -, o Governo do Estado do RS e a Prefeitura de Porto Alegre, com o apoio do Governo Federal, associados ao desejo da sociedade gaúcha, a iniciativa ganhou robustez e foi decisiva para formular um projeto de Centro Tecnológico e Inovativo, que estava mais para P&D e fabricação de *chips*, do que para apoio a laboratórios nas instituições de pesquisas, como o de SP (Zen; Hauser, 2005).

Delineando e concretizando um enorme avanço para as pretensões e objetivos regionais, qual seja, poder pesquisar, projetar, prototipar, testar, fabricar em pequena escala, depois aumentar a produção e comercializar em escala CIs para a AL, no Brasil. Localizando-se no eixo inovativo da cidade, entre os *Campi* da PUCRS, e seu Parque Tecnológico, o TECNOPUC; o da UFRGS, e seu Parque, o ZENIT; e o da UNISINOS, e seu Parque, o TECNOSINOS, ajudando a fortalecer o ecossistema inovativo local. Uma vez que seria uma atividade intensiva em PD&I, com percentuais superiores aos setores de produtos farmacêuticos, aeronáuticos e desenvolvimento de softwares, que a região tanto necessitava.

E implantação do centro foi evoluindo para uma fábrica, confirmando o que especialistas já diziam, que seriam necessários fortes investimentos públicos, aquisição e formação de RH, competência em PD&I e vínculos com redes globais, além de tempo de maturação do projeto (Oliveira, 2005).

Com este referencial e com base nos instrumentos de políticas de apoio aos semicondutores, a fábrica tornou-se realidade na estratégia da política industrial de microeletrônica brasileira (Governo Federal, 2003), firmando competências no desenvolvimento de seus produtos. Tornando-se a única empresa latino-americana, com capacidade de prover a solução completa para o

desenvolvimento de *chips*, pois não existe do México para baixo na AL, nada com esta capacidade, somente *fabrics*, ou seja, montadoras, que não fabricam *wafers* de silício, só encapsulam.

Isto conferiu credibilidade à atração de empresas no setor, como de fato ocorreu localmente com a *joint venture* sul-coreana à época, *HT Micron*, que contribui com impostos localmente e emprega profissionais altamente qualificados, que estariam hoje possivelmente trabalhando fora.

E com um grau de integração crescente, desenvolveu componentes de semicondutores para novas aplicações como circuitos sensores, microestruturas mecânicas, circuitos de potência inteligentes, dentre outros. Este era o campo de negócios e comercial que se abria, sobretudo porque agrega valor, tem capacidade de gerar patentes e criar propriedade intelectual.

E por fim, assentando as bases para fomentar a receita para a indústria do setor eletroeletrônico no Brasil e AL com o aumento e maior presença do conteúdo local em nossas estratégias nacionais com a *expertise* em *chips*, para ajudar a superação da dependência tecnológica (ABINNE, 2022).

Estudos de especialista, reafirmam que o caminho da evolução produtiva de uma empresa de semicondutores é longo e processual, desde pensar o primeiro *chip*, até se chegar numa produção em escala na fábrica. Que no seu início passou por dominar a tecnologia: da concepção à produção. Mas quando a curva acelerou teve que desenvolver fornecedores e qualificar mão de obra, bem como teria que capacitar fábrica para produzir em maior escala. E quando alcançada sua maturidade, deveria buscar desenvolver mercado de consumo amplo. Para daí em diante dedicar-se permanentemente a criação de soluções competitivas, inclusive internacionalmente (CEITEC, 2021).

Quem não compreender isto, não entenderá como foi no mundo e deve ser regionalmente esta incursão neste complexo setor, necessitando de fortes investimentos públicos e de instrumentos de fomento. Destacando-se como decisivos aqui os financiamentos não-reembolsáveis por meio da agência Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP -, oriundos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FNDCT - e dos Fundos Setoriais - FS -, bem como créditos reembolsáveis do BNDES e outras fontes para financiar a inovação (Rezende, 2005).

### **CEITEC: PLANEJAMENTO, GOVERNANÇA, GESTÃO, FABRICAÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO E RESULTADOS**

Tudo isto foi base para a implantação do empreendimento, a arquitetura de seu processo de governança, o seu planejamento, as instalações da fábrica, o começo da gestão, sua operacionalidade fabril e a entrada em comercialização de seus produtos, onde o projeto seguiu o que se nomina de “curva de aprendizado e maturação”, evidência empírico-científica, reconhecida internacionalmente, que mostra que *cases* similares, em outros lugares no mundo, levaram no mínimo 10 anos para passarem à condição de receitas maiores que despesas (CEITEC, 2021).

### **ANÁLISES DO PLANEJAMENTO, GOVERNANÇA E GESTÃO**

Evoluindo para a consolidação do projeto da fábrica, após alguns anos de implantação e testes, tendo sua estrutura para funcionamento a pleno ressignificada e reorientada para o novo ciclo operacional que se iniciava a partir de 2017/2018, datado no seu planejamento estratégico até

meados da terceira década deste período (RG CEITEC, 2020), foram reestabelecidos objetivos estratégicos e indicadores para o ciclo 2019/2023, sistematizados em oito (8) orientações gerais de negócios: I) apoiar o setor produtivo; II) atender demandas estratégicas; III) desenvolver soluções para o progresso e o bem-estar; IV) contribuir para a competitividade; V) atuar em áreas sociais impactantes; VI) estimular criação de cadeias de valor de produtos; VII) desenvolver serviços sustentáveis e por fim, VIII) criar e difundir tecnologia nacional (RG CEITEC, 2020).

Este estudo tem foco nas estruturas de direções e superintendências técnicas e de negócios, que necessariamente atuam vertical e transversalmente com as demais. Num modelo operacional tido como adequado ao tipo de manufatura considerada das mais trabalhosas e complexas no campo industrial, uma vez que possui centenas de etapas de processamento para obter um *chip*, desde a matéria-prima a partir do silício, até chegar aos semicondutores (CEITEC, 2021).

As fases de implantação do projeto, dão uma dimensão de todo o processo, desde a construção do prédio, passando pelo que se chama de *back end* e *front end*, que significam os seus segmentos fabris. O primeiro usando finas lâminas de materiais semicondutores que necessitam ser cortadas e afinadas; o segundo, já manufaturando os *chips* direto a partir de finas lâminas destes *wafers*, que são as placas de semicondutores feitas de silício (Capital Digital, 2021).

E a partir da segunda metade da década passada, priorizou o desenvolvimento de produtos, serviços, negócios, e sobretudo, competências adequadas para explorar mercados futuros, com potencial de expansão, levando à ampliação de seu portfólio de produtos, clientes e faturamento.

Entretanto, naquele momento, em resposta às dificuldades econômicas do país, o Executivo com o Congresso Nacional, tomaram medidas a fim de enfrentar a crise financeira das contas públicas, com a Emenda Constitucional n° 95, de 2016, nominada de “Teto dos Gastos Públicos”, conhecida como novo Regime Fiscal. Passando a pressionar a fábrica por autossustentabilidade. Desconsiderando os avanços na governança e comercialização, pois em 2019, a fábrica tinha concluído um programa focado em otimização, ganhos de produtividade e de apoio à gestão, para desenvolver melhor posicionamento de mercado, portanto tornar-se mais competitiva (RG CEITEC, 2020). E havia consolidado também uma melhor produtização em suas cadeias de fornecimento, para a tão desejada agregação de valor às suas entregas em escala, conforme Relatório de Gestão apresentado à época pelo presidente Paulo Luna (CEITEC, 2019).

## ANÁLISES DA OPERAÇÃO FABRIL, MERCADO, COMERCIALIZAÇÃO E RESULTADOS

Uma fábrica de semicondutores deve produzir CIs, compostos de *chips*, *tags*, sensores, módulos, dentre outros, requerendo um processo de manufatura com centenas de etapas.

Os *chips* são pequenos dispositivos microeletrônicos, compostos por uma infinidade de componentes elétricos e lógicos, como transistores, capacitores, resistores dentre outros, interconectados para executar funções como armazenar, mover, processar e enviar dados. Que acoplados a uma placa de circuito impresso, via *pads*, interconectam-se externamente (Reis, 2009).

Um dispositivo destes pode levar anos para ser desenvolvido e produzido, dependendo de sua complexidade, exigindo uma atuação e intervenção de equipes preparadas, qualificadas,

competentes e multidisciplinares. Seu ciclo de desenvolvimento compreende: I) necessidades do cliente; II) especificação funcional; III) especificação arquitetural; IV) projeto elétrico e lógico; V) implementação física; VI) fabricação; VII) avaliação de conformidade e, VIII) liberação para produção.

Vindo a seguir outra etapa que se caracteriza como de fabricação e montagem: I) os *pads*; II) blocos analógicos, que recebem sinal, são responsáveis pela base de tempo do CI e são a pulsação do funcionamento; III) transferência de sinais para os blocos digitais; IV) memória; V) blocos digitais; VI) banco de capacitores; VII) o silício, material semiconductor; e VIII) o encapsulamento (CEITEC, 2021). Este é um modelo fabril alicerçado por tecnologias de identificação automática por meio de sinais de rádio, através de leitura de códigos com bases receptoras e transmissoras.

Por fim a comercialização, onde se exemplificam algumas linhas que seguem: I) identificação animal; II) sensores de controle de temperatura em medicamentos; III) *smart cards*, passaportes e pulseiras; IV) *tags* em veículos; V) identificação de bagagens/mercadorias e VI) logística (CEITEC, 2021).

A empresa também teve atestadas suas capacidades e competências pela obtenção da Certificações de qualidade, de produtos seguros, de integridade do sistema de *chips* e de qualidade de gestão (CEITEC, 2021). E também alguns referenciais de performance, como 52 indicadores de desempenho, com 63% do total atingindo metas estipuladas. E no âmbito da gestão, os esforços resultaram em melhorias significativas, como a redução da dependência financeira de recursos do Tesouro Nacional. Nos anos anteriores a média estava acima de 93% e, em 2019, passou para 89%, sinalizando descendência nos anos seguintes. Isto foi alcançado com redução de tempos nos processos de contratação, diminuição de despesas, redução dos valores de contratos e, principalmente, devido aos resultados comerciais positivos (Capital Digital, 2021).

E estes indicadores contribuíram também para o aumento de 58% no faturamento em relação ao ano de 2018, chegando à marca de R\$ 9,05 milhões em 2019 (RG CEITEC, 2020). Com evolução subsequente nas vendas, depois da reestruturação da empresa em 2017/2018. Que entre 2018 e 2021 crescerá 305%, prevendo para 2021 faturamento de R\$ 17,50 milhões. E considerado os R\$ 7 milhões cancelados pelo liquidante, conformaria R\$ 24,50 milhões, ou seja, seria um crescimento de 425% (Villaverde & Amaral, 2022).

Números que foram auxiliados pelo impulsionamento de uma atuação comercial eficiente, resultando em mais de 190 propostas enviadas a clientes e parceiros, com um índice de satisfação dos compradores e usuários que apresentou evolução significativa, chegando ao nível de 92,2%.

Tudo isto robustecidos por 14 novos produtos ou processos desenvolvidos em 2019 e o submetimento à época de 9 solicitações de registros de patentes, uma das quais no exterior, outra de registro de modelo de utilidade e 4 de desenhos industriais. Neste período totalizaram mais de 40 solicitações de submissões ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI - e a organismos internacionais similares de propriedades intelectuais e modelos de utilidade (Acceitec, 2021).

Por fim, os significativos resultados de produção e comercialização naquilo que é a razão de ser da empresa, foram mais de 162 milhões de unidades, assim conformados: mais de 124 milhões

de *chips* montados, de prestação de serviço ao mercado de encapsulamento; mais de 35 milhões em unidades módulos e mais de 3 milhões de *tags* próprias com seus *chips* (Acceitec, 2021).

A conquista deste domínio fabril e a evolução de seu processo comercial permitiram que se chegasse a resultados desta ordem, além do reconhecimento da qualidade dos produtos da empresa. Sendo expressivo o fato de que a certificação obtida pelo *chip* do passaporte, é conferida a menos de dez (10) empresas do setor no mundo. Que aliás, foi encomendado na forma de compra governamental pelo executivo brasileiro à Casa da Moeda, que ao final sem justificativas, não foi adquirido.

Os efeitos da evolução geraram produtos de alto valor agregado, cada vez mais eficientes e essenciais, impulsionado por um *upgrade* técnico na organização em 2017, que levou a melhores resultados, sobretudo devido a entrada em operação dos equipamentos para a unidade fabril, *front end*, que criou as condições para fábrica operar a pleno, num avanço para manufaturar *chips*, produzindo um ponto de inflexão na receita da empresa (Acceitec,2021)

Ela é equivalente a muitas fábricas de semicondutores no mundo, não para atender mercados de *chips* no estado da arte, de última geração, mas para determinados nichos de tecnologias maduras e médias, entre 350 a 100 *nanômetros*, como são os casos similares tecnologicamente como a XFAB (Germany), ON Semiconductors (EUA), Silex (Sweden), MNX (EUA), Tower Jazxx (Israel), Simpose (EUA), Ibsen Photonics (Denmark), dentre outras. Que disputam o mercado de cartões de créditos, a linha branca, o de automóveis, aplicações para a agricultura de precisão, saúde, educação, transportes, segurança, monitoramento, logística dentre outros. Ou seja, o mesmo nó de precisão que a fábrica CEITEC poderia operar, sem disputar com as empresas que operam nos nós de ponta, que sequer têm interesses em atender esta fatia comercial.

Mas para isto, é claro que empresa brasileira e latino-americana deveria realizar um *up grade* no seu atual parque fabril, que aliás ela comporta.

E era pensando neste cenário, que o ano de 2021, projetava um segundo grande ponto de inflexão na estratégia da empresa. À semelhança do que ocorreu em 2017, que impulsionaria a organização para novo patamar, onde o faturamento começaria crescer sucessivamente em relação ao custeio e investimentos, projetando para 2024 um *superavit* na casa de R\$ 13 milhões (Acceitec, 2021).

Indo ao encontro dos resultados obtidos por especialistas que estavam projetando quatro (4) anos adiante, em 2028, três possíveis cenários: o realista, um intermediário e outro otimista. Ter-se-ia num cenário realista um *superavit* na casa de R\$ 16 milhões. Ou no intermediário, de R\$ 292 milhões; ou ainda num otimista, dependendo da economia mundial e da conjuntura do setor, se chegaria a R\$ 1 bilhão (Acceitec, 2021). Mas infelizmente, tudo isto foi interdito pela tentativa de liquidação da empresa, como se verá a seguir.

## A INICIATIVA DA LIQUIDAÇÃO E SEUS EQUÍVOCOS

Desconsiderando estes resultados da empresa, vieram as medidas que foram tomadas no âmbito do Programa de Parcerias e Investimentos - PPI -, do Ministério da Economia - ME - do

país, cuja origem é o PL n° 13.334/2016, que levaram à liquidação, referidas a seguir, cronologicamente:

- I. Em 2019, Relatório de Avaliação da CEITEC feito pela Controladoria Geral da União (CGU, 2019), que levou o executivo a adotar Decreto (DOU, 2019) que propunha a qualificação da empresa para fins de alternativas de parceria com a iniciativa privada no âmbito do PPI;
- II. No início de 2020, o Comitê do Programa de Parceria de Investimentos - CPPI - recomenda a inclusão da fábrica no Programa Nacional de Desestatização - PND -, que tem como decorrência um documento do ME, nominado “Processo de Desestatização da CEITEC” (DOU, 2019). Que diz textualmente: “diversificação do portfólio não foi acompanhado de incremento significativo em seu faturamento” e segue referindo que “liquidação é o cenário mais factível e com melhor custo/benefício”;
- III. No final do ano de 2020, Governo acolhe as orientações do CPPI, lançando decreto que preconizava a liquidação da empresa (DOU, 2020);
- IV. Após esta data, o governo deu curso administrativo ao seu fechamento, desativando a estrutura da organização, dizendo que foram empregados muitos investimentos públicos, quando se tem registro de “R\$ 400 milhões na construção da **infraestrutura** da empresa”, fora equipamentos e serviços de instalações. Dado este utilizado desde o primeiro Balanço e Demonstrações Contábeis, nos relativos aos exercícios de 2009 até o de 2020, como reafirma o Relatório do Plano de Trabalho CEITEC Liquidação, elaborado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia no período de fevereiro de 2021 a fevereiro de 2022. Diz-se que os investimentos totais foram na casa de R\$ 800 milhões, mas estes números não têm fontes que o comprovam. E ainda desempregando profissionais que levaram anos e muitos investimentos públicos para serem qualificados. Atualmente mais de 80% deles se encontram em empresas estrangeiras do setor (Capital Digital, 2021).

Afora este documento referido acima (DOU, 2019), não existem outros instrumentos oficiais, sustentando o fechamento da empresa. Encontram-se somente matérias jornalísticas em periódicos de circulação nacional, de formas esparsas, referidas a seguir, como forma de contraponto.

Em matéria no Jornal do Comércio em 25 de junho de 2020, o Secretário de PPI do governo, Wesley Cardia, afirmou que a CEITEC não tinha razão de existir como empresa pública.

E antes disso, em entrevista à Revista Veja, o secretário Salim Mattar, à época, disse o que segue, mas sem nenhuma evidência: “tem empresa que deveria produzir um *chip* para monitorar rebanho e ele não é nem produzido no país” (Mattar, 2019).

Entretanto especialista da área da própria empresa, conhecedor do tema, diz que estes pronunciamentos “são de quem não conhece os prazos de maturação para a produção que requer uma fábrica de semicondutores” (CCTCI, 2022).

Cabe registrar posição do empresário, empreendedor e CEO de empresa do setor de microeletrônica à época, Ricardo Felizzola, que defendeu, no jornal Zero Hora de 12 de fevereiro de 2019 que um dos setores que mais gera inovação é o de semicondutores, referindo o exemplo da

Coréia do Sul, que, há 50 anos, lançou suas bases no setor público-privado nesse campo e, hoje, tem a empresa que é a número um no mundo, a Samsung.

E completou que a CEITEC era o único empreendimento na América Latina, capaz de, a partir do silício, fazer um *chip*, um circuito eletrônico integrado. E reafirmando, para completar, que ela não tinha cumprido o seu ciclo e maturação para sua implantação e já estão querendo interdita-la.

Por outro lado, dificuldades operacionais do governo nos procedimentos de implementação das decisões tomadas na liquidação, geraram medidas jurídico-legais, administrativas e trabalhistas, que fizeram com que o tema ficasse judicializado. E mesmo no estágio avançado em que se encontra a desestruturação da empresa, ficam perspectivas legais para o processo ser recomposto. Sobretudo porque desde de 2021, dependente do posicionamento do Tribunal de Contas da União - TCU.

Sinteticamente, estas iniciativas adotadas são referidas também cronologicamente:

- I. Ação Civil Pública para suspender assembleia que definiria liquidante da CEITEC, extinta pelo PPI, referenciada no Jornal O Valor, de circulação diária, no dia 13 de janeiro de 2021;
- II. Entidades representativas dos profissionais da empresa entram com Ação Civil Pública Cível em 2021, na 20<sup>a</sup> Vara da Justiça do Trabalho em Porto Alegre, RS, requerendo o impedimento de dispensa de qualquer servidor e reintegração dos demitidos, até que se realize e conclua negociação coletiva. Sendo liminar concedida parcialmente, mas recursada pela Advocacia Geral da União - AGU - junto ao Superior Tribunal do Trabalho;
- III. Houve um conjunto de audiências públicas sobre o tema nas esferas institucionais, como o Senado, a Câmara Federal e a Assembleia Legislativa do RS, conforme noticiado no site do Sindicato dos Metalúrgicos da Grande Porto Alegre em 2021. E uma decisiva nos rumos do processo, em junho de 2022, na Comissão de Ciência e Tecnologia, Comunicação e Informática - CCTCI - da Câmara Federal.
- IV. Por fim, espera-se posição final de decisão parcial de Processo Administrativo que ainda corre no TCU, onde Órgão de Contas “apontou irregularidades na extinção da CEITEC, estatal produtora de *chips*” (TCU, 2021) nos procedimentos que decidiram pela liquidação sumária.

Nesta decisão cabem aqui dois registros. De um lado, o que o Ministro Vital do Rego proferiu: “Os motivos que conduziram à liquidação da CEITEC não se sustentam, carecendo de maior fundamentação, pois se apoiaram em análises que não ponderaram relevantes perdas e dispêndios de recursos públicos como consequências imediatas desta linha de ação” (TCU, 2021).

De outro, também o que foi consignado no relatório: “Tal iniciativa fragilizou o sistema de freios e contrapesos da governança original, debilitando sobremaneira a legitimidade de o CPPI deliberar pela dissolução da CEITEC com base no desenho normativo utilizado para o caso concreto” (TCU, 2021).

Estes apontamentos, associados ao fato de os ministros do pleno terem requerido a suspensão do processo conduzido pelo governo e “pedido ao ME que esclareça os motivos pelo qual quer dar fim à companhia, em até 60 dias” (TCU, 2021), deixou o tema ainda não concluído,

permanecendo tramitando no TCU. Apesar de ter sido pautado algumas vezes no pleno, está hoje sobrestado.

E como não poderia ser diferente, a decisão foi reconhecida por representação do Ministério da Economia - ME - na Audiência Pública da Câmara Federal, no dia 14 de julho de 2022, CCTCI, assim registrada: “decisão do plenário do TCU, 01 de setembro de 2021, determinou ao ME que se abstenha de dar prosseguimento ao processo de desestatização da CEITEC” (CCTCI, 2022).

E nesta mesma Audiência representante do Ministério da CT&I - MCTI - admite “que se poderia estudar alternativa para a CEITEC, sem realizar liquidação da empresa” (CCTCI, 2022). Em certa medida, reiterando o que já estava escrito no Relatório da Administração (RA CEITEC, 2021).

### **DISCUSSÃO E CONSOLIDAÇÃO DOS RESULTADOS EM BASES AOS PARÂMETROS REFERENCIAIS UTILIZADOS**

Em base aos parâmetros referenciais considerados nas análises deste estudo, nas duas grandes linhas que trabalho examinou, suas externalidades e internalidades, fazendo as discussões e consolidações das análises examinadas, este trabalho aponta o que segue.

Na primeira perspectiva, ficou evidenciado que os instrumentos de Políticas Públicas de CT&I do Brasil, com as Políticas Industriais adotadas, com as de Comércio Exterior e os programas ou ações nominados de PNM, o PITCE, o CI-Brasil, o PADIS, o PDP e o PBM, (CCTCI, 2022), juntos com os financiamentos da LI, os FS, estes últimos via o FNDCT, através da FINEP e o programa Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional - CTIDN -, foram decisivos para se ter hoje uma empresa de produção completa de semicondutores na região.

Na segunda perspectiva, teve-se foco na internalização, nas suas competências e *expertises* técnicas, no desenvolvimento, nas concepções de *design*, na prototipagem, nos testes, na fabricação em escala, no modelo do negócio, na comercialização de CIs e nos mecanismos de financiamento e construção de sua autossustentação financeira, bem como sua capacidade de gestão e resultados.

Chamou atenção, coincidentemente ou não, que esforço de liquidação se acelerou exatamente quando resultados começavam a aparecer e estudos técnicos apontavam um *superavit* de R\$ 13 milhões para o ano de 2024 e especialistas projetavam para 2028, três possíveis cenários amplamente favoráveis. Ter-se-ia num cenário realista um *superavit* na casa de R\$ 16 milhões. Ou no intermediário, de R\$ 292 milhões; ou ainda num otimista, dependendo da economia mundial e da conjuntura do setor, se chegaria a R\$ 1 bilhão (Acceitec, 2021). Estes números, que são projeções de fluxos de caixa, aportam argumentos irrefutáveis para contrapor-se ao estabelecido no documento do ME (DOU, 2019). Que aliás, não apresentou nenhuma justificativa tecnicamente robusta para dar curso ao encerramento da empresa. Sobretudo porque foi demonstrado que a fábrica estaria em condições plenas para entregas de seus reconhecidos produtos. E o chamado “*chip* do passaporte”, que surgiu por encomenda governamental da Casa da Moeda, em 2017, após desenvolvimento e obtenção de certificação internacional, pronto para entrar em produção, teve incumbência inexplicavelmente interrompida, certamente comprometendo o *superavit* (Acceitec, 2021).

E enquanto o mundo investe na implantação de fábricas de *chips* como parte de suas estratégias geopolíticas e comerciais, aqui o governo acelerava a liquidação da organização, não

guardando nenhuma relação com os números do Relatório de Atendimento de Metas e Resultados 2019 (RAMR CEITEC, 2020), nem o Relatório de Gestão 2019 (RG CEITEC, 2020) e muito menos o Relatório Administrativo 2020 (RA CEITEC, 2021) da empresa, emitidos periodicamente pelo MCTI.

Ficando nitidamente evidenciada a viabilidade da fábrica mostradas nos cenários superavitários projetados para o ano de 2028. Além do valor intangível enorme que tem o aprendizado e a *expertise* fabril, que são decisivos, para que negócio e a comercialização tenham sucesso e tragam retorno à organização e à sociedade. Tudo isto deve ser associado a relevância do tema, no cenário e tendências mundiais da microeletrônica e na sua importância geopolítica. Considerando suas transversalidades, sua evolução e perspectivas de consumo, o mercado e os subsistemas da indústria eletrônica, tais como componentes eletroeletrônicos, eletrônica de consumo, bens de informática e de telecomunicações. (Bampi et al, 2009).

Por fim, em certa medida, as deduções das análises feitas pelos instrumentos adotados por este estudo, se assemelham em muito ao importante trabalho, chamado de “Estado e Desenvolvimento: a Indústria de Semicondutores no Brasil” (Filippin, 2016), com suas nuances e diferenças de tempo. De um lado porque se passaram alguns anos daquela pesquisa; de outro, porque agora, muito da discussão sobre o futuro da fábrica na questão da microeletrônica no Brasil e da AL, está informada pela crise mundial de falta de dispositivos no mercado e pela medida de liquidação (DOU, 2020).

## CONCLUSÕES, CONSIDERAÇÕES GERAIS, SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES

### Conclusões

A CEITEC inicialmente como um centro de pesquisa e desenvolvimento e depois como empresa de semicondutores, tornou-se realidade, sendo resultado de fundamentais políticas públicas, ainda que tenha sofrido muito daquilo que se nomina de “ônus do pioneirismo”. Pois teve que realizar várias tarefas para sua implantação, com sua própria capacidade interna e com enormes dificuldades para a aquisição de bens de serviço e RH, mas mesmo assim, teve performance concreta e positiva.

Sobretudo pelas destacadas políticas e instrumentos de apoio que começaram a ser implementadas no fim do século passado e no início deste, mais precisamente em torno do final de 1990 e ao longo dos anos 2000, onde se pode destacar programas de Estado, que perpassaram governos, como a Lei de Informática, o PNM, o PITCE, o PADIS, CI-Brasil, o FDP, o PBM e o CTIDN. Cumprindo também um papel de desbloqueio do debate acerca da política industrial no país.

Ficando manifesto algo fundamental, que passado um período de implementação e aprendizagem de execução destas políticas, foram necessários se fazer ajustes e correções de rumo. Como o PADIS no caso, que na medida que sua efetivação dava *feedbacks*, seus aspectos técnicos, operacionais, de gestão e funcionamento foram sendo reorientados quando necessário.

Não se podendo deixar de destacar, como *start* de tudo isto, o estudo do BNDES, para subsidiar conhecimento, inteligência, possibilidades, atores e perspectivas de mercado no campo da microeletrônica, para informar proposições e instrumentos de políticas setoriais.

E o “Relatório de Atendimento das Metas e Resultados 2019” (RAMR CEITEC, 2020), é revelador do que foi afirmado, onde já se destacavam em mais de uma dezena de novos produtos ou processos desenvolvidos, uma dúzia de novos depósitos de propriedades intelectuais juntos ao INPI ou órgãos internacionais similares e o avanço na estratégia de diversificação do seu portfólio. Ressaltando que 65,5% das mais de cinco dezenas de projetos comerciais, foram com o setor privado, refletindo que metas traçadas neste terreno, foram também totalmente alcançadas.

Outra vantagem competitiva, foram que alguns de seus produtos tiveram potencial efetivo de aplicabilidade em outros seguimentos ou setores, para além daqueles para o qual foram planejados, confirmando o cumprimento da orientação geral da empresa, revelando a correta execução do “Plano de Negócios 2019” e da “Estratégia de Longo Prazo” (RG CEITEC 2020). Estando também hoje consignados no “Relatório de Atendimento das Metas e Resultados” (RAMR CEITEC, 2020).

E por fim, também legado de sua implantação, aquela ideia de que ela seria uma espécie de um *spin-off* da cadeia produtiva de semicondutores do país, sendo determinante, por exemplo, para ser o elemento central de atração de empresas para a região, como foi efetivamente o caso da *HT Micron*, sul-coreana à época, para o TECNOSINOS.

De onde se pode concluir que além de ter cumprido seu papel original de pesquisar, desenvolver, projetar, prototipar, fabricar CIs e comercializá-los, a CEITEC também formou RH qualificados, fazendo a ponte real com o mercado, ajudando a atratividade de novos investimentos no mundo dos semicondutores, preenchendo um *gap* existente no país e região neste terreno.

Se for tomado modelos de negócios que algumas empresas mundiais realizam hoje, dentre elas poderá estar a CEITEC, desde que sejam feitos os investimentos necessários para um *upgrade* tecnológico na fábrica, uma vez que ela tem capacidade para tal. De modo a ser compatível com uma tecnologia de nó com mais precisão, maduro, mais refinado que o atual, de maneira a consolidar o salto de uma *fabless* para uma *foundry*, solidificando efetivamente uma manufatura com ciclo de solução completa. O estudo encomendado pelo MCTI em 2013, da renomada consultora britânica já confirmava esta possibilidade, conforme sua conclusão "Recomendamos fortemente este plano como a melhor forma de levar o CEITEC a uma nova era e mostrar ao mundo que o Brasil é um local viável para a microeletrônica" (Kember, 2013).

Portanto, para finalizar, a CEITEC é um *case* de entrega real e efetiva de fundamentais e necessárias políticas públicas, junto com as imprescindíveis colaborações, cooperações e compartilhamentos do setor empresarial, da academia e das demandas e interesses legítimos da sociedade. É por isto que Brasil e AL não podem se afastar do seletivo grupo mundial de países ou regiões que detêm o domínio tecnológico, ou seja, a *expertise* no desenvolvimento fabril de *chips*.

### Considerações gerais e sugestões

E deste modo, se a liquidação não for levada a cabo definitivamente, que é o que sinaliza a posição do novo governo (DOU, 2023), três considerações gerais do presente trabalho são sugeridas:

- I. A preservação da capacidade brasileira e latino-americana na área de produção dos semicondutores é absolutamente fundamental para o futuro da Nação e região. Sobretudo porque se ampara em sua viabilidade demonstrada e por ser uma indústria que está no setor que mundialmente tem crescido na ordem de 20% ao ano nas últimas duas décadas.

Mais ainda, tornou-se realidade, com o propósito de alavancar a cadeia produtiva da microeletrônica, mesmo sendo uma organização relativamente recente, mas com potencial de crescimento extraordinário. Única do México para baixo na AL, o que lhe confere espaço de mercado enorme para *chips* maduros, relevantes para ajudar a promover a redução no déficit da balança comercial da região e do país, em eletroeletrônicos por exemplo, que em 2022 no Brasil, foi de US\$ 39,3 bilhões, 14% superior ao de 2021 (ABINNE, 2022).

- II. A retirada da CETEC do PND onde consta seu processo de desestatização, com a suspensão do curso da liquidação, bem como a necessidade de no mínimo uma boa discussão acerca do modelo organizacional da empresa. Seja a já acenada transformação em uma Organização Social - OS -, seja outra configuração jurídica. Combinando seu papel, com a orientação da política estratégica do país e região no campo dos semicondutores, deixando portas abertas para parcerias e investimentos privados. Como foi demonstrado a empresa é viável (Roncaglia, 2021), mas é necessário que ela também seja confiável.

Acrescente-se ainda que na última década, formou um capital intelectual único e invejável, que produziu propriedades intelectuais, desenvolveu patentes e conquistou certificações. Além de ter disponibilizado estágios supervisionados, programas de jovens aprendizes, bolsas de estudos e capacitação de jovens através de treinamentos *hands-on*, em projetos e processos.

Mantendo seu parque fabril, combinado com um centro de desenvolvimento e de projetos com produção integrada, sem impedir que solução jurídica ressignifique seu objeto, com um forte e consistente *Business plan*, capaz de pavimentar caminho para confiança e credibilidade.

Isto fica reforçado também com a representação do MCTI, na mesma Audiência Pública referida acima, onde ela à época já afirmava:

“A crise da falta de *chips* para componentes da indústria eletroeletrônica, acentuada pelo cenário pandêmico, alterou a geopolítica dos semicondutores no mundo. E é evidente que vamos levar estes pedidos dos encaminhamentos da Audiência Pública, para o conhecimento do MCTI” (CCTCI, 2022).

No que foi reforçado por participantes da mesa do evento, “que o principal deveria ser sustar o processo de liquidação da empresa” (CCTCI, 2022).

- III. Por fim a adoção de um “Plano de Reestruturação da Empresa”, à luz da estratégia dos semicondutores do país e região, alinhado com o Governo Federal, com seus parceiros, colaboradores, clientes, usuários, as demandas de mercado, os setores, as cadeias produtivas e também com futuros investidores, criando também condições para realizar um *upgrade* no parque fabril, para melhorar seu desempenho e adequá-lo às necessidades de mercado.

- E considerando estrutura organizacional da empresa e seus objetivos, capacitá-la em 3 níveis:
- a) O primeiro, a fábrica necessitaria de uma capacidade operacional fortemente técnica e apoiada por conselho proativo e qualificado, moldes de um *Technical Advisory Board* - TAB. E como organização pública com propósitos de competência, é imperativo que seus executivos sejam profissionais com experiência de gestão, planejamento e negócios, oriundos preferencialmente da indústria de semicondutores ou com forte conhecimento prático de gestão pública.

O quadro de conselheiros que deve reorientar o alinhamento da organização, deverá ser embasado fortemente em suas vivências na área de tecnologia, seja acadêmica, tecnológica, inovativa ou industrial e de formulação de políticas.

- b) Num segundo nível, a relação da empresa com vários segmentos, deve ser de apoiadora e colaboradora para o alavancamento do ponto de vista do suporte das cadeias produtivas setoriais, sendo responsável pela criação, elaboração de inovações e compartilhamento de produtos que suportem vários ramos. Sem ônus ao cliente, cumprindo também seu estatuto e papel de lei que a criou;
- c) Por fim, o terceiro, serão necessários investimentos para readequação do seu processo fabril, exigência permanente para quem se dedica competitivamente ao mercado de semicondutores. Sua estrutura recebeu seus equipamentos há mais de 15 anos e teve que realizar transferências de tecnologias, só depois da metade da década passada, parte delas ainda feitas internamente, sem o importante auxílio de quem conhecia o processo. E em 2017 e 2019, realizou forte reestruturação na gestão, que reduziu custos operacionais da unidade fabril, de modo a torná-la mais eficiente, levando-a a um aumento de seu faturamento. Que ajudou muito a oferecer ao mercado produtos de maior valor agregado. Com novos e mais atuais equipamentos para um nó tecnológico mais apurado e maduro, o menor e mais preciso que sua capacidade possa suportar, seguramente a potencializaria. E numa lógica continuada, na sequência, disponibilizaria os atuais equipamentos para venda.

### Recomendações finais

Para finalizar, estas considerações gerais poderão ser acolhidas como recomendações - decorrentes da análise e resultados deste trabalho, no caso de não fechamento definitivo da CEITEC. Que é o que tudo indica, que irá se concretizar, sobretudo pelas sinalizações e posições firme do novo Governo (DOU, 2023), que ficam reforçadas mais ainda, pelo anterior sobrestamento do tema da liquidação no Tribuna de Contas da União do Estado brasileiro.

E na situação inversa, que a liquidação ocorra, o trabalho então, deve ser considerado como um estudo e análise abalizadora de uma política pública ancorada no desenvolvimento científico-técnico-inovativo aplicado, acontecida regionalmente, levando em conta seus frutos, fundamentalmente como aprendizagem (Villaverde & Amaral, 2022).

## BIBLIOGRAFÍA

- Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE). (2022). *Faturamento do setor eletroeletrônico atinge R\$ 220,4 milhões em 2022*. Acessado em <http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/dados22.pdf>
- Associação dos Colaboradores do Centro Nacional de Tecnologia Eletrônica Avançada S.A. (2021). *Nota e Posicionamento da ACCEITEC*. Acessado em <http://acceitec.net.br>.
- Associação dos Colaboradores do Centro Nacional de Tecnologia Eletrônica Avançada S.A. (2021). *CEITEC: continuidade e propostas para seu futuro*. Acessado em <http://acceitec.net.br>.
- Bampi, Sergio. Proichnik, Victor. Szapiro, Marina. Thury, Mauro. (2009). *Perspectiva do Investimento em Eletrônica*. Porto Alegre, Brasil: Instituto Economia UFRJ e Unicamp.
- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). (2003). *Relatório Anual: Estado e Desenvolvimento: a Indústria de Semicondutores no Brasil*.
- Bresser-Pereira, Luiz Carlos. (2014). *A construção política do Brasil*. São Paulo, Brasil: Editora 34.
- Calmon, Antônio Sérgio Leite. (2005). As Oportunidades de Negócio da Microeletrônica e Atuação do CEITEC. Em Hauser, Ghissia. Padão, Fabiano. *Desafios da Microeletrônica: o papel da CEITEC* (pp. 169-173). Porto Alegre: Brasil: Evangraf Ltda.
- Capital Digital. (2021). *Entendam o que estão fazendo com o Brasil ao extinguirem a Ceitec: Júlio Leão*. Acessado em <https://capitaldigital.com.br/entendam-o-que-estao-fazendo-com-o-brasil-ao-extinguirem-a-ceitec/>
- Centro Nacional de Tecnologia Eletrônica Avançada (CEITEC S.A.). (2019). *Mensagem do Presidente Paulo Luna: Relatório de Gestão da CEITEC 2019*. Acessado em <http://www.ceitec-sa.com/pt/SiteAssets/aceso-a-informacao/auditoria/prestacao-de-contas/Relat%C3%B3rio%20de%20Gest%C3%A3o%202019.pdf>
- Centro Nacional de Tecnologia Eletrônica Avançada (CEITEC S.A.). (2021). *A CEITEC e sua Infraestrutura Fabril*. Acessado em <https://acceitec.net.br/wp-content/uploads/2021/09/CEITEC-S.A.-A-CEITEC-e-sua-infraestrutura-fabril.pdf>
- Comissão de Ciência e Tecnologia, Comunicação e Informática (CCTCI). (2022). *Henrique Miguel: Organização Social de P&DI em Semicondutores, Micro e Nanoeletrônica e Áreas Correlatas, MCTI*. Acessado em <https://www.camara.leg.br/evento-legislativo/66012>
- Comissão de Ciência e Tecnologia, Comunicação e Informática (CCTCI). (2022). *Silvio Luis Santos Jr.: CEITEC*. Acessado em <https://www.camara.leg.br/evento-legislativo/66012>
- Comissão de Ciência e Tecnologia, Comunicação e Informática (CCTCI). (2022). *Francisco Sena: CEITEC em Liquidação, Ministério da Economia*. Acessado em <https://www.camara.leg.br/evento-legislativo/66012>
- Comissão de Ciência e Tecnologia, Comunicação e Informática (CCTCI). (2022). *Adão Villaverde: Acerca dos Rumos da CEITEC*. Acessado em <https://www.camara.leg.br/evento-legislativo/66012>

- Controladoria Geral da União (CGU). (2019). *Relatório de Avaliação CEITEC*. Acessado em <http://www.ceitec-sa.com/pt/SiteAssets/acesso-a-informacao/auditoria/prestacao-de-contas/Relat%C3%B3rio%20CGU%20201900557.pdf>
- Diário Oficial da União (DOU) (1991). *Lei Federal nº 8.248 – Lei de Informática: Capacitação e Competitividade do Setor de Informática e Automação*. Acessado em [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/18248.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18248.htm)
- Diário Oficial da União (DOU). (2019). *Decreto Qualifica CEITEC para o PPI*. Acessado em <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2019/decreto-10065-14-outubro-2019-789247-publicacaooriginal-159214-pe.html>
- Diário Oficial da União (DOU). (2020). *Decreto Liquidação da CEITEC*. Acessado em <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2020/decreto-10578-15-dezembro-2020-790911-publicacaooriginal-161973-pe.html>
- Diário Oficial da União (DOU) (2023). *Decreto nº 11.478 que Exclui Empresa do Programa Nacional de Desestatização e Revoga Qualificação ao PPI*. Acessado em <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=06/04/2023&jornal=601&pagina=9&totalArquivos=14>
- Filippin, Flávia. (2016). *Estado e Desenvolvimento: a indústria de semicondutores no Brasil*. (Tese de Mestrado em Ciências Econômicas). Unicamp, Campinas.
- Gala, Paulo. Roncaglia, André. (2020). *Brasil, uma economia que não aprende*. São Paulo, Brasil: Copyright @ 2020 by A. Roncaglia e P. Gala.
- Gartner Consultoria em Pesquisa. (2021). O Crescimento do Mercado Mundial de Semicondutores. Acessado em: de <https://tiinside.com.br/19/04/2021/mercado-mundial-de-semicondutores-cresceu-104-em-2020-segundo-o-gartner/>
- Gil, Antônio Carlos. (2010). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo, Brasil: Atlas, 5 ed.
- Governo Federal do Brasil. (2003). *Diretrizes de Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE)*. Acessado em <http://www.anped11.uerj.br/diretrizes.pdf>
- Jordan, Ramiro. (2005). From de Lab to the Market Place. Em Hauser, Ghissia. Padão, Fabiano. *Desafios da Microeletrônica: o papel da CEITEC* (pp. 97-105). Porto Alegre: Brasil: Evangraf Ltda.
- Kember Associations Bristol, UK. (2013). *CEITEC SA - Strategic Review*.
- Mattar, Salim. (2019). Páginas Amarelas da Revista Semanária Veja. *Revista Veja*. Acessado em <https://veja.abril.com.br/politica/estou-frustrado/>
- Ministério de Ciência e Tecnologia e CEITEC. (2021). *Relatório Plano de Trabalho CEITEC Liquidação*. Acessado em <http://www.ceitec-sa.com/pt/Documentos%20Publicos/Plano%20de%20Trabalho%20-%20CEITEC%20em%20Liquida%C3%A7%C3%A3o.pdf>
- Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). (2022). *Programa Nacional de Microeletrônica: contribuições para a formulação de um Plano Estruturado de Ações*. Acessado em <https://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/973/1/Plano%20Nacional%20de%20microeletr%C3%B4nica.pdf>

- Moreira, Uallace. (2022). Catch-up Tecnológico e Superação da Armadilha da Renda Média: O Caso da China no Setor dos Semicondutores. *Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada*. Acessado em [https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11292/1/td\\_2789.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11292/1/td_2789.pdf)
- Oliveira, Edmundo Machado. (2005). Semicondutores: um caminho árduo, mas possível. Em Hauser, Ghissia. Padão, Fabiano. *Desafios da Microeletrônica: o papel da CEITEC* (pp. 31-35). Porto Alegre: Brasil: Evangraf Ltda.
- Platzer, Michaela. Sutter, Karen. Sargent Jr., John. (outubro, 2020). *Semiconductors: U.S. Industry, Global Competition, and Federal Policy*. Trabalho apresentado no Congressional Research Service. Washington D. C.: United States Copyright Office.
- Ranzani, Rosângela. Pessanha, Márlon. (setembro, 2013). *Metodologias de Ensino e Avaliação em Sequências Didáticas Produzidas por Professores de Ciências*. Trabalho apresentado no IX Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Girona, Espanha.
- Reis, Ricardo et al. (2009). *Concepção de Circuitos Integrados*. Porto Alegre, Brasil: Ed. Bookmann.
- Relatório de Atendimento das Metas e Resultados (RAMR) CEITEC 2019. (2020). *Relatório de Atendimento das Metas e Resultados na Execução do Plano de Negócios 2019 e da Estratégia de Longo Prazo*. Brasília: Ed. MCTI. Disponibilizado apenas em forma impressa.
- Relatório de Gestão (RG) CEITEC 2019. (2020). *Prestação de Contas Ordinária Anual 2019*. Porto Alegre: Ed. L. H. Rosa, MCTI. Acessado em <http://www.ceitec-sa.com/pt/SiteAssets/acesso-a-informacao/auditoria/prestacao-de-contas/Relat%C3%B3rio%20de%20Gest%C3%A3o%202019.pdf>
- Relatório de Administração (RA) CEITEC 2020. (2021). *Centro Nacional de Tecnologia Eletrônica Avançada - Em Liquidação*. Brasília: Ed. MCTI. Disponibilizado apenas em forma impressa.
- Rezende, Sérgio Machado. (2005). A FINEP e a Nova Política Industrial. Em Hauser, Ghissia. Padão, Fabiano. *Desafios da Microeletrônica: o papel da CEITEC* (pp. 69-76). Porto Alegre: Brasil: Evangraf Ltda.
- Rezende, Sérgio Machado. (2010). *Momentos da Ciência e Tecnologia no Brasil: uma caminhada de 40 anos pela C&T*. Rio de Janeiro, Brasil: Ed. Vieira & Lent.
- Rivera, Ricardo et al. (2015). Microeletrônica: qual é a ambição do Brasil? *BNDES Setorial: Complexo Eletrônico* (41). 345-396. Acessado em [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/4282/1/BS41-Microeletr%C3%B4nica\\_qual%20%C3%A9%20a%20ambi%C3%A7%C3%A3o%20do%20Brasil\\_atualizado\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/4282/1/BS41-Microeletr%C3%B4nica_qual%20%C3%A9%20a%20ambi%C3%A7%C3%A3o%20do%20Brasil_atualizado_P.pdf)
- Rocha, Janes. (2022). A Batalha dos Semicondutores. *Jornal da Ciência*. (799), 6-7. Acessado em [http://jcnoticias.jornaldaciencia.org.br/wp-content/uploads/2022/08/JC\\_799.pdf](http://jcnoticias.jornaldaciencia.org.br/wp-content/uploads/2022/08/JC_799.pdf)
- Roncaglia, André. (2021). *CEITEC era viável*. Brasília: CCTCI - Câmara dos Deputados, Capital Digital. Acessado em <https://capitaldigital.com.br/economista-mostra-que-ceitec-era-viavel/>

- Silva, Eliana L.; Menezes, Estera M. (2005). *Metodologia da Pesquisa e elaboração de dissertação*. Florianópolis, Brasil: Ed. UFSC.
- Tribunal de Contas da União (TCU). (2021). *Sessão Plenária de 01 Setembro de 2021 do TCU suspende processo de desestatização da CEITEC*. Acessado em <https://portal.tcu.gov.br/data/files/D1/D2/7B/BE/CD3AB710EA6C5BA7E18818A8/020.973-2020-9-AC-revisor%20-%20Ceitec.pdf>
- Villaverde, Adão; Amaral, Livio - Orientador. (2022). *Os Semicondutores, a CEITEC e o Caminho para a Superação da Dependência Tecnológica*. (Qualificação Aprovada Tese de Doutorado). PPGECi UFRGS, Porto Alegre.
- Yin, Robert K. (2001). *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. Porto Alegre, Brasil: Bookman.
- Zen, Aurora Carneiro. Hauser, Ghissia. (março, 2005). *A articulação e o desenvolvimento dos parques tecnológicos: O caso do Programa Porto Alegre Tecnópolis*. Trabalho apresentado no Research Gate.net. Salvador, Brasil.

### **Sobre os autores**

*Adão Villaverde* é Engenheiro e Professor de Gestão do Conhecimento e da Inovação, na Escola Politécnica PUCRS. Mestrado em Engenharia Civil em Estruturas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Qualificação de doutorado defendida no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências UFRGS. Curso de Gestão da Inovação na França a convite do “Ministère des Affaires Étrangères”. Detentor da honraria do Mérito Científico Brasileiro. Secretário da CT&I do RS (1999 - 2000), Secretário de Coordenação e Planejamento (2001 - 2002). Presidente do Fórum Nacional de Secretários da CT&I do Brasil (1999 - 2000). Coordenou Projeto atração Fábrica de Semicondutores CEITEC no RS e Presidente da Assembleia Legislativa do RS (2011 - 2012). ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8172-0506>

*Livio Amaral* é Professor Titular do Departamento de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Exerceu vários cargos na UFRGS, na Fundação de Amparo Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS) na Sociedade Brasileira de Física (SBF), Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal do Ensino Superior (CAPES) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ). É orientador nos Programas de Pós-Graduação de Física, Ciências dos Materiais e Educação em Ciências. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4732-5502>