

**ESTUDO DE DIFERENTES ABORDAGENS SÓCIO-TÉCNICAS  
SOBRE A GERAÇÃO TECNOLÓGICA: UM CASO COMPARATIVO  
DA TECNOLOGIA DIGITAL DE CENTRAIS TELEFÔNICAS PÚBLICAS**

**José Monserrat Neto**

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO

Aprovada por:

---

Prof. Lidia Micaela Segre, D.Sc.  
(presidente)

---

Prof. Ivan da Costa Marques, Ph.D.

---

Prof. José Manoel Carvalho de Mello, Ph.D.

---

Prof. Paulo Bastos Tigre, Ph.D.

---

Prof. José Eduardo Cassiolato, Ph.D.

---

Prof. Carlos Machado de Freitas, D.Sc.

RIO DE JANEIRO – RJ – BRASIL

JULHO DE 1997

MONSERRAT NETO, JOSÉ

ESTUDO DE DIFERENTES ABORDAGENS  
SÓCIO-TÉCNICAS SOBRE A GERAÇÃO  
TECNOLÓGICA: UM CASO  
COMPARATIVO DA TECNOLOGIA  
DIGITAL DE CENTRAIS TELEFÔNICAS  
PÚBLICAS [Rio de Janeiro] 1997

XVI, 327 p. 29,7 cm (COPPE/ UFRJ, D.Sc.,  
Engenharia de Sistemas e Computação, 1997)

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio  
de Janeiro, COPPE

1 - Ciência e Tecnologia 2 - Sociologia 3 -  
Centrais Digitais de Telefonia 4 - Teoria  
Sociológica 5 - Política Tecnológica

I. COPPE/ UFRJ

II. Título (Série)

Aos meus queridos pais  
(Papa e Mama)

Às minhas queridas meninas  
(Gina e Marie)

## **Agradecimentos**

O homem é um perguntador insaciável. E cada resposta, ao longo de sua vida, ao mesmo tempo o gratifica e instiga.

Ele se sabe mais homem sempre que descobre, mesmo que seja uma simples centelha; sempre que inventa, mesmo que seja apenas um atalho; sempre que acrescenta, mesmo que seja só uma semente.

Mas os caminhos da ciência, como os da vida, ninguém os faz sozinho.

O tempo consumido na construção de uma tese é marcado por encontros e desencontros que acabam por desenhar um caminho estranhamente sinuoso. São inúmeras as pessoas, são diferentes organizações, somando contribuições, maiores ou menores, de um jeito ou de outro, inestimáveis todas, para que se chegue ao termo.

É justo e oportuno, portanto, agradecer aqui:

aos meus pais, a cuja sombra tudo começou, inclusive a sedução pela vida acadêmica; a eles devo vida e carinho, o amor sempre tão presente; à “professora Ruth”, também as correções quando eu tropeçava no vernáculo; ao “jornalista Monserrat”, também as orientações para que eu escrevesse com simplicidade e clareza; a ambos, principalmente, pelo apoio nos momentos difíceis; a toda a família que acompanhou com ansiedade;

aos meus amigos e colegas da Engenharia Química, da graduação e do mestrado: eles compartilharam comigo os momentos de indecisão até optar pela área “Informática e Sociedade” da Engenharia de Sistemas da COPPE; cabe um destaque para Flávio e Bernardo, amigos de longa data, muito irmãos;

à minha orientadora, professora Lidia Segre, de modo muitíssimo especial, pelo apoio, pela orientação, pela amizade. A liberdade que ela me deu para explorar novos campos, foi, com certeza, um dos aspectos mais positivos de sua orientação, mesmo que, e principalmente porque, ao desafio, sempre correspondeu uma criteriosa cobrança de resultados posteriormente;

aos companheiros de curso, aos professores e aos funcionários da Engenharia de Sistemas, pela amizade e convivência cordial;

ao CNPq, pela bolsa de pesquisa, esteio na realização deste trabalho, inclusive pelo privilégio de aprimoramento no exterior (bolsa “sanduíche”), na Universidade de Edimburgo, durante dezoito meses;

ao professor Robin Williams, particularmente, pelas orientações, pela amizade e, até mesmo, por sua paciência com meu inglês ‘macarrônico’. Suas críticas e sugestões foram fundamentais para a realização de minhas pesquisas; aos companheiros de curso, colegas, professores e funcionários da Universidade de Edimburgo pela solidariedade. Ressalto as aulas de David Bloor e as proveitosas trocas de idéias com David Edge e John Holmwood;

aos meus dois amigos da Escócia, em especial: ao Derek, escocês, anarquista e infatigável palrador; ao Mark, inglês sentimental e professor por vocação. Foram eles meus interlocutores de plantão em Edimburgo, fosse em intermináveis discussões teóricas, fosse no dia-a-dia, nos almoços, nos cafezinhos, nas ruas, nos “pubs”, nos imemoráveis porres de fim de semana;

a minha Regina, galante e simpática filóloga alemã com quem esbarrei gostosamente em Edimburgo e que se tornou minha esposa alguns meses depois, minha doce e firme retaguarda;

ao professor Alfonso Molina, pelo acesso ao material coletado por ele sobre as tecnologias “AXE-10” sueca e “System X” britânica, tanto quanto por suas sugestões para utilizá-las de maneira mais objetiva;

ao professor John Law, pelos ótimos seminários do ‘Curso de Verão na Holanda’, “Ciência, Tecnologia e Pós-Modernismo”, em setembro de 1994; e a tantos companheiros de curso cujos nomes já se dissipam no tempo;

aos pais de minha mulher, Ingrid e Eckhard, aos meus pais, à Lidia e ao CNPq, quando precisei interromper meu trabalho de tese, no Brasil, durante seis meses, para ficar ao lado da minha esposa até o nascimento de Marie-Louise. Sua compreensão e seu apoio foram decisivos para que, no meu céu sem nuvens, eu pudesse apreciar o surgimento da mais bonita de todas as estrelas;

a Wendy, Stefan e Krücken, pela mão forte que me deram durante o “Workshop Ciência, Tecnologia e Teoria Social”, em maio de 1995, em Bielefeld, Alemanha;

ao Josmar, meu amigo analista, em especial, porque nossos papos foram mais que um estímulo para que eu me decidisse a concluir este trabalho, sem esquecer sua revisão e seus palpites na hora de eu escrever este Agradecimentos;

aos organizadores do Fórum “Americas Telecom 96”, pela oportunidade, em junho de 1996, de obter um precioso material sobre telecomunicações e de travar os primeiros contatos com integrantes do centro de pesquisas da Telebrás (CPqD);

ao CPqD, pela gentileza de me permitir a utilização de sua biblioteca, facilitando-me o levantamento de material bibliográfico sobre a tecnologia “Trópico”; aos engenheiros e cientistas do CPqD, particularmente, que se dispuseram a enfrentar longas entrevistas e a me descrever o projeto brasileiro;

ao professor Ivan Marques e ao amigo Jaime, pela leitura crítica da tese, ou de parte dela, quando ainda em desenvolvimento. Nossas compridas e proveitosas conversas, suas objeções, dúvidas e sugestões, indo até ao detalhe, até as vírgulas, têm muito a ver com a forma final desta dissertação;

e à Marie-Louise, mais uma vez, por ter escolhido ser minha filha nesse período, assim, do jeito que ela é...

Resumo da Tese apresentada à COPPE/ UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

**ESTUDO DE DIFERENTES ABORDAGENS SÓCIO-TÉCNICAS  
SOBRE A GERAÇÃO TECNOLÓGICA: UM CASO COMPARATIVO  
DA TECNOLOGIA DIGITAL DE CENTRAIS TELEFÔNICAS PÚBLICAS**

José Monserrat Neto

Julho, 1997

Orientadora: Lidia Micaela Segre (D.Sc.)

Programa: Engenharia de Sistemas e Computação

Este trabalho realiza um exame dos vários enfoques de análise da geração tecnológica, calcado em estudo comparativo de casos, a saber, o das tecnologias digitais de centrais públicas de telefonia, criadas na Suécia, no Reino Unido e no Brasil.

A tese examina os enfoques da ‘Moldagem Social da Tecnologia’ discutindo suas características e fragilidades. A partir da análise de dois tipos principais de enfoques, os ‘externalistas’ e os ‘internalistas’, propõe-se uma alternativa, que procura integrar as duas perspectivas. Baseia-se em idéias do campo da teoria sociológica, como a redefinição dos níveis ‘micro’ e ‘macro’, as três dimensões das interações sociais e a generalização da divisão das regras da produção econômica para outras esferas sociais.

A proposta analisa a geração tecnológica articulando as relações hierarquizadas entre as esferas condicionantes e os agentes participantes, com suas estratégias na condução desse processo. Identifica-se pelo menos três esferas decisivas: a científica, a econômica e a política. No processo interativo, em que essas esferas sociais se reproduzem/ transformam continuamente, a análise examina o papel das contradições estruturais nas percepções e estratégias dos agentes. Argumenta-se que estes estão num ‘jogo duplo’, procurando incorporar as *demandas sociais* à tecnologia (de acordo com as *possibilidades técnicas*) e, também, ‘recriá-las’, ao alterá-las, à medida que soluções são improvisadas e negociadas.

Abstract of Thesis presented to COPPE/ UFRJ as partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

**A STUDY OF DIFFERENT SOCIO-TECHNICAL APPROACHES OF TECHNOLOGICAL  
DEVELOPMENT: A COMPARATIVE CASE STUDY  
OF PUBLIC DIGITAL SWITCHING SYSTEM TECHNOLOGY**

José Monserrat Neto

July, 1997

Supervisor: Lidia Micaela Segre (D.Sc.)

Department: System and Computer Engineering

This thesis examines a number of the different approaches to the study of technological development, using a comparative case study of public digital switching system technologies in Sweden, United Kingdom and Brazil.

This work examines various approaches within the Social Shaping of Technology field, discussing their features and weaknesses. From the analysis of two main types of approaches, 'externalist' and the 'internalist', an alternative is proposed which attempts to integrate both ones. This is based on ideas drawn from sociological theory such as redefinition of 'macro' and 'micro' levels, three dimensions of social interactions, and generalisation of the economic production rules division into other social spheres.

The proposed approach analyses the process of technological development in terms of hierarchical relations between spheres and their agents, and of the initiatives adopted in governing this process. At least three important spheres are identified: the scientific, the economic and the political. In the interactive process, in which social spheres and their relations are continuously reproduced/ transformed, the analysis examines the role of structural contradictions in the perceptions and strategies of agents. It is argued the agents are in a 'double game', seeking to embed *social demands* into technology (according to *technical possibilities*), and also to 'recreate' them, in that they alter them as solutions are negotiated and improvised.

## Índice

<b>Introdução</b>	1
<b>1ª Parte: <u>A Moldagem Social da Tecnologia</u></b>	9
<b>Capítulo I - <u>Visão Geral da Moldagem Social da Tecnologia</u></b>	
I.1 - Introdução	14
I.2 - Tecnologia: seus significados e efeitos	15
I.3 - Fatores que influenciam a moldagem da tecnologia	21
I.3.a - Ciência	21
I.3.b - Tecnologia	22
I.3.c - Economia	24
I.3.d - Ambiente social	27
I.4 - Modelo interativo da moldagem social da tecnologia	33
I.5 - Origens da moldagem social da tecnologia e seus principais enfoques	35
I.5.a - Sociologia do conhecimento científico	36
I.5.b - Sociologia das organizações industriais	38
I.5.c - Estudos críticos de política tecnológica	41
I.5.d - Economia da mudança tecnológica	42
I.6 - Conclusão	45
<b>Capítulo II - <u>Análise dos Enfoques da Moldagem Social da Tecnologia</u></b>	
II.1 - Introdução	46
II.2 - Alguns dilemas teóricos da moldagem social da tecnologia	47
II.3 - A questão da ordenação dos fatores sociais e técnicos	52

II.4 - Limitações da perspectiva ‘externalista’	55
II.4.a - A emergência e a difusão da produção de massa	57
II.4.b - O processo de automação e o interesse dos poderosos	60
II.4.c - O processo de automação e a negociação nas fábricas	62
II.5 - Limitações da perspectiva ‘internalista’	64
II.5.a - Nova sociologia da tecnologia	65
II.5.b - Três estágios da história da ciência e da tecnologia	68
II.5.c - O caso do carro elétrico francês	
72	
II.5.d - Limitações da abordagem de rede	75
II.5.e - O caso do caça aéreo britânico	78
II.5.f - Tecno-centrismo das abordagens ‘internalistas’	84
II.5.g - Algumas conclusões sobre a perspectiva ‘internalista’	89
II.6 - O meio termo entre as duas perspectivas	90
<b>Capítulo III - <u>Discussão para a Proposta de uma Abordagem Alternativa</u></b>	
III.1 - Introdução	93
III.2 - A questão da configuração recíproca entre o ‘técnico’ e o ‘social’	
97	
III.3 - Descendo do geral para o particular	
102	
III.3.a - As três dimensões das regras sociais das interações humanas	103
III.3.b - Redefinindo a distinção entre ‘micro’ e ‘macro’	106
III.3.c - Revendo o significado da distinção entre ‘externo’ e ‘interno’	110
III.3.c.1 - Dois níveis para visualizar a relação entre ‘estrutura’ e ‘ação’	
111	
III.3.c.2 - O nível paradigmático	112
III.3.c.3 - O nível sintagmático	114
III.3.c.4 - O papel variável dos agentes da inovação	114
III.3.d - Conceituando explicitamente a ‘hierarquia social’	118
III.4 - Descendo do abstrato para o concreto	119
III.4.a - As atividades humanas e suas regras sociais	120
III.4.b - Repensando a divisão marxista das regras da ‘produção econômica’	122

III.4.c - A contribuição variável das esferas sociais na geração tecnológica	130
III.4.d - As contradições estruturais	132
III.4.e - Combinando as perspectivas ‘externalista’ e ‘internalista’	
136	
III.5 - Idéias principais da abordagem alternativa	139
III.5.a - Os passos de uma análise de acordo com a abordagem proposta	
143	
<b>2ª Parte: <u>Os Sistemas Digitais de Telefonia criados no Reino Unido, Suécia e Brasil</u></b>	<b>146</b>
<b>Capítulo IV - <u>Uma Abordagem ‘Externalista’: os Fatores Sociais e Técnicos</u></b>	
IV.1 - Introdução	153
IV.2 - Fatores históricos	154
IV.2.a - História da telefonia britânica	154
IV.2.b - História da telefonia sueca	160
IV.2.c - História da telefonia brasileira	
165	
IV.3 - Características dos três sistemas digitais	169
IV.4 - O avanço científico e técnico	
175	
IV.5 - O papel da ‘tecnologia existente’	177
IV.5.a - As técnicas no Reino Unido	179
IV.5.b - As técnicas na Suécia	180
IV.5.c - As técnicas no Brasil	
181	
IV.6 - Fatores sociais	182
IV.7 - Fatores econômicos	
183	
IV.7.a - Na Suécia	184
IV.7.b - No Reino Unido	187

IV.7.c - No Brasil	
188	
IV.8 - Fatores políticos	189
IV.9 - Fatores trabalhistas	192
IV.10 - Fatores organizacionais	195
IV.11 - Outros fatores	197
IV.12 - Algumas conclusões	197

## **Capítulo V - Um Enfoque ‘Internalista’: as Estratégias dos Atores da Inovação**

V.1 - Introdução	200
V.2 - A criação do sistema digital no Reino Unido	203
V.2.a - O novo projeto na visão dos agentes envolvidos	203
V.2.b - O nascimento do projeto e a fundação do grupo de desenvolvimento	207
V.2.c - Disputas sobre as definições cruciais do projeto	211
V.2.d - Problemas no desenvolvimento do novo sistema	213
V.2.e - Mudanças decisivas na condução do projeto	216
V.2.f - Finalização do novo sistema e sua comercialização	219
V.3 - A criação do sistema digital na Suécia	220
V.3.a - O novo projeto na visão dos agentes envolvidos	221
V.3.b - O nascimento do novo projeto e a fundação da Ellemtel	223
V.3.c - O sinal verde para o início oficial do projeto	226
V.3.d - O rápido desenvolvimento do novo sistema	227
V.3.e - A estratégia de lançamento do novo sistema e as primeiras vendas	231
V.4 - A criação do sistema digital no Brasil	232
V.4.a - O novo projeto na visão dos agentes envolvidos	232
V.4.b - O nascimento do projeto e a fundação do CPqD	233
V.4.c - Problemas do projeto na primeira tentativa	236
V.4.d - Mudanças no projeto e a estratégia gradualista	
238	
V.4.e - A etapa mais ambiciosa do projeto: o Trópico RA	241
V.4.f - Resultados do projeto e sua comercialização	242
V.5 - Algumas conclusões	244

**Capítulo VI - Uma Abordagem Alternativa: Combinando as Duas Perspectivas**

VI.1 - Introdução	247
VI.2 - As condições de existência dos três projetos	247
VI.3 - O contexto estruturado dos três projetos	252
VI.3.a - O porque das diferentes iniciativas	253
VI.3.b - A esfera econômica	255
VI.3.c - A esfera política	261
VI.3.d - A esfera científica	264
VI.3.e - As contradições estruturais	268
VI.4 - As estratégias dos agentes da inovação dos três projetos	271
VI.4.a - O nascimento dos projetos	272
VI.4.b - A formação dos grupos de desenvolvimento dos projetos	278
VI.4.c - O desenvolvimento dos projetos	281
VI.4.d - Os resultados finais dos projetos	292
VI.5 - Conclusões	295
VI.5.a - Balanço dos três casos: ganhadores e perdedores	297

**Conclusão**

1 - Conclusões Gerais	300
2 - Comentários Finais	311

<b>Bibliografia</b>	314
---------------------	-----

**Tabelas**

1 - Perfil do Mercado Internacional de Centrais Telefônicas Públicas	149
--	-----

2 - Perfil do Mercado Mundial de Serviços de Telecomunicações	
150	
3 - Características Técnicas Gerais das Três Centrais Telefônicas	
172	
4 - Características do Desenvolvimento de Alguns Sistemas Digitais	174
5 - Receita Obtida com as Centrais Trópico	243
6 - Fator Decisivo na Iniciativa de Criação dos Três Projetos	253

## Lista de Símbolos e Abreviações

AEI	– Associated Electrical Industries (empresa britânica)
AKE	– Família de equipamentos de telefonia com chave ‘crossbar’ (suecos)
AGSD	– Advisory Group for Specification Design (grupo consultor para a definição de especificações - britânico)
ARE	– Família de equipamentos de telefonia com chave ‘crossbar’ e ‘SPC’ (suecos)
ATE	– Automatic Telephone & Electric (empresa britânica)
BPO	– British Post Office (Correio Britânico)
CCITT	– Consultive Committee for International Telegraph and Telephone
CHILL	– CCITT High Level Language (linguagem de alto nível para equipamentos de telefonia - padrão internacional)
CPA-E	– Central Telefônica <u>Espacial</u> Controlada por Programa Armazenado (sistema híbrido)
CPA-T	– Central Telefônica <u>Temporal</u> Controlada por Programa Armazenado (sistema digital)
CPqD	– Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Telebrás ‘Padre Landell de Moura’
Crossbar	– Chave telefônica em forma de ‘barras cruzadas’
Crosspoint	– Chave telefônica por meio de ‘pontos cruzados’
GEC	– General Electric Company (empresa britânica)
GPT	– GEC and Plessey Telecommunication (empresa britânica)
ISDN	– Integrated Services Digital Networks (Redes Digitais de Serviços Integrados - RDSI)
ITU	– International Telecommunication Union
JERC	– Joint Electronic Research Committee (comitê conjunto de pesquisa eletrônica - britânico)
PAM	– Pulse Amplitude Modulation (modulação por amplitude de pulso - técnica eletrônica mas não digital de comutação)

- PCM – Pulse Code Modulation (modulação por código de pulso - técnica digital de comutação)
- PLEX – Programming Language for Exchanges (linguagem de programação para equipamentos de telefonia - sueco)
- PTO – Public Telephone Operator (companhia telefônica estatal)
- Reed-relay – Chave telefônica eletromagnética
- SCC – Sociologia do Conhecimento Científico
- SCOT – Social Construction of Technology
- SESA – Standard Eletrônica SA (empresa brasileira subsidiária da ITT)
- SPC – Storage Program Control (controle eletrônico por programa armazenado)
- STC – Standard Telephone Cables (empresa britânica)
- Strowger – Chave telefônica mecânica inventada por Strowger (sistema ‘passo-a-passo’)
- TDM – Time Division Multiplexing (técnica digital de transmissão)
- TXE – Família de equipamentos de telefonia com chave ‘reed-relay’ (britânico)
- TXK – Família de equipamentos de telefonia com chave ‘crossbar’ (britânico)