



Número: 225/2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA

RAFAEL BENNETZ

**COMPLETA AÍ... COM ÁLCOOL! O FECHAMENTO DA CONTROVÉRSIA
SOBRE O COMBUSTÍVEL AUTOMOTIVO BRASILEIRO.**

Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Política Científica e Tecnológica.

Orientador: Profa. Dra. Léa Maria Leme StriniVelho

CAMPINAS - SÃO PAULO

Setembro - 2009

**Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca
do Instituto de Geociências/UNICAMP**

Bennertz, Rafael.
B438c Completa ai... com álcool! O fechamento da controvérsia sobre o
combustível automotivo brasileiro / Rafael Bennertz-- Campinas,SP.:
[s.n.], 2009.

Orientador: Lea Maria Leme Strini Velho.
Dissertação (mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto
de Geociências.

1. Álcool combustível. 2. Ciência e tecnologia – Aspectos sociais.
3. Tecnologia – Aspectos sociais. 4. Teoria social. I. Velho, Lea. II.
Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. III.
Título.

Título em inglês Efill it ut.. with alcohol! The closure of the controversy about the Brazilian
automotive fuel.

Keywords: - Ethanol;
- Sciencetechnology – Social aspects;
- Technology – Social aspects;
- Social theory

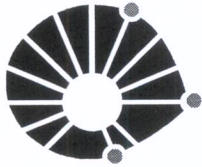
Área de concentração:

Titulação: Mestre em Política Científica e Tecnológica.

Banca examinadora: - Léa Maria Leme Strini Velho;
- Marcos Antônio Mattedi;
- Marko Synésio Alves Monteiro.

Data da defesa: 14/09/2009

Programa de Pós-graduação em PC&T – Política Científica e Tecnológica



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM
POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

AUTOR: Rafael Bennertz

TÍTULO: Completa Ai... com Álcool! O Fechamento da Controvérsia sobre o Combustível Automotivo Brasileiro".

ORIENTADORA: Profa. Dra. Léa Maria Leme Strini Velho

Aprovada em: 14 / 09 / 09

EXAMINADORES:

Profa. Dra. Léa Maria Leme Strini Velho

Cidelyana S. P. - Presidente

Prof. Dr. Marcos Antônio Mattedi

Prof. Dr. Marko Synésio Alves Monteiro

M. A. M.
Ma. S. A. M.

Campinas, 14 de setembro de 2009.

My ambition is handicapped by my laziness – Bukowski

AGRADECIMENTOS

Sou muito grato a algumas pessoas que diretamente ou indiretamente proporcionaram as condições para que eu realizasse este estudo. Existem pessoas que me incentivaram a realizar este projeto, são pessoas que me acompanham há algum tempo, seja na tentativa de construir uma vida acadêmica seja no âmbito pessoal, mas também há aqueles que eu conheci depois de ter ingressado no Programa de Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica da Unicamp e contribuíram, para a realização deste trabalho, para o meu amadurecimento pessoal e (assim espero) acadêmico, mas que também estão presentes nos momentos de descontração. Serei eternamente grato a todas as pessoas cujos caminhos cruzaram com o meu e que tornam a vida digna de ser vivida! Mesmo com medo de ser negativamente surpreendido pela minha falta de memória, e tendo ciência de que a responsabilidade pelas falhas do trabalho é exclusivamente minha, vou nomear algumas pessoas às quais devo os meus mais profundos e sinceros agradecimentos.

A Professora Dra Léa Velho, que fez por mim muito mais do que é exigido formalmente pela sua condição de orientadora. Desde o início acreditou em mim, me incentivou e me desafiou a ir além. Quando me sentia perdido ou desmotivado, não me obrigava a continuar, mas me encorajava e reacendia a minha curiosidade e o meu interesse pelo o objeto de pesquisa e pela área de estudos. Pelas diversas formas que colaborou em produzir as condições para a realização desta pesquisa. Por tudo que aprendi em sala de aula, e principalmente nas reuniões ou conversas. Pelas inúmeras vezes que leu os meus trabalhos de forma detalhada, sempre os devolvendo com comentários e sugestões fundamentais, mesmo quando o prazo já havia sido extrapolado. Por continuar acreditando e incentivando. Sobretudo, peço desculpas quando por ingenuidade e mesmo relapso eu não soube demonstrar o quanto sou grato. Léa, eu me sinto muito privilegiado por ser orientado por você.

Gostaria também de agradecer aos entrevistados, informantes, e demais pessoas que dedicaram alguns momentos da suas vidas colaborando na elaboração desta pesquisa. Léa Velho, Paulo Velho e José Rincon Ferreira, por terem sugerido e contatado informantes essenciais para a elaboração deste trabalho. Bautista Vidal, José Antônio Silvério, João Valentin Bin e Luiz Celso Parisi Negrão, por terem concedido entrevistas, compartilhado informações e disponibilizado materiais importantíssimos sobre o Proálcool, durante pesquisa de campo em Brasília e por terem se colocado a disposição para colaborar com a pesquisa em diversos outros momentos. Beatriz Coelho Caiado e Jordana Padovani, da Assessoria da Diretoria de Articulação Tecnológica, da Secretaria de Tecnologia Industrial, do Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio, por terem me auxiliado no desenvolvimento do

trabalho de campo, na coleta de material, e no transporte deste material em Brasília. Aldo Costa, que me ajudou a encontrar o material sobre o Proálcool na Biblioteca do Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio. Paulo Ewald e João Bosco, que me receberam no Comando Geral de Tecnologia Aeroespacial – CTA, em São José dos Campos/SP e se colocaram a disposição para colaborar com a pesquisa, concedendo entrevistas, repassando conhecimentos e mostrando os laboratórios e os instrumentos utilizados durante os testes para a adição de álcool anidro à gasolina e durante os ensaios dos primeiros motores convertidos para álcool. Alessandra M. David, da Assessoria de Comunicação do CTA, pesquisadora e entusiasta da história do motor a álcool, pela troca de materiais e pelo apoio durante a pesquisa de campo em São José dos Campos.

Os professores convidados para a banca, Marcos Antônio Mattedi e Marko Monteiro, por lerem esta dissertação de mestrado de forma atenta e por tecerem importantes sugestões e comentários que auxiliaram na redação deste trabalho e que, além disso, guiarão a realização de pesquisas futuras.

Às Professoras e aos Professores do Departamento de Política Científica e Tecnológica, que me ensinaram a olhar para a PCT de forma crítica e despida de ingenuidade. A Prof^a Dr^a Maria Conceição da Costa, pela convivência, exemplo de trabalho, dedicação e seriedade. Todos os colegas do Grupo de Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia, do DPCT/Unicamp, pelos debates, colaborações e pelo aprendizado compartilhado.

Os colegas, alunos do DPCT que já estavam aqui e que me receberam. Rafael Dias, Milena Pavan Serafim e Carolina Bagattolli que desde o início foram e continuam sendo amigos maravilhosos sempre dispostos a oferecer auxílio e debater seriamente. Alunos do DPCT que chegaram junto comigo e que juntos estudamos, crescemos, nos descabelamos, rimos, choramos e dissertamos. Enfim, vivemos! Não vou correr o risco de esquecer algum nome, sou muito grato a todos vocês. O pessoal da secretaria do DPCT e do IGE, Valdirene, Adriana, Edinalva, Aline e M^a Gorete, sem vocês não seria possível. O Jundiaí e o Matheus, pessoal aqui de casa que se tornaram grandes amigos!

Mônica Frigeri, por todo carinho, compreensão, amizade e sonhos compartilhados. A sua companhia se torna cada vez mais essencial.

Maiko “Rolo” Spiess, amigo de inúmeras conversas, acadêmicas ou triviais, de projetos, de divagações e de diversas roubadas. É sempre muito bom ter um amigo por perto, especialmente quando com este amigo é possível compartilhar interesses, preocupações e melhor ainda é celebrar os objetivos conquistados. Que esta parceria continue trazendo bons resultados!

Iara Regina Piazza, Mãe, Amiga e Exemplo de Dedicção. Valmor Bennertz, Pai, Amigo e Conselheiro. Regina Bennertz, Irmã, de quem eu sinto muita saudade. Meus irmãozinhos, Bruno e Bárbara, que me fazem sonhar. Meus avós, Augusto (*in memorian*), Iris, Rolina, Zido, e todos demais familiares, por todo Amor e Incentivo. Meus Amigos que fiz em Blumenau (SC), todos que, mesmo quando longe, permanecem próximos. Marcos A. Mattedi, por todo o incentivo. Gabriella Motta, Jaime Baade, Rodrigo Zanluca e Daniel Koepsel, pelos anos de amizade sincera. Stela M^a Meneghel e Ivo M. Theis, por terem me apresentado ao DPCT.

Ao apoio recebido para o desenvolvimento desta pesquisa com bolsas de mestrado da Capes (de Março de 2007 à Fevereiro de 2008) e do CNPq (de Março de 2008 à Fevereiro de 2009). Também agradeço ao Departamento de Política Científica e Tecnológica, do Instituto de Geociências da Unicamp, pelo apoio financeiro recebido para a participação em eventos científicos, onde tive a oportunidade de discutir resultados parciais da pesquisa, e também para o desenvolvimento das pesquisas de campo.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
1. AS CARACTERÍSTICAS DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA	5
1.1. QUÃO ESPECIAL É A CIÊNCIA	5
<i>EXISTE CIÊNCIA INDEPENDENTE DO CONTEXTO SOCIAL?</i>	5
<i>COMO ESTUDAR A CIÊNCIA E TECNOLOGIA?</i>	12
1.2. SOBRE INTERESSES, CONTROVÉRSIAS E LABORATÓRIOS	17
<i>ESCOLA DE EDIMBURGO</i>	18
<i>PROGRAMA EMPÍRICO DO RELATIVISMO</i>	24
<i>ESTUDOS DE LABORATÓRIO</i>	28
1.3. CONSTRUINDO ARTEFATOS, SISTEMAS E COLETIVOS	34
<i>CONSTRUÇÃO SOCIAL DA TECNOLOGIA</i>	34
<i>SISTEMAS TECNOLÓGICOS</i>	38
<i>TEORIA ATOR-REDE</i>	42
CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO	53
2. DA GASOLINA AO ÁLCOOL CARBURANTE	57
2.1. TENTANDO DESBANCAR A GASOLINA	58
2.2. FECHANDO A CONTROVÉRSIA EM TORNO DO COMBUSTÍVEL AUTOMOTIVO	
BRASILEIRO	66
<i>DIVERSAS ALTERNATIVAS!?</i>	67
<i>CONECTANDO O ÁLCOOL COMBUSTÍVEL</i>	70
2.3. COLETIVIZANDO	89
CONCLUSÕES	93
BIBLIOGRAFIA:	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ford T movido a Álcool em agosto de 1925	59
Figura 2 - Logo USGA	60
Figura 3 - Mini-tanque Adicional de Gasolina de gasolina	61
Figura 4 - O Programa nacional do Etanol	72
Figura 5 - A Entidades Envolvidas no Programa Tecnológico do Etanol	74
Figura 6 - Modificações nos motores para uso do álcool	75
Figura 7 - Prof Urbano Stumpf ao lado do motor CFR no CTA	79
Figura 8 - Eng. Paulo Ewaldo ao lado do motor CFR no CTA em 2008	80
Figura 9 - Influências sobre o consumo nas misturas álcool-gasolina	80
Figura 10 - Circuito de Integração Nacional	83
Figura 11 - 08 de Novembro de 1976 - Ministro da Aeronáutica, Araripe Macedo, Conhece o carro movido a álcool	84
Figura 12 - Distribuição das Frotas a Álcool em 1978	85
Figura 13 - Telesp Aumenta a Frota	86
Figura 14 - Sabesp Economizará 40 mil litros de gasolina por mês	87
Figura 15 - Resultados do PTE até 1979	88

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Evolução dos preços do Petróleo no Mercado Mundial entre 1971 e 1982	64
Gráfico 2 - Evolução dos preços do Açúcar no Mercado Mundial entre 1970 e 1982	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Vendas de Automóveis no mercado interno - 1957-1993	68
Tabela 2 - Rede Ferroviária Nacional 1904-1992	69

LISTA DE SIGLAS

BNDE – Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico

CIN - Circuito de Integração Nacional

CST – Construção Social da Tecnologia

C&T - Ciência e Tecnologia

CTA – Centro Tecnológico Aeroespacial

ESCT – Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia

IAA – Instituto do Açúcar e do Alcool

INT - Instituto Nacional de Tecnologia (RJ)

ITA – Instituto Tecnológico da Aeronáutica

MIC – Ministério da Indústria e do Comércio

NSC – Nova Sociologia da Ciência

PER – Programa Empírico do Relativismo

SCOT - Social Construction of Technology

TAR – Teoria Ator-Rede

PNA – Plano Nacional do Alcool

PND - Plano Nacional de Desenvolvimento

PTE – Programa Tecnológico do Etanol

STI – Secretaria de Tecnologia Industria

UFSCar - Universidade Federal de São Carlos

USGA - Usina Serra Grande Alagoas



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA

COMPLETA AÍ... COM ÁLCOOL! O FECHAMENTO DA CONTROVÉRSIA SOBRE O COMBUSTÍVEL AUTOMOTIVO BRASILEIRO.

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Rafael Bennertz

Esta dissertação tem como objetivo geral contribuir para a compreensão do desenvolvimento da tecnologia do uso do álcool combustível no Brasil. Para tanto apresenta, no primeiro capítulo, uma extensa revisão teórica sobre os Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia, ênfase especial é dada à algumas das principais abordagens teóricas da Sociologia da Ciência e da Tecnologia. São discutidas: a Escola de Edimburgo, o Programa Empírico do Relativismo e os Estudos de Laboratório. São destacadas ainda algumas abordagens Sociológicas e Históricas sobre a Tecnologia, tais como a Construção Social da Tecnologia, os estudos sobre a emergência dos Sistemas Tecnológicos, e a Teoria Ator-rede (TAR). Guiado pelas propostas da TAR, e sustentado por dados primários, como entrevistas, e secundários como documentos, revistas, fotos e estudos específicos sobre o caso do Proálcool, o segundo capítulo descreve o caso do desenvolvimento da tecnologia de uso do álcool combustível. Neste sentido, apresenta as tentativas históricas de substituição da gasolina por álcool no Brasil, evidencia que já existiam controvérsias sobre o uso da gasolina ou do álcool e aponta a crise do petróleo de 1973 como a força propulsora que deu novas forças às tentativas de substituição da gasolina como combustível para automóveis particulares. Na sequência, é problematizada a existência de alternativas ao uso do petróleo como, por exemplo, a possibilidade de uso de outras formas de transporte. Tendo estas reflexões por base, a pesquisa busca seguir os cientistas e os técnicos nas suas atividades estratégicas de promoção do álcool combustível enquanto objeto capaz de encerrar as controvérsias relativas ao combustível a ser utilizado no Brasil da década de 1970. O segundo capítulo se encerra com uma breve reflexão sobre como o referencial analítico ajudou a compreender a construção deste coletivo habitado por objetos técnicos e sociais. O texto conclui com uma síntese do trabalho, retomando os objetivos específicos, que foram trabalhados em cada capítulo, desenha conclusões a partir da análise do caso com base no referencial teórico e aponta para recomendações e possibilidade de aprofundamento da pesquisa.

Palavras Chave: Álcool Hidratado; Álcool Combustível; Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia; Sociologia da Tecnologia; Teoria Ator-Rede.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA

**FILL IT UP... WITH ALCOHOL! THE CLOSURE OF THE CONTROVERSY
ABOUT THE BRAZILIAN AUTOMOTIVE FUEL.**

ABSTRACT

Master's Dissertation

Rafael Bennertz

This dissertation has as objective to contribute to the understanding of the development of the technology for alcohol fuel consumption in Brazil. To do so it presents, in the first chapter, an extensive revision about the Social Studies of Science and Technology, a special emphasis is given on the comprehension of some school of thoughts in the sociology of science and Technology. Those are The Edinburg School, The Empirical Program of Relativism and The Laboratory Studies. Some approaches from the sociology and the history of technology as The Social Construction of Technology, Large Technological Systems and Actor-Network Theory (ANT) are emphasized as well. Under the guidance of ANT and with support from primary data as interviews, as well as from secondary data like documents, magazines, pictures and specific studies about the *Proálcool* case the second chapter describes the case of the development of the technology of alcohol fuel consumption. In doing so it presents the historical attempts to replace gas for alcohol fuel in Brazil, highlights the existence of controversies about the usage of gas or alcohol fuel and points the global petrol crises in 1973 as the main driving force which brought new energy to the attempts to the replacement of Gas as fuel for privately owned automobiles. In the sequence, the existence of alternatives to the usage of petro-fuel like the possibility to use other means of transportation is issued. Based on these conjectures the research tries to follow the scientists and technicians at their strategic activities to promote alcohol fuel as an object capable of closing the controversies about which fuel should be used in Brazil in the 1970's. The second chapter finishes with a brief consideration about how the analytical frame work helped to understand the construction of this collectivity populated by technical and social objects. The text concludes with a synthesis of the work, reassesses the precise objectives from each chapter, draws some conclusions from the case study and offers some hints on how to extend the research.

Key words: Hydrous Alcohol; Alcohol Fuel, Social Studies of Science and Technology, Sociology of Technology; Actor-Network Theory

INTRODUÇÃO

Esta dissertação tem como objetivo geral contribuir para a compreensão do desenvolvimento da tecnologia do uso do álcool combustível no Brasil a partir da perspectiva analítica dos Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia (ESCT). Para alcançar este objetivo este trabalho realiza duas tarefas específicas: no primeiro capítulo, conduz uma revisão sobre o conjunto de trabalhos mais significativos que traçam os contornos dos ESCT e, no segundo capítulo, descreve as controvérsias e alianças em torno da estabilização do álcool como combustível em substituição à gasolina no Brasil até o ano de 1979.

O uso de combustíveis alternativos, produzidos a partir de fontes renováveis, muitas vezes identificados como combustíveis verdes, não é novidade. Há muito tempo o carvão vegetal é utilizado para aquecer caldeiras e atualmente os óleos vegetais, como o biodiesel, estão no centro de disputas políticas e controvérsias científicas sobre o uso da terra para produção de alimentos ou combustíveis. Estão em disputa projetos diferenciados de desenvolvimento. Chama a atenção o fato de que nesta área, o maior programa governamental de substituição do petróleo é brasileiro. O Programa Nacional do Álcool – PNA é, comumente, identificado como uma resposta estratégica do governo federal para a grande crise do petróleo de 1973 que gerou um novo arranjo social e tecnológico no território brasileiro a partir da sua promulgação.

No momento em que o governo brasileiro decidiu que a adição de álcool anidro à gasolina seria a alternativa nacional para reduzir a importação de petróleo e iniciou os estudos sobre a porcentagem máxima de adição de álcool anidro à gasolina foram iniciadas relações muito específicas capazes de criar, simultaneamente, um novo cenário nacional e uma tecnologia. Um coletivo ao mesmo tempo social e técnico. No desenvolvimento do álcool como combustível em substituição à gasolina no Brasil até o ano de 1979 foram postos em operação mecanismos capazes de associar entidades morfologicamente distintas. Se por um lado era preciso existir laboratórios bem equipados – com cientistas e equipamentos, por outro era fundamental que fosse estabelecida uma política nacional de uso do álcool combustível. Compreender como foi possível a construção de um artefato sócio-técnico, o álcool hidratado como combustível solo, durante o PNA significa, especificamente, investigar as associações sociotécnicas postas em operação para a sua constituição e para isso nos propomos a abrir a caixa-preta do álcool combustível.

O álcool combustível de uso exclusivo foi desenvolvido dentro do PNA, um programa federal que foi implantado em 14 de novembro de 1975 pelo decreto nº 76.593 com o objetivo de estimular a produção do álcool, reduzir as importações de petróleo e, ainda, oferecer solução para a queda do preço do açúcar no mercado internacional. Acontece que o PNA pode ser dividido em duas etapas principais: num primeiro momento, contido entre os anos de 1970 e 1979, que se iniciou com ações voltadas à adição de álcool anidro à gasolina e depois avançou no sentido de desenvolver a tecnologia de uso do álcool combustível exclusivo, criando as condições favoráveis ao uso do álcool como substituto da gasolina no Brasil. No segundo momento, entre os anos de 1980 a 1986 ocorreram os contatos com as montadoras e iniciaram-se as negociações para que o carro a álcool saísse do laboratório e chegasse às ruas do Brasil. O foco desta dissertação são os acontecimentos inseridos no primeiro momento do PNA, portanto, o desenvolvimento da tecnologia de uso do álcool combustível, seja como complemento, seja como substituto da gasolina, levando à adoção do carro a álcool em todo o território nacional.

Os objetivos específicos deste trabalho, como a busca de compreensão sobre o conjunto de estratégias postas em operação pelos atores envolvidos no desenvolvimento da tecnologia de uso do álcool combustível são analisados à luz do referencial dos Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia; em especial, o estudo de caso foi realizado a partir de sugestões metodológicas propostas pela Teoria dos Atores-Rede – TAR. Para tanto, após uma revisão do conjunto de Estudos Sociais de Ciência e Tecnologia o estudo buscou seguir os princípios norteadores da TAR, com destaque para os procedimentos propostos no livro *Reassembling The Social*, de Bruno Latour (2005). Nesta direção o desenvolvimento da tecnologia de uso do álcool combustível é compreendido a partir das estratégias de associações entre pessoas com pessoas, de entidades não-humanas com pessoas, que vão construindo novas coletividades que são constantemente renegociadas.

Para realizar este exercício de compreensão sobre o desenvolvimento do motor a álcool é preciso: (i) problematizar a dinâmica de relações entre a sociedade, a ciência e a tecnologia no processo de desenvolvimento tecnológico; (ii) apresentar o histórico do desenvolvimento da tecnologia de uso do álcool combustível com base nas propostas analíticas da TAR. Para alcançar estes objetivos específicos algumas ações práticas conduziram a pesquisa. Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre as dinâmicas de relações entre ciência, tecnologia & sociedade e foi conduzida uma pesquisa

documental em fontes secundárias¹, como jornais, revistas (Revista Quatro Rodas e Jornal Folha de São Paulo) e documentos referentes ao desenvolvimento do motor a álcool que foram encontrados do Centro Técnico Aeroespacial (CTA), onde foram realizados os estudos ‘técnicos’ de desenvolvimento do motor, nos documentos da extinta Secretaria de Tecnologia Industrial (STI), que foram encontrados no centro de documentação da Secretaria de Articulação Tecnológica do Ministério de Desenvolvimento Indústria e Comércio, e em documentos do acervo particular do Engenheiro João Bin, que participou das atividades da antiga Secretaria de Tecnologia Industrial na área de implementação da tecnologia de uso do álcool combustível. Além disso, foi realizado um conjunto de entrevistas (por e-mail e/ou pessoalmente) com pessoas diretamente ligadas ao desenvolvimento da tecnologia do uso do álcool combustível. Os documentos e entrevistas acima citados foram analisados para caracterização das associações estabelecidas no processo; para exercitar a imaginação sociológica e oferecer uma compreensão sobre a forma que ocorreu o desenvolvimento da tecnologia de uso do álcool combustível a pesquisa estabeleceu relações entre as contribuições teóricas da sociologia da tecnologia e os dados coletados através da descrição do caso de acordo com as proposições da TAR.

Considerando os objetivos desta dissertação o texto deste trabalho é organizado de forma a apresentar a revisão teórica do referencial analítico e a descrição do estudo de caso. Para a compreensão do referencial analítico o primeiro capítulo foi dividido em três seções distintas. A primeira seção do capítulo 1 é denominada formação do campo e destaca os primeiros questionamentos sobre as relações entre o contexto social e o conhecimento, culminando na emergência dos Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia. A segunda seção do capítulo 1 trata da emergência e institucionalização da sociologia da ciência; para tanto, aborda as principais escolas teóricas do campo e seus principais desenvolvimentos. Neste sentido esta seção apresenta os princípios da escola de Edimburgo, do Programa Empírico do Relativismo e dos Estudos de Laboratório. A terceira seção do primeiro capítulo se ocupa de apresentar a sociologia da tecnologia, dá ênfase especial à mudança de foco do PER da ciência para a tecnologia, constituindo o programa de estudos sobre a Construção Social da Tecnologia; apresenta os estudos sobre os sistemas tecnológicos, evidenciando que o estabelecimento de uma determinada tecnologia carrega consigo a promoção de uma forma nova de organização social, um novo sistema tecnológico e, finalmente, apresenta a Teoria do Ator-rede (TAR). Na última parte desta seção são apresentados os princípios que guiam os estudos da TAR sobre a

¹ Do material coletado durante a pesquisa apenas uma parte foi utilizada para a dissertação. O material utilizado como fonte de informações está listado na bibliografia.

inovação tecnológica e a constituição de novos coletivos; destaca-se nesta abordagem o papel fundamental dos objetos, dos mediadores na construção destes novos coletivos.

O estudo do caso do desenvolvimento da tecnologia de uso do álcool combustível é apresentado de acordo com a proposta da TAR. Todo estudo sobre inovações tecnológicas pode ser decomposto em três etapas: (a) identificar as controvérsias que deram espaço para a inovação tecnológica; (b) seguir os cientistas e os técnicos enquanto estes buscam fechar e fecham estas controvérsias, e (c) finalmente descrever como, por meio de quais associações, foram fechadas as controvérsias e como foi construído um novo coletivo, uma nova forma de organização social², habitada por entidades humanas e não-humanas. Neste sentido, o segundo capítulo apresenta o processo da substituição da gasolina por álcool como combustível para automóveis no Brasil. Para realizar esta tarefa, de acordo com as três etapas acima citadas, o segundo capítulo é apresentado em três seções distintas. A primeira seção trata das tentativas históricas de substituição da gasolina por álcool no Brasil; evidencia que já existiam controvérsias sobre o uso da gasolina ou do álcool e aponta a crise do petróleo de 1973 enquanto força propulsora que deu novas forças às antigas tentativas de substituição da gasolina por álcool. A segunda seção do capítulo 2 problematiza a existência de alternativas ao uso do petróleo e outras formas de transporte, argumentando que a opção pelo álcool foi a estratégia que os técnicos da Secretaria de Tecnologia Industrial consideraram mais propícia ao sucesso. Tendo estas reflexões por base a segunda seção buscou seguir os cientistas, os técnicos da STI nas suas atividades de construção da tecnologia de uso do álcool combustível e na construção do contexto para que este combustível fosse utilizado pelos consumidores brasileiros. A última seção, do segundo capítulo, realiza uma breve reflexão sobre como o referencial analítico ajudou a compreender a construção deste coletivo habitado por objetos técnicos e sociais.

² No estudo de caso o social não é apenas composto das relações humanas e simbólicas, mas sobre tudo, composto por associações entre entidades humanas e não-humanas. Tampouco o técnico é composto apenas por objetos inanimados, é o resultado de negociações entre objetos, contextos, símbolos, conceitos, disciplinas, pessoas, etc. Portanto, ambos, técnico e social, se fundem na composição dos coletivos sociotécnicos.

1. AS CARACTERÍSTICAS DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA

Esta dissertação propõe-se a oferecer uma compreensão sobre a emergência da tecnologia de uso do álcool combustível no Brasil a partir da perspectiva dos ESCT e, especificamente, da Sociologia da Tecnologia. Para tanto, este capítulo apresenta uma revisão teórica das contribuições dos ESCT, um campo de estudos que se utiliza das contribuições da sociologia, antropologia, ciência política, economia, análise de PCT, etc, num primeiro momento, e das contribuições da sociologia sobre as relações entre contexto social e a ciência e a tecnologia, no segundo momento. Mais precisamente, este capítulo tem como objetivo evidenciar a abordagem sociológica, em especial a proposta de estudo da TAR sobre o processo de inovação tecnológica, e, desta forma, estabelecer um modelo teórico-analítico para compreender o desenvolvimento da tecnologia do uso do álcool combustível no Brasil no início da década de 1970.

Tendo em vista o objetivo deste capítulo, o texto apresenta, de forma cronológica: (i) os primeiros questionamentos feitos pelos ESCT sobre a natureza do conhecimento científico; (ii) algumas das escolas da sociologia da ciência e; (iii) três importantes abordagens sobre o desenvolvimento tecnológico a partir da sociologia e da história da tecnologia. Nesta direção, o trabalho compreende que a natureza da relação entre os ESCT e a sociologia da tecnologia é de retroalimentação, ambas as disciplinas se fortalecem de forma recíproca. Por último é realizada uma breve reflexão sobre os principais pontos do capítulo e a forma como eles irão auxiliar a analisar o caso empírico.

1.1. QUÃO ESPECIAL É A CIÊNCIA

Esta primeira seção faz uma breve apresentação da emergência do tema do conhecimento para as Ciências Sociais e para a Sociologia em específico, descreve o início da institucionalização deste objeto de estudo nos ESCT e o surgimento da preocupação sociológica sobre a Ciência. Por fim, esta seção faz alguns apontamentos sobre os estudos das relações entre o contexto social e o conteúdo das teorias científicas. Na sequência, a Sociologia da Ciência, enquanto disciplina institucionalizada, as suas principais escolas e os seus principais problemas de pesquisa são apresentados na segunda seção do capítulo.

EXISTE CIÊNCIA INDEPENDENTE DO CONTEXTO SOCIAL?

Desde sociólogos clássicos, como Marx e Durkheim, o conhecimento e as formas utilizadas para retratar o mundo no qual vivemos são objetos da curiosidade sociológica. Mesmo que tais

sociólogos não tenham incluído a ciência entre seus temas de interesse, eles visualizaram uma separação de ordem epistemológica entre o que é conhecimento, de forma geral, e o conhecimento científico. Por exemplo, na visão de Durkheim “as idéias sobre tempo e espaço, força e contradição variam de um grupo para outro e dentro do mesmo grupo de um período para outro”, mesmo assim, a ciência é diferente do pensamento religioso ou místico, que são resultados de condições sociais específicas, sendo que as conclusões científicas são cada vez mais aceitas porque representam a verdade observável. Para, Durkheim, portanto, a ciência é compreendida enquanto o resultado da liberdade de pensamento, que é advinda da complexidade crescente das sociedades humanas e, por este motivo, não é condicionada diretamente pelas influências sociais (Mulkay, 1979: 3-4).

Para Karl Marx a análise sociológica sobre a questão do conhecimento recai sobre o fato de que ao atuar sobre o mundo natural o homem produz conhecimento voltado basicamente para a produção e reprodução da sociedade nos termos da classe dominante. Isto significa que o conhecimento é produzido para atender aos interesses econômicos dos grupos sociais e é aplicado de acordo com a ideologia representativa do modo de produção dominante. Especificamente no que diz respeito à ciência moderna, a sua emergência está associada ao surgimento da sociedade industrial capitalista, pois é instrumento da burguesia para dominação do mundo natural e controle dos trabalhadores. O conteúdo da ciência não é determinado socialmente, mas o seu uso e sua aplicação o são; além disso, as comunidades de pesquisa têm características próprias de organização que garantem neutralidade aos trabalhos técnicos dos cientistas, tornando-os imunes às influências sociais. Os cientistas, para Marx, são capazes de produzir conhecimento objetivo, livre das pressões de ordem social (Mulkay, 1979: 5-10).

Após as reflexões dos pais fundadores da sociologia outro sociólogo que se ocupou da questão do conhecimento foi Karl Mannheim e, mesmo que a literatura trate a sua produção teórica como complexa e, por vezes, epistemologicamente contraditória, é possível extrair que no conjunto da sua obra observa-se uma separação entre o pensamento social e as ciências naturais. Na sua perspectiva, estas últimas se desenvolvem ao acumularem conclusões objetivas e neutras sobre o mundo físico e natural sendo, portanto, independentes do contexto social, atemporais, e estáticas. Por outro lado há o pensamento social caracterizado pela filosofia, teologia, pensamento político, economia, arte, e etc. que é considerado produto típico do meio cultural, e deve ser compreendidos através do estudo de seus significados para os membros da sociedade na qual se situam. “Cada período histórico e cada grupo social tem os seus próprios valores distintivos e seus significados (...) nenhum produto da cultura

humana pode ser avaliado adequadamente através de uma perspectiva atemporal” (Mulkay, 1979: 11). Resumidamente, compreende-se que para Mannheim a diferença epistemológica entre o pensamento social e as ciências exatas deve ser estudada seguindo as seguintes premissas, por um lado “a sociologia do conhecimento afirma que todo ‘pensamento social’, todo pensamento fora das ciências exatas e naturais é relativo a alguma posição social particular, tomada de uma perspectiva particular ou formulada de acordo com certos interesses sociais” (Mulkay, 1979: 12); e por outro lado, “a idéia mais freqüentemente expressada é de que a ciência constitui um caso epistemológico, ou até sociológico, especial”, na medida em que está livre de influências sociais (Mulkay, 1979: 16).

Considerar o conhecimento científico imune ao contexto social é também a linha mestra seguida por Stark, que junto com Mannheim contribuiu para o início da institucionalização disciplinar da sociologia da ciência (Mulkay, 1979: 17). Para esta abordagem, a ciência é a representação da observação do mundo natural, é imutável e o seu consenso é obtido por conta da sua objetividade. Também neste ponto de vista existe uma separação entre a atividade científica e demais atividades culturais. A ciência é a busca constante pela observação e o controle sobre o mundo natural, e por conta disso não é submetida à análise sociológica. A dominação do mundo natural requer um método objetivo e uniforme aplicado de forma cumulativa porque o mundo natural é estático e não construído diariamente como o mundo social.

Estas formas de compreender a natureza do conhecimento e da ciência como distintas na sua própria concepção dificilmente questionam a imagem do conhecimento científico enquanto legítimo porta-voz da natureza. Dentro destas perspectivas acima a ciência pode ser compreendida a partir da sua organização interna, pela forma como os seus resultados são aplicados na sociedade ou através do estudo de como a sociedade se mantém desfavorável às descobertas científicas. Uma vez que a natureza é real, material e objetiva, o conhecimento, pela observação direta do funcionamento da natureza, seguiria as mesmas normas.

Devido ao status epistemologicamente diferenciado atribuído à ciência, um dos primeiros objetos da Sociologia da Ciência é o conjunto de condições que tornam possível esta forma específica de conhecimento na sociedade industrial moderna. O conteúdo da ciência, nestas abordagens, ainda não era estudado pela sociologia, mas Merton já analisava o seu funcionamento enquanto instituição, as suas regras de conduta e as suas formas de relação com a sociedade mais ampla. Merton sustentou que para gerar e difundir o conhecimento científico, o conhecimento válido e objetivo, a ciência requer de

seus praticantes a obediência a um determinado código de conduta específico. Este código de conduta dos cientistas é denominado, por Merton, *ethos* científico.

Para Merton (Merton, 1979) era possível observar o *ethos* científico ao estudar a forma pela qual os cientistas se organizavam e desempenhavam suas atividades. Nesta abordagem, admite-se que os cientistas agem com base em quatro imperativos institucionais: o universalismo, que sustenta que as afirmações científicas são universais e válidas em qualquer contexto; o comunismo, segundo o qual a ciência é feita a partir de um empreendimento coletivo e, por isso, suas descobertas devem ser tornadas públicas e não retidas pelos pesquisadores; o desinteresse, segundo o qual, embora o cientista seja guiado pelo desejo constante pelo reconhecimento, ele nega a existência de interesse pessoais na atividade científica porque o cientista faz pesquisa para o desenvolvimento da ciência e ampliação do conhecimento sobre o mundo e não visa qualquer benefício material, mas apenas o reconhecimento de seus pares; e, por último, o ceticismo organizado, que implica a suspensão de crenças prévias e todos os seus preconceitos que os cientistas têm até o momento da descoberta dos fatos empíricos e lógicos porque a investigação científica deve ser imparcial para com o sagrado assim como é para com o profano. Ao seguirem estes imperativos institucionais os cientistas garantem a produção do conhecimento universal, neutro, desinteressado e objetivo sobre o mundo, trazendo a luz do conhecimento para todas as esferas da vida.

A visão comum sobre a ciência e a compreensão de que o seu conteúdo não pode ser analisado sociologicamente por ser baseado em observação dos acontecimentos no mundo natural, ao contrário do que supunham os primeiros sociólogos da ciência e do conhecimento, precisa ser reavaliada. A compreensão que um cientista tem sobre as leis da natureza e o que elas representam necessita de uma definição específica e relacional sobre o que o cientista, e a sociedade na qual ele se insere, considera ser a natureza, por exemplo. No caso da lei da gravidade, aquilo que vale na terra não pode ser transposto para a lua, portanto a lei da gravidade não é uma lei natural válida em toda a natureza, mas geograficamente circunscrita à superfície terrestre, na superfície lunar ela tem características diferentes, a taxa de aceleração é diferente e desta forma a fórmula que expressa a lei da gravidade não é a mesma para a Lua (Mulkay, 1979: 28). A conveniência em identificá-la como natural, por dizer respeito ao mundo físico, não deve nos impedir de questionar a sua validade estática e universal, aplicável a qualquer contexto.

Por traz deste argumento está a idéia de que não existe fato científico sem teoria, nem teoria sem observação empírica. Isto significa que quando os fenômenos naturais são observados eles são

interpretados de acordo com um referencial teórico específico, normalmente aceito por um grupo particular de cientistas. Este referencial é construído sobre, e a partir de interpretações anteriores, o que torna as interpretações científicas social e historicamente circunscritas, pois “qualquer observação particular não terá sentido até que tenha sido interpretada teoricamente” (Mulkay, 1979: 37). Em oposição à visão tradicional da ciência, de que suas descobertas são verdades compartilhadas por toda a comunidade científica, a existência de diversos referenciais teóricos gera variadas interpretações possíveis para o mesmo fenômeno. Não existe a interpretação mais verdadeira, mas sim aquela que melhor consegue se estabelecer após o encerramento das disputas/controvérsias científicas.

A principal implicação decorrente desta mudança de visão sobre a ciência é de que a ciência deixa de ser considerada dotada de fatos universais e imutáveis, passando a ser compreendida como um acúmulo de concepções usadas para analisar novos dados, gerando novas teorias e, por isso, dificultando a revisão e o questionamento das teorias científicas já amplamente aceitas e reproduzidas. Quanto mais uma teoria científica é utilizada como referência para novas observações mais ela produz novas teorias e mais se fortalece enquanto teoria em si. É uma sobreposição tão bem sedimentada que torna quase impossível contestar as suas bases (Mulkay, 1979: 41).

A observação é, assim, um exercício de leitura e tradução. Se, por um lado, é possível observar algo no mundo físico, a compreensão que temos deste fenômeno é condicionada por nossas possibilidades de interpretação teórica e, por outro lado, a representação que podemos criar depende de nossas limitações lingüísticas. Estamos sempre dependendo do referencial teórico analítico já estabelecido. Como existem diversos conjuntos conceituais, analíticos e simbólicos que são utilizados para interpretar os dados empíricos, é preciso compreender os modos pelos quais determinadas interpretações são consideradas corretas e são aceitas através do tempo dentro e fora da comunidade científica.

Conforme Mulkay (1979), o primeiro critério para julgar a validade de uma afirmação científica dentro de uma visão tradicional da produção do conhecimento científico era a possibilidade de reprodução do experimento científico levando aos mesmos resultados. No entanto, a simples reprodução do experimento não oferece nada de teoricamente novo, caso não se consiga chegar aos mesmos resultados. Assim, outro critério de validação do conhecimento é sugerido por Popper, a afirmação científica deve se manter frente às tentativas de falsificação, demonstrando a sua capacidade de consistência em relação à teoria e ao mundo físico. Mesmo neste caso, toda observação é mediada pela teoria, observa-se o dado empírico com base em referenciais teóricos prévios. Ao ocorrerem duas

observações sobre o mesmo fenômeno, estas duas observações são realizadas baseadas em referenciais diferentes tornando as interpretações incompatíveis. Portanto, mesmo quando a observação é sobre o mesmo fenômeno a comparação, visando a falsificação da teoria, é impossível. O teste da falseabilidade, o falsificacionismo, é, desta maneira, improdutivo para a compreensão de como se reproduz o conhecimento científico novo. Sustenta-se que é mais produtivo avaliar os fatos científicos pela sua capacidade adaptativa ao contexto, em relação às demais descobertas e aos padrões institucionalizados de observação, coleta de dados, quantidade de evidências, rigor da análise e demais critérios específicos de cada área (1979: 53-55).

A partir destes estudos compreende-se que diferente do que prega a visão tradicional, as bases de sustentação da ciência são muito menos rígidas do que os seus praticantes acreditam ser, pois o conhecimento científico não possui um significado estável, não é independente do contexto social e não é certificado pela aplicação de procedimentos de verificação compartilhados universalmente. Muito mais importante para esta dissertação não é o fato de que houve um questionamento sobre a hegemonia da ciência enquanto produtora de conhecimento objetivo sobre o mundo físico e natural, mas liberdade para a investigação sociológica possibilitada a partir destes questionamentos. Deste momento em diante não apenas a organização a ciência, mas também o seu conteúdo pode ser estudado sociologicamente.

Na visão sociológica tradicional a produção do conhecimento científico era guiada por normas, regras de comportamento aprendidas e aplicadas pelos cientistas. Basicamente, bastava que o cientista fosse impessoal, desinteressado, autocrítico, desengajado e aberto a novas idéias para que suas observações e interpretações fossem consideradas legítimas e objetivas perante a comunidade científica. Esta abordagem sobre a produção do conhecimento científico é questionada pelos estudos de caso, que demonstram que estas regras e a forma pela qual são aplicadas diferem de acordo com contexto social e intelectual onde a atividade é desempenhada. Normalmente cientistas são muito engajados nas suas pesquisas, tendem a demorar a publicar os dados de suas pesquisas, e baseiam suas decisões sobre a relevância de novas descobertas em critérios pessoais como, por exemplo, amizade, reconhecimento da instituição de origem dos pesquisadores, país de origem do pesquisador, etc.

Mais especificamente, compreender a produção do conhecimento científico pela obediência às normas de conduta, tendo como exemplos alguns determinados cientistas expoentes, gera uma falta de compreensão da dinâmica interna da ciência porque negligencia o fato de que a ciência não é desempenhada apenas pelos cientistas expoentes, mas por uma legião de cientistas, cuja maioria permanece anônima para o grande público.

Se a estrutura normativa da ciência não dá conta de explicar a dinâmica de produção do conhecimento científico é necessário direcionar os estudos para as práticas microscópicas na ciência. Seguindo esta tendência surgiram os estudos culturais sobre a ciência. A análise de alguns destes estudos evidencia que as relações pessoais e os critérios subjetivos auxiliam a compreender como se produzem novos conhecimentos em ciência (Mulkay, 1979). Além do fato das descobertas e suas interpretações terem que convergir em direção ao conhecimento e interpretações já aceitas na área, é importante salientar alguns pontos em comum nos estudos culturais sobre a ciência.

Para estes estudos as relações informais têm uma grande importância na dinâmica científica, em especial nas relações sociais diretas; em situações em que há incerteza sobre a natureza da descoberta, quando não existem estudos prévios sobre o fenômeno sendo estudado e quando não existem meios de confirmar a veracidade das descobertas científicas, os fatores extra-científicos desempenham o papel principal no reconhecimento e na credibilidade destas novas afirmações; o comprometimento com determinadas áreas de pesquisa e, principalmente, com referenciais teóricos já aceitos não pode ser totalmente explicado em termos científicos. Em disputas sobre a criação de novas áreas científicas, como no caso da parapsicologia, as disputas entre os cientistas de áreas já estabelecidas e os representantes da parapsicologia ocorrem utilizando-se recursos ao mesmo tempo técnicos e sociais visando adquirir legitimidade e aceitação por um lado e desacreditar o adversário, por outro lado (Mulkay, 1979: 90-92). Além das normas técnicas, dos padrões de cada área do conhecimento e da filiação a referenciais analíticos específicos, o desenvolvimento de novos conhecimentos científicos é sustentado por ações e crenças de ordem social. Pontualmente, fazer ciência é ao mesmo tempo, um empreendimento social e técnico, tanto pela suas implicações como pela sua natureza. É uma constante negociação. De acordo com os estudos culturais, as relações entre o contexto social mais amplo e a atividade científica acontecem basicamente de duas maneiras. Primeiro, existe a atuação dos cientistas em decisões políticas, tanto na legitimação de seu próprio objeto e área de pesquisa, quanto na assessoria às tomadas de decisões. Segundo, é possível identificar as influências sócio-culturais nas teorias científicas, de forma que as mesmas são “contaminadas” pelo contexto social. Ambas as situações serão tratadas abaixo.

Os cientistas geralmente atuam nas políticas públicas para legitimar a sua própria existência e manutenção. Isto pode ocorrer por meio da busca por mais verbas para pesquisas, criação de novas instituições de pesquisa e a manutenção e ampliação dos postos de trabalho para os cientistas. Há também a participação dos cientistas na elaboração de políticas públicas mais técnicas, mas

eventualmente esta participação ocorre por meio de consultoria e é sobre alguma atividade fora da área de atuação do cientista, como no caso da liberalização de pesquisas em células-tronco ou a produção de alimentos com organismos geneticamente modificados. Isto ocorre porque há uma crença generalizada que a atuação do cientista é livre de valores sociais porque é movida por valores de desinteresse, comunismo, universalismo e ceticismo organizado, que o tornariam apto a tomar decisões objetivas com base em dados científicos. De acordo com as abordagens anteriores, os cientistas agem guiados por valores sócio-culturais quando produzem o conhecimento científico e isto não é diferente quando estes mesmo cientistas são levados a tomar decisões sobre políticas públicas sobre assuntos relacionados a ciência e a tecnologia. Este fato é explícito quando se observam cientistas atuando nos dois lados de uma disputa política sobre a implicação de alguma pesquisa, por exemplo, no caso das pesquisas com células-tronco ou mesmo nas investigações sobre as causas do aquecimento global. Embora a compreensão do papel do cientista na sociedade mereça uma análise mais aprofundada, configurando um programa de pesquisas sobre expertise e participação pública³, este tema não será detalhadamente tratado nesta dissertação.

COMO ESTUDAR A CIÊNCIA E TECNOLOGIA?

As relações entre ciência e o contexto social e a forma como este último “contamina” o conteúdo da primeira podem ser observadas no estudo de como as teorias científicas são permeadas por valores, interesses, negociações e disputas específicas do seu ambiente de proposição. Por exemplo, num caso citado por Mulkay, se sustenta que um dos motivos para a boa receptividade da teoria de Darwin perante seus contemporâneos foi o uso de referenciais culturais também usados por Malthus, que os Vitorianos consideravam muito convincentes (1979: 96-118). Este caso ilustrativo é sustentado por um conjunto de trabalhos que se tornaram conhecidos por serem os Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia (ESCT). Sobre a formação deste campo e a elaboração de novas abordagens dos ESCT pode ser encontrada, no prefácio de uma das primeiras coletâneas de textos da área editada por Knorr-Cetina e Mulkay (1983), a seguinte afirmação: “durante os anos 1960 a sociologia da ciência deve seu ímpeto aos influentes escritos de Robert Merton e, em menor medida, ao trabalho quantitativo de Derek Price. Durante os anos 1970 um esforço considerável foi realizado para aplicar e refinar várias idéias propostas por Thomas Kuhn⁴”.

³ Para uma introdução nesta discussão ver: Collins, Harry (2007); Collins, H. & Evans, R. (2002, 2007); Jasanoff, S. (1987, 2001, 2003); Rip, A. (2003) e; Wynne, B. (1993, 2003).

⁴ Ver: Kuhn, Thomas. 2001.

Segundo Hess (1997), a atividade científica, para Kuhn, se divide em duas formas principais, a ciência normal e a ciência extraordinária, entre elas há um período em que ocorrem controvérsias científicas. A ciência normal é aquela realizada na maior parte das atividades científicas e é caracterizada pela aplicação de um determinado referencial analítico sobre um problema novo; é a resolução de quebra-cabeças. Na ciência normal geralmente ocorrem pequenas modificações e evoluções teóricas quase insignificantes. Quando algum referencial não é suficiente para explicar ou solucionar um problema as controvérsias científicas surgem e podem levar à produção da ciência extraordinária. Por outro lado, os pesquisadores ainda podem ser levados a acreditar que seus dados são inconclusivos ou que interpretaram a teoria de forma errônea. Quando estas suposições sobre as suas habilidades enquanto pesquisadores não os impedem de continuar ocorre uma crise de paradigma. Todo o referencial teórico, todas as convenções da comunidade de pesquisa em questão, todas suas observações anteriores não oferecem condições de sistematização científica do novo fenômeno e é preciso estabelecer um novo paradigma.

Paradigma, neste caso, é compreendido pelo conjunto dos elementos interconectados a uma disciplina, as suas generalizações simbólicas, os seus modelos e os seus exemplos clássicos, que caracterizam a identidade da disciplina e de seus pesquisadores. Este conjunto de pressupostos que compõem o paradigma são utilizados pelos cientistas para avaliar e classificar os problemas de acordo com a sua relevância dentro de um paradigma. Também é dentro do paradigma que se identifica a forma pela qual os problemas serão resolvidos e se criam, a partir desta dinâmica, os modelos de aplicação e desenvolvimento da pesquisa científica.

A crise de um paradigma, no entanto, não deve ser compreendida da mesma maneira que a incomensurabilidade de paradigmas. A incomensurabilidade de paradigmas é para Kuhn o fato de que o mesmo problema ao ser analisado por matrizes disciplinares, ou referenciais teóricos dentro de mesma disciplina, divergentes não chegará a conclusões semelhantes porque os termos do debate não são compatíveis. A incomensurabilidade de paradigmas não leva à crise nem, tampouco, à construção de novos paradigmas. Pelo fato dos paradigmas representarem toda uma visão de mundo para os seus praticantes, Kuhn associa a mudança de paradigmas aos conflitos geracionais e de prestígio. Por exemplo, os cientistas capazes de argumentar a favor da mudança de paradigmas são aqueles que estão no final da carreira, que já têm sua “reputação” aceita dentro da comunidade, que já têm prestígio e reconhecimento para propor novas maneiras de interpretar um problema; ou os jovens cientistas, que

estão dispostos a arriscar e substituir, ao mesmo tempo, as teorias de seu campo e os teóricos mais reconhecidos, em busca de reconhecimento na comunidade de pesquisa.

A filiação a determinado paradigma é compreendida em termos de fatores sócio-culturais e não puramente científicos porque representa o apego a uma determinada cultura e a uma específica visão de mundo. Assim, orientando-se pelas proposições de Kuhn, em especial sobre a natureza das revoluções científicas, a respeito de como o conhecimento científico se desenvolve, foram elaborados diversos programas de estudo da ciência enquanto uma atividade social. Desenvolveram-se estudos sociológicos, antropológicos, históricos, etnográficos, lingüísticos, econômicos e políticos sobre a natureza do conhecimento científico, seu funcionamento e a sua importância para o desenvolvimento das sociedades. Com o surgimento destes estudos se passou a estudar a ciência, a forma de conhecimento típica da nossa sociedade capitalista ocidental moderna, da mesma forma como já se estudavam os sistemas de conhecimento dos grupos indígenas, as religiões, os sistemas políticos e, também, a filosofia. A explicação para a reprodução e o avanço do conhecimento científico passou, a partir dos estudos pós-kuhnianos, a ser relacionado, ou até mesmo condicionado segundo alguns estudiosos, a fatores sociais, diferente da forma que era compreendido anteriormente, que o avanço científico é o resultado da lógica interna de cada teoria, que representa a correta descrição dos fenômenos naturais.

A emergência dos ESCT corresponde ao estabelecimento de um objeto de investigação novo para as ciências humanas. Embora tanto o conhecimento como a ciência já haverem sido estudados pela sociologia e por outras ciências sociais, é o tratamento do conhecimento científico como um objeto de análise que marca a fase de sistematização dos ESCT. Concluindo esta seção sobre a fase inicial, de sistematização destes estudos, de quando ainda não havia programas de pesquisa consolidados, mas que além do objeto comum, havia princípios norteadores e posturas metodológicas que caracterizavam os ESCT que são apresentados na parte final desta seção do capítulo.

Estes princípios norteadores foram sistematizados por Knorr-Cetina & Mulkay quando estes autores apresentam as principais tendências dentro dos ESCT no ano de 1983. Neste sentido é importante ressaltar o fato de que para colocar o conhecimento científico sob uma análise sociológica rigorosa foi preciso compreender a natureza do conhecimento científico. Esta tarefa não revelaria novidade alguma se fossem replicadas as premissas clássicas da epistemologia; era preciso buscar novas respostas para o desenvolvimento e o avanço do conhecimento científico. Somente o rigor da observação, a competência do pesquisador, e a correta replicação do mundo real não eram suficientes

para explicar como uma teoria científica se sobrepõe a outras. Era, portanto, necessário fazer uso de posturas novas epistemológicas como o relativismo epistêmico, em oposição ao realismo científico, era fundamental considerar o conhecimento científico um produto do contexto sócio-histórico e cultural no qual foi desenvolvido. Era preciso considerar a ciência uma atividade socialmente delimitada.

O relativismo epistêmico é anti-realista, se opõe à idéia de que a ciência imita a natureza, não concorda com a premissa de que ela faz uma descrição fiel dos eventos físicos, biológicos, químicos, etc e é capaz de reproduzi-los como ocorrem na natureza. O uso do relativismo epistêmico causou mal-entendidos e possibilitou seus críticos a o considerarem equivalente ao relativismo moral, argumentou-se que para o relativismo epistêmico todas as formas de conhecimento são igualmente válidas. No entanto, isto é uma compreensão superficial que pode ser esclarecida da seguinte maneira:

A crença de que o conhecimento científico não, simplesmente, imita a natureza de forma alguma compele os relativistas epistêmicos à visão de que, portanto, todas as formas de conhecimento serão igualmente exitosas na solução de problemas práticos, igualmente adequadas para explicar algum fenômeno complicado ou, de forma geral, aceitável para todos os participantes. Tampouco significa que nós não possamos distinguir diferentes formas de conhecimento em relação à sua relevância ou adequação para diferentes objetivos (Knorr-Cetina & Mulkay, 1983: 6)

Para operacionalizar este relativismo epistêmico e compreender os fatores não-científicos na elaboração do conhecimento científico foi preciso focar a análise em um aspecto específico da prática científica. Para a análise sociológica sistemática das atividades técnicas, do comportamento dos cientistas, alguns trabalhos desenvolvidos adotaram o internalismo metodológico e focaram suas análises nas atividades internas da atividade científica. Isto não significa que foram buscadas explicações nas capacidades técnico-rationais dos cientistas, mas que foram direcionados esforços para estabelecer relações entre a prática interna da atividade científica e o contexto social mais amplo.

Enquanto princípio metodológico de compreensão sobre a produção do conhecimento científico, o internalismo metodológico é caracterizado: i. por estudos microscópicos da atividade científica, que são as análises detalhadas e intensas sobre as práticas científicas, principalmente dentro dos laboratórios; ii. pela compreensão de como, ao invés de por quê, os cientistas fazem ciência e falam sobre ela; iii. por uma tendência a pautarem-se por uma perspectiva que, de forma geral, é chamada construtivista, orientada pela preocupação sobre como, a partir das negociações – interativas e interpretativas – entre os participantes, são obtidos os resultados científicos. “Dentro desta perspectiva, a questão posta pela sociologia do conhecimento científico sobre as condições sociais ou existenciais

do conhecimento é analisada tendo em vista os processos sociais que são constitutivos da produção e da aceitação das premissas do conhecimento (Knorr-Cetina & Mulkay, 1983: 9).

Além de observar de perto a rotina e as práticas dos cientistas naturais e dos técnicos, os ESCT têm se preocupado em compreender a importância da comunicação no fazer ciência. Transcendendo a tarefa de mensurar citações e publicações há um crescente interesse em compreender o papel da linguagem enquanto uma ação de comunicação que expressa valores e interesses dos pesquisadores. Este movimento é identificado como a virada lingüística dos ESCT, pois postula novas perguntas para o campo. Por exemplo, quais são as características persuasivas de uma fala, palestra de um renomado cientista? Qual o papel dos discursos no estabelecimento de novas linhas de pesquisa? Eles influenciam, até que ponto, nos objetivos de pesquisa de novos acadêmicos?

Dentro do conjunto de trabalhos marcados pela virada lingüística dos ESCT existem diferentes abordagens sobre como analisar o discurso dos cientistas e sobre o que estes discursos representam. Knorr-Cetina & Mulkay (1983: 9-11) destacam: i. O modelo de inscrições literárias, no qual a escrita é considerada a forma pela qual a persuasão é organizada de dentro para fora dos laboratórios científicos, que foi formulado por Latour & Woolgar⁵; ii. O estudo da racionalidade científica através daquilo que é escrito pelos cientistas, mas dando especial importância à racionalidade informal - prática dos cientistas que é um processo em que a escrita se insere e através do qual o significado e importância são atribuídos às inscrições literárias dos cientistas⁶. ; iii. Os estudos de análise de discursos, que dão total importância e prioridade à compreensão de como é construído e organizado o significado no discurso científico⁷.

Diferente das abordagens mais tradicionais sobre o desenvolvimento científico, o campo em ascensão quebra distinções pré-existentes e deixa de considerar o social, o científico e o técnico como esferas distintas. “O social tem aparentado estar, cada vez mais, integrado ao cognitivo e técnico e estes têm demonstrado possuir as características que tradicionalmente têm sido atribuídas aos fenômenos sociais” (Knorr-Cetina; Mulkay, 1983: 11). Os estudos realizados em nível micro têm mostrado que na prática cotidiana da ciência os resultados de observações, o encerramento de controvérsias científicas, as interpretações dos dados etc, são frutos de negociações, antes de tudo, sociais, na medida em dependem “das habilidades argumentativas, do prestígio ou outros recursos materiais ou simbólicos

⁵ LATOUR, Bruno; WOOLGAR, Steve. **A vida de laboratório: a produção de fatos científicos**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

⁶ Ver: Knorr-Cetina e Mulkay (1983).

⁷ Ver: Knorr-Cetina e Mulkay (1983).

que os participantes mobilizam para convencer uns aos outros” (ibidem: 12). A distinção entre social e técnico é, portanto, abandonada a priori, esta dualidade passa a ser compreendida como o resultado da visão que os próprios cientistas têm da sua atividade.

Nesta seção foram brevemente apresentadas as bases de sustentação do questionamento sociológico sobre a natureza do conhecimento científico. Foi ressaltada a importância de dois dos clássicos da sociologia, evidenciando que o interesse com a compreensão das relações entre conhecimento e contexto já estavam presentes nas reflexões dos autores clássicos da sociologia; foi mencionada a importância das origens da sociologia do conhecimento e a forma como tratava o conhecimento científico; destacando a importância precursora de Merton e de sua sociologia da Ciência, enquanto uma instituição regida pelo *ethos* científico; após o período de fundação da sociologia da ciência, foram apresentados os princípios norteadores dos estudos sobre as ligações entre a ciência e a sociedade mais ampla, principalmente com a partir do surgimento dos estudos culturais sobre a ciência.

Foi sob os princípios do relativismo epistêmico, do internalismo metodológico, da virada lingüística e do abandono da distinção, a priori, entre social e técnico que a maior parte dos estudos contemporâneos sobre a ciência e tecnologia se estruturam. Além de princípios metodológicos, estas propostas representam uma postura, uma forma específica e renovadora de realizar os estudos sobre os fundamentos do conhecimento científico e tecnológico nas sociedades modernas. Por sua complexidade, desenvolvimento profícuo após a década de 1970 e a importância teórica para este trabalho, as formas como são estudadas as relações entre contexto social e conteúdo científico serão tratadas com mais profundidade na próxima seção deste capítulo.

1.2. SOBRE INTERESSES, CONTROVÉRSIAS E LABORATÓRIOS

Muito embora o interesse da sociologia sobre o conhecimento, pelas suas formas de produção, organização, pelos seus valores e suas relações com o contexto social, não represente o surgimento de um objeto novo e desconhecido, a partir de meados dos anos de 1970 são sistematizadas as abordagens e são lançadas as bases daquilo que se convencionou chamar de Nova Sociologia da Ciência (NSC). O que marca a NSC é a preocupação em compreender de que forma e por quais mecanismos as contingências sociais influenciam o conteúdo da ciência, num primeiro momento, e da tecnologia⁸, num segundo momento. Foi abandonada a percepção de que esta investigação só poderia ser feita em

⁸ Este ponto será tratado na terceira seção deste capítulo.

termos filosóficos, por causa do status epistemológico privilegiado da ciência e passou-se a questionar quais as conexões estabelecidas entre as produções cognitivas e as influências sócio-culturais.

Embora exista uma grande diversidade de objetos e de pesquisas realizadas sob os princípios norteadores da NSC, é possível focar o seu desenvolvimento em algumas temáticas de interesse comum desta comunidade de pesquisa. Com a publicação de “As Estruturas das Revoluções Científicas”, de Thomas Kuhn, abrem-se portas para as análises relativistas e construtivistas, em oposição às explicações realistas, positivistas e internalistas sobre o conteúdo científico. A elaboração do conhecimento científico e a sua supremacia para explicar o mundo moderno deixam de ser justificados a partir da correspondência das descobertas com o mundo real e passa a ser observada enquanto uma atividade essencialmente social e, ao mesmo tempo, científica. Além da sociologia da ciência enquanto instituição, desenvolvida principalmente por Merton e seus seguidores, e dos estudos de Filosofia da Ciência⁹, cujos estudos foram mencionados na seção anterior, a sociologia toma o conteúdo científico como objeto de análise. A partir das investigações sobre o conteúdo científico, são evidenciadas as influências dos interesses e dos valores dos cientistas no desenvolvimento de teorias científicas, o papel das controvérsias científicas, a forma como elas são encerradas, e o processo social e técnico – sociotécnico, heterogêneo – de construção da ciência, as suas práticas internas, laboratoriais, seu caráter intrinsecamente negociado e tácito, suas relações de força e suas estratégias de manutenção.

ESCOLA DE EDIMBURGO

As relações entre o desenvolvimento científico e os interesses dos pesquisadores constituem o principal tema de estudo dos membros da Escola de Edimburgo, desenvolvida na Science Studies Unit da University of Edinburgh, também chamada de Programa Forte em Sociologia da Ciência. Nesta escola se associaram pesquisadores como David Bloor, Barry Barnes, David Edge e Donald MacKenzie. O trabalho que melhor delineou os princípios teóricos do programa foi escrito por David Bloor, em 1976, com o título *Knowledge and Social Imagery*. Sendo um dos programas pioneiros da Nova Sociologia da Ciência, sistematizada após a afirmação de Kuhn de que nos momentos de crises, de disputas e de controvérsias científicas é que se criam novos paradigmas científicos, a Escola de Edimburgo direcionou as suas investigações empíricas para as controvérsias científicas, em especial àquelas surgidas no século XIX e início do século XX. Diferente dos estudos de controvérsias científicas realizados por Collins, que será abordado adiante, havia uma preocupação em evidenciar

⁹ Como argumenta Hess (1997: 84), o surgimento da Nova Sociologia da Ciência não substitui os estudos da ciência enquanto instituição nem, tampouco, os estudos de filosofia da ciência e da tecnologia, mas caracteriza a uma nova matriz analítica para a questão do conhecimento científico.

como interesses extra-científicos, de classe, gênero, políticos, econômicos, geracionais, etc., motivaram controvérsias sobre o conteúdo das teorias científicas. Dois estudos sobre controvérsias científicas serão apresentados para exemplificar este argumento. O primeiro é sobre o estabelecimento da Frenologia em Edimburgo, nos anos 1810 e 1820 (Shapin, 1979: 41), e o segundo trata das controvérsias entre Biometria e Mendelismo no julgamento científico (MacKenzie & Barnes: 191). Além destes, será brevemente apresentado um estudo de Steve Shapin sobre o local, físico e social, onde eram conduzidos experimentos científicos na Inglaterra do século XVII (1999: 480).

Ao assumir a tarefa de compreender a natureza do conhecimento científico, a escola de Edimburgo se propôs a compreender um objeto novo para a sociologia. Para isso foram delineados alguns pontos comuns para guiar a prática destes praticantes da NSC. As características do conhecimento científico e os princípios norteadores para o seu estudo precisaram ser estabelecidos. “Os sociólogos estarão preocupados com as crenças, que são aceitas ou institucionalizadas ou investidas de autoridade por grupos de pessoas” (Bloor, 1976: 5). Isto significa que o programa se ocupa em estudar o conhecimento coletivamente aceito e fortalecido, e não se ocupa das crenças individuais. Para tanto, o estudo do conhecimento científico deve ser guiado por uma análise, ao mesmo tempo: 1. Causal, preocupada com as condições, sociais, econômicas, técnicas, e políticas, de produção de crenças científicas e dos estados de conhecimento; 2. Imparcial, em relação à veracidade ou falsidade, racionalidade ou irracionalidade, sucesso ou falha da teoria científica, pois ambos os lados desta dicotomia devem ser analisados; 3. Simétrica na forma de explicação, não modificando a explicação para tratar de crenças falsas ou verdadeiras; 4. Reflexiva, aplicável à sociologia em si, evitando a refutação das suas próprias teorias. (Ibidem: 7). Desta forma, são os princípios de causalidade, imparcialidade, simetria e reflexividade que definem a linha mestra das investigações do programa forte em sociologia do conhecimento.

A proposição destes princípios norteadores da sociologia do conhecimento científico implica diretamente a compreensão da natureza do conhecimento científico, a autonomia do conhecimento, advinda do uso da racionalidade, é questionada. Antes, apenas, era implicada a análise sociológica de suas causas do erro na ciência; sustentava-se que a correta observância da metodologia e a obediência à racionalidade conduziriam à produção do conhecimento verdadeiro, à verdade! Assim, só era possível analisar sociologicamente o erro, pois só este poderia ser causado por fatores não-científicos, de ordem social, econômica ou política; a verdade científica era explicada puramente por fatores de ordem cognitiva. “O ponto central, uma vez escolhidos, os aspectos racionais da ciência são considerados

auto-motivadores e auto-explicativos. Explicações empíricas ou sociológicas são destinadas à irracionalidade” (Bloor, 1976: 10). Nesta concepção, compreender sociologicamente as causas do conhecimento científico representa analisar como fatores sociais influenciam no seu conteúdo e na aceitação de veracidade de seu conteúdo. Esta proposta de simetria entre o conhecimento verdadeiro e o conhecimento errado na ciência pode ser considerada uma transcendência ao problema imposto pela sociologia do conhecimento, que considerava o pensamento social passível de análise sociológica, mas não a ciência. Isto é tão importante para o programa forte que até as causas do conhecimento matemático são estudadas sociologicamente.

Além da autonomia do conhecimento científico em relação ao mundo social, o argumento de que a ciência é uma representação fiel da realidade empírica é questionado pela escola de Edimburgo, outro argumento que sustenta a tese da autonomia do conhecimento científico afirma que, além do erro racional ou metodológico, a falsidade do conhecimento é gerada pela sua limitação quanto à observação empírica. O correto uso de nossas faculdades perceptivas, segundo a visão padrão de ciência, seria capaz de gerar conhecimento verdadeiro. Isto reforça a idéia de que as percepções individuais podem gerar conhecimento científico capaz de representar a natureza de forma fiel. No entanto, a observação só gera conhecimento ao passo que se fundamenta teoricamente porque as experiências individuais não são compartilhadas, só são compartilhadas no caso da sistematização teórica do conhecimento. A pergunta a ser feita, portanto, também é das causas da geração do conhecimento científico. “Por acaso, a experiência individual, de fato, ocorre dentro de um referencial de premissas, padrões, objetivos e significados que são compartilhados? A sociedade preenche a mente dos indivíduos com estas coisas e também provê as condições pelas quais isto se sustenta e se reforça” (Bloor, 1976: 15). Desta maneira, os dados empíricos não são auto-explicativos e necessitam da teoria para serem compreendidos e sustentados, e a teoria científica, por sua vez, representa a forma de pensar da sociedade, Portanto, a teoria é uma parte indispensável para a sistematização do conhecimento científico e, simultaneamente, o elo entre o conhecimento científico e a sociedade mais ampla.

Considerar o conhecimento científico constituído da sociedade é, desta maneira, aceitar que, em graus distintos, a sociedade tem um papel fundamental na aceitação e proposição da ciência. Em especial, a ciência reflete os valores da sociedade em que é produzida; especificamente estes valores podem ser considerados os interesses, sejam dos cientistas, sejam os da sociedade. Nos trabalhos analisados a seguir este ponto será ilustrado com exemplos.

Para os empiricistas a prova final sobre a veracidade de uma teoria é a demonstração científica. A condução e a demonstração de pesquisas laboratoriais são consideradas procedimentos capazes de sustentar ou aniquilar uma teoria científica, mas, se nem todos podiam entrar nos laboratórios, como estabelecer quem será responsável por descrever o que viu dentro destes ambientes onde são conduzidas as experiências. Transpor uma observação individual para a sociedade como um todo depende da escolha de pessoas idôneas responsáveis por narrar a experiência para a sociedade, a escolha dessas pessoas é de ordem totalmente social, pois depende de relações sociais anteriores a observação da experiência. Este é o problema encarado por Shapin (1999: 480) em seu trabalho “*The House of experiment in seventeenth-century England*”. Observa-se que no século XVII o laboratório, como o conhecemos atualmente, ainda não tinha se instituído enquanto local de experimentação científica, portanto, a maior parte das pesquisas era realizada nas casas dos cavalheiros (membros da nobreza, nobres). A parte experimental era realizada no âmbito privado, mas as suas demonstrações e debates precisavam ser públicos para levar o conhecimento para a sociedade e isto causava um problema de ordem prática.

Uma vez que os “laboratórios” eram localizados dentro das casas, como e quem poderia visualizar as demonstrações científicas? Este problema é analisado a partir da compreensão de onde se localizavam as pesquisas de Robert Boyle e Robert Hook, além das demonstrações organizadas pela emergente Royal Society de Londres. Shapin afirma que “o acesso aos espaços experimentais era geralmente gerenciado de acordo com os mesmos tipos de convenções que regulavam a entrada nas casas dos Cavalheiros e os espaços relevantes dentro destas” (Ibidem: 488), principalmente porque se acreditava que os cavalheiros, por não desempenharem atividades comerciais e não possuírem interesses diretos nos resultados, como os técnicos, ou serviçais que eram pagos para relatarem os experimentos, eram depositários de confiança perante a sociedade. Mesmo ainda não tratando da questão dos interesses de forma direta, já é possível observar que a forma que a ciência era conduzida, reproduzida e narrada estava diretamente atrelada às formas de organização e normas de conduta baseadas em acordos sociais estabelecidos fora do escopo das academias, universidades, faculdades e organizações científicas. Isto demonstra como a ciência, a prática científica, é diretamente dependente da sociedade.

No entanto, para o programa forte não só a sua organização recebe influências sociais como também o conteúdo científico é determinado por interesses sociais, como demonstram os dois casos seguintes. Shapin (1979) argumenta que a frenologia pode ser entendida enquanto um produto de

interesses sociais. A frenologia tem suas origens nos trabalhos de dois físicos de Viena que desenvolveram seus estudos no final do século XVIII e início do século XIX na França. Na Inglaterra o seu pioneiro foi um advogado de Edimburgo, por isso o interesse do trabalho na cidade em questão. No início, entre 1810 e 1820, houve várias disputas entre os que apoiavam a nova especialidade científica e os aderentes do conhecimento já institucionalizado.

De uma forma genérica, a frenologia sustentava que era possível determinar as características de comportamento, e de caráter, de uma pessoa simplesmente pela observação direta do desenho da parte exterior da cabeça humana. Considerando que o cérebro é dividido em áreas, e que cada uma dessas áreas é responsável por uma função específica, e ainda devido ao fato de que o crânio se desenvolve de acordo com a forma do cérebro, a existência de áreas mais desenvolvidas significa comportamentos diferenciados que podem ser identificados através da análise da estrutura óssea do crânio. A partir disto, Shapin (1979: 51) levanta as questões de que as crenças sobre o funcionamento da mente variavam de acordo com o contexto social e, também, a oposição ou aderência à nova ciência variava entre distintos grupos sociais. Duas formas de interesse são identificadas na emergência da frenologia: i. interesse em previsão e controle social; por exemplo, com a determinação do caráter dos indivíduos poderia ser feita uma seleção, mais apurada, de bons empregados ou mesmo das melhores e mais obedientes esposas; e ii. interesses sociais.

O fato de que a maior parte dos frenologistas era composta por membros da burguesia ascendente sustenta as afirmações de que os interesses sociais identificados no momento de consolidação da frenologia em Edimburgo são, também, de dois tipos. Primeiro, são baseados na diferenciação e individualização; e no colapso da velha ordem social. A crescente divisão e especialização da força de trabalho suportam e são suportadas por uma teoria capaz de explicar a divisão da sociedade de acordo com as características psicológicas dos membros da sociedade, pois segundo a frenologia, “a ordem social era um epifenômeno dos atributos psíquicos naturais dos indivíduos” (Shapin, 1979: 56). Por outro lado, a decadência da hierarquia baseada na nobreza e no clero favorecia a negação das elites tradicionais por parte dos membros da burguesia emergente. Portanto, a frenologia oferecia suporte científico para a emergência de uma ordem social mais liberal. Ao mesmo tempo, a religião e a filosofia moral estavam perdendo a posição de reguladoras da vida social dos cidadãos para a ciência. O conjunto destas transformações é expresso pelo fato que os “Frenologistas burgueses de Edimburgo estavam, assim, desenhando as fronteiras de pertencimento a

grupos, usando recursos culturais para desacreditar uma velha ordem, indicando alianças desejáveis para a conquista de seus próprios interesses e elaborando a base para ações grupais.” (Ibidem: 63).

Outro caso clássico de controvérsia científica é o embate entre biométricos e os primeiros geneticistas mendelianos, apresentado por Mackenzie e Barnes (1979). Os dois grupos científicos são herdeiros dos primeiros trabalhos desenvolvidos por Francis Galton, quem estabeleceu o conceito de hereditariedade enquanto resultado das relações entre as gerações. A controvérsia entre biométricos e mendelianos girou em torno de dois outros temas relacionados aos trabalhos de Galton: o primeiro, sobre a importância de métodos estatísticos para o estudo da hereditariedade e, o segundo, referente a sua crítica ao Darwinismo ortodoxo, que sustentava a evolução a partir de pequenas modificações individuais entre gerações, em oposição à proposta de que grandes diferenças adaptativas em grandes populações de indivíduos eram cruciais para o processo evolutivo das espécies.

Os biométricos sustentavam o emprego da matemática e também do Darwinismo ortodoxo sobre extratos de populações humanas, rejeitando a crítica proposta por Galton. Já os mendelianos sustentavam a existência de variações significativas, de acordo com a crítica de Galton, mas por outro lado não tinham estudos sobre populações humanas, apenas sobre grupos de controle, especialmente selecionados para os estudos. A opção por formas diferentes de analisar a hereditariedade pode ser considerada um caso de incompatibilidade de paradigmas, no sentido Kuhniano, mas MacKenzie e Barnes (1979: 201) sustentam que é mais interessante questionar por que esses grupos escolheram paradigmas diferentes para desenvolver os seus estudos. Os interesses associados a estes programas de estudo dizem respeito à existência de objetivos que guiaram o desenvolvimento das pesquisas. O sucesso representava formas diferentes de agir sobre a sociedade; para os biométricos era a possibilidade de agir sobre as características fenotípicas em populações humanas, já para os mendelianos o repertório de métodos de ação seria circunscrito a contextos controlados, pouco úteis às populações humanas reais. O argumento de MacKenzie e Barnes é de que ambas as teorias eram sustentadas por interesses sociais distintos. “O projeto biométrico estava intimamente associado com a eugenia e estava explicitamente concebido para prover conhecimento confiável para a operação de intervenções eugênicas” (ibidem: 204). Baseado, e ao mesmo tempo sustentando o darwinismo ortodoxo e o darwinismo social, explicitando os seus interesses sociais e políticos. De forma similar o mendelismo sustentava interesses sociais da sociedade britânica conservadora, pois “o sucesso do programa mendeliano teria (...) desacreditado o gradualismo Darwinista e certos aspectos das ferramentas intelectuais de reforma por intervenção eugênica” (ibidem: 205).

PROGRAMA EMPÍRICO DO RELATIVISMO

Seguindo a tradição de analisar o conteúdo social da ciência a partir das controvérsias científica também se desenvolveu o Programa Empírico do Relativismo¹⁰ – PER, também conhecido como Escola de Bath, cujo principal expoente é Harry Collins, quem orientou importantes pesquisadores, que ainda contribuem para o seu programa de estudo, como Trevor Pinch¹¹ e David Travis. A diferença básica entre o PER e o Programa Forte diz respeito ao foco de análise. O PER busca estudar os processos micro sociais, através da observação direta da dinâmica científica, especialmente sobre a replicação de experimentos científicos, em momentos de controvérsias. O foco passa de controvérsias já superadas e historicamente distantes para disputas que podem ser acompanhadas de perto. Para apresentação desta escola teórica serão utilizados três trabalhos, um escrito por Collins (1983), que apresenta as linhas definidoras, e de orientação do programa, e ainda dois estudos de caso, publicados na coletânea de estudos “O Golem: O que você deveria de saber sobre ciência” (Collins e Pinch, 2003).

Para compreender a forma como é construído o conhecimento científico, o PER se identifica como relativista por intensificar a importância de realizar as pesquisas sendo guiado pelos princípios de imparcialidade e de simetria, já propostos por Bloor. Considera que a simetria, quando aplicada aos estudos sobre a constituição do conhecimento científico implica no fato de que o mundo natural não deve ser tratado de forma a interferir na nossa percepção sobre ele. Aquilo que é considerado verdadeiro ou real varia de acordo com o contexto social, principalmente na ciência porque a interpretação do mundo natural é sempre mediada e reproduzida a partir dos conjuntos de generalizações de cada área, conhecidos como referenciais analíticos. Para este programa o mundo natural não pode ser utilizado como fonte de conhecimento objetivo porque sua interpretação necessita da mediação socialmente contextualizada. É nesta mediação socialmente contextualizada que se fundamenta o relativismo epistêmico enquanto proposta metodológica de estudo da produção do conhecimento científico para o PER. Especificamente, “precisamos suspender a visão de senso comum e filosófica que nos dá certeza sobre os cientistas trabalhando com a natureza. O que precisamos é uma incerteza radical sobre como as coisas sobre a natureza são conhecidas. Esta incerteza radical é o relativismo” (Collins, 1983: 91).

¹⁰ Embora a literatura, e mesmo o público brasileiro, tenda a identificar esta escola, na maior parte das vezes, pelo seu nome em Inglês, *Empirical Program of Relativism – EPOR*, dou preferência pela tradução do termo para o português. Quando for possível, irei traduzir o nome das demais escolas de pensamento no decorrer do texto.

¹¹ Trevor Pinch, além dos trabalhos dentro da perspectiva do PER, colaborou ativamente com outros pesquisadores expandindo este referencial analítico sobre a ciência para estudos sobre a construção social da tecnologia, como será discutido mais adiante.

A suspensão das crenças sobre a veracidade ou falsidade e o uso dos mesmos referenciais para explicar ambos os tipos de conhecimento é fundamental para o estudo do que Collins afirma ser o foco empírico da análise sociológica do conhecimento científico, as controvérsias científicas, onde são modificados, destruídos e reconstruídos os conhecimentos sobre o mundo, porque durante as controvérsias científicas conhecimentos e regras de ação são postas em questionamento. A forma como distintos grupos de cientistas agem nestes momentos produz um material importante para a compreensão sobre como o conhecimento científico é produzido. Segundo o PER nestes momentos três questionamentos devem ser feitos pelo sociólogo da ciência para compreender esta dinâmica. Primeiro, é preciso realizar um levantamento documental que demonstre a flexibilidade interpretativa dos resultados de algum experimento, ou seja, é preciso investigar como surgiram as controvérsias sobre os resultados de pesquisas. Segundo, é preciso estudar como estas controvérsias são superadas, como a flexibilidade interpretativa é estabilizada, quais os mecanismos, retóricos e/ou institucionais, que são postos em operação pelos cientistas para que as controvérsias deixem de existir. E terceiro, é necessário observar como estes mecanismos de fechamento das controvérsias científicas se relacionam com estruturas sociais e políticas mais abrangentes, que são encontradas fora da comunidade científica (Collins, 1983: 95-96).

Com base nos conceitos acima, a compreensão de como as controvérsias científicas são superadas foi profundamente trabalhada em estudos de caso, por membros da Escola de Bath, que dão sustentação à noção de regressão do cientista experimental, idéia fundamental para compreender a natureza da incerteza na produção do conhecimento científico. Para a compreensão da importância desta noção será apresentado, abaixo, o caso da controvérsia científica em torno da não-detecção de radiação gravitacional. Collins tem acompanhando este caso por mais de trinta anos, demonstrando a sua dedicação à pesquisa empírica para sustentação de seus argumentos sociológicos.

No caso da controvérsia sobre a detecção de ondas de radiação gravitacional o debate foi sobre as afirmações de Joseph Weber, da Universidade de Maryland, que dizia ter detectado uma grande quantidade de ondas gravitacionais vindas do espaço. O interesse sociológico deste caso reside no fato de que, “só a teoria e experimentação não resolveram o debate sobre a existência da radiação gravitacional” (Collins e Pinch, 2003: 131). Para que este debate fosse encerrado, fatores ‘extra-científicos’, políticos, sociais e institucionais foram trazidos para dentro do conjunto de evidências e argumentos em favor de um ou de outro grupo de pesquisadores. Weber afirmou ter detectado ondas gravitacionais, e mesmo tendo utilizado dispositivos tecnológicos de grande precisão, os seus

resultados não foram aceitos por alguns pesquisadores da área porque faziam referência a quantidades de radiação muito acima daquilo que poderia ser compatível com as teorias da época. Mesmo assim, os seus estudos foram replicados tanto pelos cientistas que acreditavam que seus resultados eram convincentes como por pesquisadores que queriam refutá-los.

Na tentativa de replicação dos experimentos surge um problema: se não havia consenso sobre a existência de ondas gravitacionais como estabelecer resultados esperados, parâmetros de comparação para os diversos laboratórios replicando os estudos de Weber? Aqueles que não detectam as ondas podem ser considerados incapazes caso os resultados de Weber sejam aceitos, conseqüentemente, arruinando a sua carreira. Mas aqueles que afirmam detectar as ondas gravitacionais, em quantidades e intensidades semelhantes às dos estudos de Weber podem perder sua credibilidade caso o desfecho do debate sustente que não existem ondas gravitacionais a serem detectadas. Diferentemente das aulas práticas na faculdade, não existem padrões pré-definidos aos quais os resultados precisam se assemelhar. Na pesquisa científica, na experimentação científica não há certeza até que os padrões sejam estabelecidos. Esta situação dá emergência a um círculo vicioso que Collins e Pinch chamam de regressão do cientista experimental:

O resultado correto depende da existência de ondas gravitacionais atingindo a terra em fluxos detectáveis. Para descobrir isso, precisamos construir um bom detector dessas ondas e verificar sua eficiência. Não saberemos, porém, se construímos um bom aparelho até testá-lo e obter o resultado correto –, mas não saberemos qual é o resultado correto até que... e assim por diante, indefinidamente (2003: 140).

É para a superação da regressão do cientista experimental e quebra deste círculo vicioso que se busca uma saída. O trabalho experimental sozinho não oferece a resposta! Argumentos não científicos foram utilizados para creditar ou desacreditar os achados de Weber, argumentos estes que Collins e Pinch identificaram e listaram, de acordo com as entrevistas realizadas com aqueles envolvidos na controvérsia, na seguinte ordem de importância: 1. Fé nas habilidades experimentais e na honestidade de um cientista, baseada em alguma parceria profissional anterior; 2. A personalidade e inteligência dos cientistas experimentais; 3. A reputação dos cientistas conquistada ao administrar e liderar um grande laboratório; 4. Experiência acadêmica ou profissional do cientista; 5. Histórico dos insucessos anteriores do cientista; 6. Informações de fontes internas; 7. O estilo do cientista e apresentação dos resultados; 8. A abordagem psicológica do cientista em relação ao experimento; 9. As dimensões e o prestígio da universidade de origem do cientista; 10. O grau de interação do cientista em várias redes científicas; e 11. A nacionalidade do cientista (2003: 143). Tendo observado quais são os requisitos que os cientistas consideram importantes para dar credibilidade às pesquisas dos seus pares percebe-se que

aspectos sociais e técnicos são inextricáveis e os resultados verdadeiros são obtidos pelos cientistas com maior grau de credibilidade perante os seus pares.

Outro caso de controvérsia científica estudado por Collins e Pinch se desenvolve sobre os hábitos de acasalamento do lagarto rabo de chicote, o *Cnemidophors*, que se reproduz por partenogênese – a partir de óvulos de fêmeas, não fertilizados por machos da espécie. Devid Crews, após desenvolver carreira de pesquisa por sete anos em Harvard, tornou-se um reconhecido e respeitado professor de zoologia e psicologia, e ao se mudar para a Universidade do Texas observou que “esses lagartos não sexuais, que prescindiam do acasalamento, às vezes montavam uns sobre os outros, agindo como qualquer outro lagarto de hábitos sexuais convencionais” (Collins e Pinch, 2003: 157), fato que veio a ser o cerne da controvérsia estudada. Neste debate, há consenso de que duas fêmeas, uma passiva e outra ativa, agem de forma caracteristicamente sexual, montando uma sobre a outra e fazendo que seus órgãos genitais entrem em contato, mas o significado deste ato é problematizado por Crews. Para ele isto é muito semelhante ao que ocorre em espécies que necessitam da relação sexual para a reprodução e representava uma descoberta científica significativa.

Logo após a publicação de seus achados Crews foi questionado por cientistas que já estavam trabalhando há mais tempo com esta espécie de lagartos e para os quais este comportamento não significava novidade alguma. Estes cientistas mais experientes na área não concordavam com idéia de que a pseudocopulação pudesse significar um estágio anterior à reprodução sexuada e que o ambiente, juntamente com o comportamento destes lagartos, pudesse gerar mutações evolutivas. O debate se alongou, replicas e réplicas de ambos os lados foram disparadas sendo que os dois grupos de cientistas questionaram o cuidado metodológico e a habilidade de observação de seus rivais. Por exemplo, o tamanho das seções dos artigos científicos destinados a detalhes metodológicos e aos processos da observação, de poucas linhas, passou a ser composto por vários parágrafos. Além disso, durante a disputa a vasta experiência dos críticos, em termos de anos de observação da espécie em cativeiro, é valorizada em contraste a com situação de Crews, de ser um novato na área. Este é justamente o tipo de argumentação que conduz ao problema da regressão do cientista experimental porque “se você acredita que a pseudocopulação é uma fenômeno genuíno, então Crews foi cuidadoso e seus críticos, descuidados; ao contrário, se a pseudocopulação é considerada um artefato, então a situação se inverte – Crews e colaboradores é que foram descuidados e seus críticos, cuidadosos” (Collins e Pinch, 2003: 162). Este debate não foi encerrado até o final da pesquisa apresentada por Collins e Pinch, no entanto,

é mencionado o fato de que os dois grupos de cientistas puderam publicar suas descobertas em artigos separados na revista *Scientific American*.

Estes casos nos mostram como em situações de grande incerteza presente nas controvérsias científicas o problema da regressão do cientista experimental é superado principalmente por fatores de ordem social. Os três momentos de análise do PER são observados. A Flexibilidade Interpretativa surge quando se desenvolveram as disputas retóricas. Estas disputas não foram superadas pela análise experimental, não ocorreu o encerramento da controvérsia ou estabilização da flexibilidade interpretativa. Foi preciso incorporar mais força aos argumentos e isto foi feito com base em fatores contextuais, a relação do encerramento da controvérsia como o contexto social mais amplo é evidenciada quando os cientistas buscam argumentos referentes às habilidades dos cientistas ao invés de desenvolverem as suas disputas em termos puramente técnicos. O principal, para o programa de estudos do relativismo empírico, é demonstrar que “a realidade da natureza acaba sendo estabelecida na esfera da argumentação humana” (Collins e Pinch, 2003: 166). Tanto no caso dos lagartos rabo de chicote como na detecção de ondas gravitacionais foi demonstrado como o argumento técnico, nas controvérsias científicas, deu lugar aos argumentos de ordem social.

ESTUDOS DE LABORATÓRIO

Seguindo a tradição dos ESCT, do Programa Forte, e também focados nas práticas micro sociais são os Estudos de Laboratório. Da mesma forma que os ESCT e o programa forte evidenciam a importância do contexto de produção do conhecimento científico e a importância das relações sociais para a consolidação de teorias científicas, este conjunto de trabalhos, que é agora apresentado, foca sua análise no espaço de produção das teorias científicas, transportam as premissas dos ESCT e do Programa Forte para o laboratório. Mesmo o PER tendo demonstrado que as relações sociais entre os cientistas têm mais importância do que a experimentação científica para encerrar uma controvérsia, não é evidenciada como estas relações sociais são estabelecidas. A proposta dos estudos de laboratório é estudar a ciência sendo feita, sendo desenvolvida no local de produção dos conhecimentos válidos sobre a realidade. Para os estudos de laboratório o sociólogo, o antropólogo entra no laboratório como se fosse totalmente desconhecedor desta cultura científica, analisa como é produzido o conhecimento, quais são os equipamentos utilizados, que tipos de relações sociais são estabelecidas, como os equipamentos são dispostos. Uma caricatura da pergunta feita por esta escola é a seguinte: como de um lado do laboratório entram ratinhos brancos e do outro saem artigos científicos para serem publicados na Nature?

A importância e abrangência destes estudos são salientadas por Kreimer (2005) na sua introdução à edição em Espanhol do livro clássico de Knorr-Cetina, *The Manufacture of Knowledge – an essay on the constructivist and contextual nature of science*:

Os estudos de laboratórios que se desenvolvem desde a segunda metade da década de 1970 estiveram perto de produzir “informes técnicos” do trabalho dos cientistas, isto porque ofereceram detalhadas descrições sobre a vida cotidiana dos laboratórios, incluindo aspectos tais como o discurso dos cientistas, tanto em suas conversas formais como informais, de suas relações com as máquinas e as equipes além de muitos outros aspectos que para os próprios cientistas pareceriam completamente irrelevantes na explicação dos processos de investigação científica (p. 28).

Por descreverem os processos sociais, de negociação, de inscrição, de elaboração dos fatos científicos, os estudos de laboratório caracterizam-se como uma perspectiva construtivista. A idéia de descoberta científica é explicitamente contestada porque, embora existam divergências metodológicas e conceituais, os estudos de laboratório são unânimes em afirmar que os fatos científicos são socialmente construídos. Abaixo são analisados um texto de Karin Knorr-Cetina (1983) e o livro de Bruno Latour junto com Steve Woolgar (1997) para uma melhor compreensão destes estudos¹².

A primeira característica destes estudos a ser levada em consideração é de que considerarem os produtos da atividade científica, os fatos científicos, resultados de um processo de construção reflexiva da natureza. Seu objetivo de estudo é investigar as formas pelas quais objetos científicos são construídos dentro dos laboratórios, porque ao observar de perto um laboratório percebe-se que a natureza que lá se encontra é altamente controlada, não é a natureza encontrada no mundo natural, mas uma matéria-prima super selecionada e produzida especificamente para este propósito (Knorr-Cetina, 1983: 119). A realidade científica assim um artefato socialmente construído e não uma representação fiel do mundo real. A construção social do fato científico não é uma operação simples, é o resultado de um conjunto de ações sobrepostas, normalmente incorporadas às teorias científicas em forma de metodologia. Por isso, a escolha de materiais, objetos, teorias, pessoas a serem manipuladas no e pelo laboratório é a escolha de enunciados científicos que já são aceitos e estão estabilizados. O que significa dizer que, uma vez aceitos os resultados da atividade no laboratório eles podem vir a dar sustentação às pesquisas futuras. No entanto, as escolhas sobre o uso de determinados referenciais, objetos, equipamentos, teorias e concepções é circunstancialmente contingente porque dizem respeito às escolhas validas e possíveis localmente, dentro do laboratório e para os pesquisadores associados ao laboratório (ibidem: 124-6).

¹² Kreimer (2005: 23); Knorr-Cetina (1983: 117-118); Woolgar (1982) e Mattedi (2007: 51) ainda citam outros estudos de laboratório cujas contribuições merecem ser estudadas pelos interessados no objeto e suas implicações teóricas.

As escolhas no laboratório são circunstanciais porque a atividade científica é dotada de um caráter interativo, os cientistas estão constantemente se comunicando entre si, dentro e fora do laboratório. Esta comunicação não se limita às fronteiras da comunidade científica, eles estabelecem relações trans-epistêmicas, de colaboração, de seleção de problemas, de definição das metodologias, de financiamento etc. Conforme sustenta Knorr-Cetina (1983: 133), “a integração social que emerge desta situação é baseada não sobre o que é compartilhado, mas sobre o que é transmitido entre os agentes. Desta maneira, relações entre os agentes são normalmente construídas como relações de “recursos”, nas quais os agentes estão interessados no que é transmitido porque pode se converter em outra coisa”. Por exemplo, achados científicos podem se converter em políticas públicas, instrumentos, aparelhos, etc. A importância das relações trans-epistêmicas está no fato de que por meio delas se definem e se negociam a maior parte das escolhas nos laboratórios, dando forma ao caráter circunstancial e local às atividades científicas. Mesmo assim, é importante notar que “problemas de pesquisa definidos em propostas de financiamento são redefinidos durante as investigações laboratoriais, e acordos relacionados às escolhas de pesquisa mudam de acordo com as circunstâncias, oportunidades e os problemas encontrados de ocasião para ocasião” (Ibidem: 133). Ao sustentar que as práticas laboratoriais não refletem a natureza e sim constroem a natureza reflexivamente ao passo que povoam o mundo com novos fatos científicos, estes estudos não negam a existência da realidade, mas demonstram como ela é constantemente reconstruída, a partir das relações estabelecidas dentro dos laboratórios entre os fatos já estabilizados e o trabalho cognitivo dos cientistas até que as novas realidades sejam incorporadas nos discursos dos cientistas ou materializadas em objetos e práticas cotidianas.

O livro “Vida de Laboratório” é considerado um marco nos estudos sociais da ciência, não tanto pelo seu pioneirismo – advogado pelos próprios autores, mas principalmente pelo impacto que teve sobre a comunidade de pesquisa¹³, inclusive brasileira. Provocativo, para a época, analisa a pesquisa etnográfica realizada por Latour entre 1975 e 1977 no instituto Salk chefiado por Roger Guillemin na Califórnia/USA. Latour e Woolgar (1997) demonstram, a partir da observação das práticas cotidianas dentro do laboratório, que os fatos científicos são socialmente construídos¹⁴. O laboratório e a língua inglesa eram grandes desconhecidos para o antropólogo francês que até então tinha apenas realizado

¹³ Vale lembrar que *Vida de laboratório*, em comparação à outras etnografias de laboratório, é bem conhecido no Brasil por ser o único livro do conjunto de *estudos de laboratório* que está disponível em português brasileiro. Outro livro desta escola é *La fabricación del conocimiento*, de Karin Knorr-Cetina (2005), que apenas recentemente foi publicado em castelhano.

¹⁴ Lynch(1993: 90-102) faz uma análise crítica do trabalho de Latour e Woolgar e afirma que eles não demonstraram empiricamente que os fatos científicos são socialmente construídos, mas que é possível utilizar um vocabulário construtivista para fazer uma descrição detalhada da atividade científica.

pesquisas de campo na Costa do Marfim. Foi com a postura de quem nada sabe sobre os nativos que Latour entrou no laboratório e observou a estranha cultura dos cientistas, com isso direcionou o foco da sociologia da ciência para a ciência enquanto está sendo feita, diferente dos estudos do Programa Forte e do PER, que estudavam a ciência de uma perspectiva histórica ou a partir das controvérsias, como demonstrado anteriormente.

O ponto sustentado por Latour e Woolgar (1997) é de que a principal característica do fato científico, construído socialmente, diz respeito a sua capacidade de aparecer natural aos olhos de quem está fora do laboratório. Ou seja, através estratégias e procedimentos sociais o fato científico apaga o seu rastro para que as pessoas que estão fora da dinâmica não consigam observar as negociações pelas quais teve que passar até ser aceito como fato em si. Este movimento de estabilização do fato científico, a sua passagem de dentro do laboratório para a sociedade exterior, é possível devido a um conjunto de estratégias compostas pelos procedimentos que são explicados, pelos autores, por seis conceitos essenciais. Primeiramente consideram essencial compreender a elaboração de artefatos científicos a partir de um processo de construção através do qual são realizadas operações práticas para que um enunciado científico se transforme em um artefato. No final deste processo “mostramos que a realidade era a consequência da regulamentação de uma disputa, e não a causa” (Latour e Woolgar, 1997: 267). Se a realidade é resultado do trabalho e não sua causa, o trabalho do cientista não é orientado pela natureza, mas pelas operações realizadas sobre os enunciados. A noção de agonística, ação sobre enunciados, permite compreender como um campo agonísticos, resultado das atividades dos cientistas, é constituído simultaneamente pela política e pelos argumentos de verdade/natureza. “Uma das vantagens da noção de agonística é que ela integra ao mesmo tempo várias características do conflito social (controvérsias, relações de força e alianças) e explica os fenômenos descritos até aqui em termos epistemológicos (prova, fato e validade, por exemplo). Uma vez que se admite que as ações dos pesquisadores são orientadas para o campo agonístico, pouco se ganha com a manutenção da distinção entre a ‘política’ da ciência e sua ‘verdade’” (Ibidem: 267-8). A noção de materialização ou reificação é outro ponto importante para o estudo da construção dos fatos científicos porque remete ao fato de que os equipamentos e os materiais usados no laboratório são resultados de atividades de outros cientistas sobre outros equipamentos materiais e componentes intelectuais. Da mesma forma como os resultados das pesquisas no laboratório podem vir a fazer parte de políticas públicas futuras eles também podem se transformar em ferramentas para outros laboratórios, para a indústria, etc. Assim, “Uma vez que um enunciado é estabilizado no campo agonístico, ele é reificado e integra-se às habilidades tácitas ou ao equipamento material de um laboratório” (ibidem: 269-70). A quarta noção

essencial é a de credibilidade, tanto de acordo com características financeiras, de dinheiro, orçamento e retorno, quanto metodológicas, de referências profissionais, e epistemológicas, como de credo e da possibilidade de alguma afirmação ser crível. É a possibilidade de desfazer as divisões entre os fatores econômicos, epistemológicos e sociológicos que chama a atenção para o conceito de credibilidade, a credibilidade é composta por estas três características ao mesmo tempo e não de forma separada. Além disso, é essencial compreender que a “ciência é produto da circunstância” (Ibidem: 271). O que, em outras palavras, quer dizer que, mais do que causada pelas circunstâncias externas, a ciência é resultado de posições, já estabilizadas, que se influenciam mutuamente de forma não ordenada. O sexto conceito é o de ruído, que sustenta que a qualidade da informação coletada é medida com referência ao pano de fundo de acontecimentos equiprováveis, incidindo diretamente sobre a qualidade do dado coletado. Desta forma, no funcionamento do círculo de credibilidade “toda diminuição de ruído da operação de um ator eleva a capacidade que outro ator tem de fazer com que o ruído diminua também em outro lugar” (Ibidem: 272).

Cada um dos conceitos acima é subdividido em diversas outras operações microssociais capazes de darem mais força para o enunciado. Por exemplo, a materialização dos objetos de estudo da ciência através de traços, pontos, gráficos, espectros e todo tipo de registros é produzida por aparelhos, que quando manipulados são, capazes de criar inscrições literárias que servem de matéria-prima para a redação dos enunciados científicos. A estes aparelhos é dado o nome de inscritesores, são os inscritesores que dão existência material e literária aos fenômenos investigados. Diferente do que se pode imaginar é através das inscrições literárias que os fatos científicos passam a existir, não são apenas suas representações, mas sua forma material, objetiva e técnica. Isto ocorre porque se imagina que ao operar corretamente os inscritesores os cientistas produzem dados puramente técnicos e objetivos, esquecendo-se que eles estão povoando o mundo com novos atores, cujas etapas de produção são apagadas, transformadas em procedimentos puramente técnicos, e que serão mobilizados para o desenvolvimento de novos fatos científicos.

A partir das inscrições literárias os cientistas elaboram seus enunciados, que são utilizados pelos cientistas para transformar uma especulação científica em um fato científico. Para que isto ocorra os enunciados são gradualmente dotados de poder de convencimento até que sejam aceitos como fatos e sejam adotados em textos base, livros didáticos, amplamente aceitos pela sociedade, e nas palavras dos autores, até que os enunciados estejam estabilizados. De acordo com Latour e Woolgar (1997: 75-90) os enunciados são caracterizados em 5 tipos, de acordo com o seu grau de convencimento: enunciados

do tipo 1 são mais assemelhados às conjecturas, especulações e suposições sobre determinados comportamentos observáveis; do tipo 2 são afirmações científicas sem serem amplamente aceitas, mesmo dentro do mesmo laboratório e por isso precisam do suporte das inscrições; do tipo 3 são os enunciados que afirmam algo sobre outro enunciado; do tipo 4 são as afirmações científicas que são sustentadas pelas inscrições literárias, mas ainda não são aceitas fora do laboratório; e os enunciados do tipo 5 são os enunciados que já não são questionados, são amplamente aceitos e estão altamente estabilizados.

O esforço realizado para que um enunciado do tipo 1 chegue a tipo 5 é, simultaneamente, um esforço social e técnico, porque põe em operação inscrites e cientistas, relações técnicas e sociais, estratégias retóricas, utilizam-se recursos simbólicos e financeiros, máquinas e pessoas. É por isso que a realidade não pode ser usada para explicar por que um enunciado se estabiliza em fato, tal realidade é justamente a consequência da estabilização dos fatos científicos. É no final destas cadeias de processos, redes de acontecimentos que o fato científico não parece ter sido construído, mas descoberto. Com este processo de estabilização a existência dos fatos e da realidade é garantida e por isso é preciso compreender por meio de que estratégias e ações, simultaneamente, os fatos científicos e a sociedade são socialmente construídos.

A descrição que resulta da combinação dos conceitos que usamos ao longo de nossa argumentação tem uma característica central: o conjunto de enunciados considerados muito caros para serem modificados constitui o que entendemos por realidade. A atividade científica não trata da “natureza”, ela é uma luta renhida para construir a realidade. O laboratório é o local de trabalho e o conjunto das forças produtivas que torna essa construção possível. Cada vez que um enunciado é estabilizado, ele é reintroduzido no laboratório (sob a forma de máquina, de inscrite, de saber, de rotina, de pré-requisitos, de dedução, de programa etc), e aí é utilizado para aumentar a diferença entre diversos enunciados. É tão caro pôr em causa o enunciado reificado que esse se torna uma tarefa impossível. A realidade é, então, secretada (Latour e Woolgar, 1997: 278).

A emergência da nova sociologia da ciência a partir da publicação da Estrutura das Revoluções Científicas marcou o desenvolvimento de diversos estudos sociológicos sobre quais eram as raízes sociais do conteúdo da ciência. O Programa Forte em Sociologia do Conhecimento foi pioneiro em propor os quatro princípios de causalidade, imparcialidade, simetria e reflexividade que guiaram os seus estudos e também inovador ao relacionar o conteúdo da ciência aos interesses sociais dos cientistas. Ao optar por realizar estudos sobre as controvérsias científicas e o seu encerramento o Programa Empírico do Relativismo demonstrou que fatores sociais são recursos fundamentais para o encerramento das controvérsias científicas e para a superação da flexibilidade interpretativa sobre os fenômenos empíricos. Por último, a necessidade de compreender como estes fatores sociais são postos em operação, e por perceberem a necessidade de focar o estudo da atividade científica no momento de

produção de artefatos científicos, ao invés de estudar os fatos científicos estabilizados, os estudos de laboratório evidenciaram o caráter construtivista da ciência e do mundo. Além disso, demonstraram como ao fabricarem artefatos científicos os cientistas povoam o mundo com novos equipamentos, novos objetos, novas teorias, novos métodos etc. Estas duas últimas escolas contribuíram muito para o desenvolvimento da Sociologia da Tecnologia ao aplicarem os seus referenciais teóricos sobre objetos que saíram dos laboratórios e são utilizados diariamente, por isso, junto com a abordagem dos Sistemas Tecnológicos, merecem lugar de destaque neste trabalho e serão apresentadas na terceira seção deste capítulo.

1.3. CONSTRUINDO ARTEFATOS, SISTEMAS E COLETIVOS

Assim como o conhecimento científico, a produção de artefatos tecnológicos também tem sido analisada sociologicamente. Os estudos sociológicos e históricos sobre a tecnologia desenvolveram importantes conceitos, como grupos sociais relevantes, sistemas tecnológicos e engenharia heterogênea, por exemplo, com o intuito de auxiliar na compreensão do componente social dos artefatos tecnológicos. Se até a seção anterior foi apresentada uma revisão do desenvolvimento dos estudos sociológicos sobre a ciência é porque estes lançam as bases de trabalho para a compreensão sociológica da tecnologia de um modo geral, e, em específico, do caso do desenvolvimento do contexto/conteúdo da tecnologia de uso do álcool combustível no Brasil, durante a década de 1970. Com base no que foi apresentado sobre os ESCT e sobre a Sociologia da Ciência, pode-se supor que o caso estudado no segundo capítulo desta dissertação, a construção de um contexto e de uma tecnologia que possibilitou a substituição da gasolina por álcool no Brasil é resultado de negociações tanto sociais quanto técnicas, mas fica a dúvida sobre como compreender estas negociações. É pela compreensão de como este referencial é aplicado à tecnologia que será construído um conjunto de reflexões capaz de oferecer uma análise sobre a criação e o desenvolvimento de um contexto e da tecnologia para uso do álcool combustível no Brasil.

CONSTRUÇÃO SOCIAL DA TECNOLOGIA

A aplicação do referencial analítico do PER à tecnologia consiste em uma das primeiras tentativas de compreensão do fenômeno tecnológico realizada a partir da utilização de conceitos desenvolvidos nos estudos de sociologia da ciência. Considerando que os estudos sobre controvérsias científicas no âmbito do PER representam um ponto de partida, busca-se aplicar conceitos de

flexibilidade interpretativa, grupo social relevante, fechamento de controvérsias, etc aos estudos da tecnologia, constituindo o programa conhecido como Construção Social da Tecnologia – CST¹⁵.

Conforme argumentam Pinch e Bijker (1987: 18-26), esta abordagem se apóia sobre as referências do (i). Programa Forte, por considerarem todas as formas de conhecimento socialmente construídas, desde as formas mais “primitivas” até os complexos sistemas tecnológicos; (ii). Dos estudos das relações entre ciência e tecnologia, tomando como ponto de acordo que as ciências e as tecnologias não representam uma seqüência linear de aplicação dos resultados da primeira à segunda porque os cientistas e engenheiros constroem seus conhecimentos de forma circunstancial e se apóiam nos recursos uns dos outros sempre e quando for apropriado. Abandona, portanto, a distinção entre ciência e tecnologia por não considerá-la estática, mas como resultado de negociações sociais locais e situacionais, e por isso esta não utilizada esta distinção como um recurso explicativo a priori; (iii). Dos estudos de tecnologia, mais precisamente, abrindo mão dos estudos da inovação, porque, segundo os autores, buscavam compreender as condições que influenciavam o sucesso da inovação sem dar muita importância ao conteúdo da tecnologia em sí, e (iv) da história da tecnologia, que os autores consideram oferecer uma análise problemática da inovação porque explica o desenvolvimento posterior a partir do é o seu sucesso da inovação¹⁶. Para a construção social da tecnologia são justamente as razões para o sucesso do artefato devem ser analisados pela sociologia da tecnologia.

Da mesma forma como o PER realiza os seus estudos empíricos sobre desenvolvimentos científicos contemporâneos e sobre as controvérsias científicas em três fases, a abordagem da CST foca em compreender como surge a flexibilidade interpretativa, como se encerram as controvérsias e como o encerramento das controvérsias se relaciona com o amplo contexto social e cultural. Como consequência, a abordagem não é linear ou evolutiva, como se advoga serem nos estudos da inovação e na história da tecnologia, pois enfatiza o caráter multidirecional do desenvolvimento das tecnologias. Para ilustrar este ponto, Pinch e Bijker (1987: 28-47) utilizam como exemplo o caso do desenvolvimento da bicicleta¹⁷. Por volta de 1880 vários modelos de bicicleta estavam disputando a hegemonia de mercado, havia modelos com as rodas maiores na frente, outros com rodas maiores no eixo traseiro e também havia variação sobre qual era o eixo que estaria interligado com o pedal e seria responsável pela tração. Só quando o desenvolvimento dos artefatos tecnológicos é estudado de uma

¹⁵ No Inglês esta abordagem é amplamente conhecida pelo nome *Social Construction of Technology - SCOT*.

¹⁶ Conforme p. 24, Alguns desenvolvimentos recentes na história da tecnologia, como a os estudos sobre os grandes sistemas tecnológicos, desenvolvida por Hughes, invertem esta análise, explicam o sucesso de um artefato pelo estudo de seu processo de desenvolvimento e, por isso, não deve ser considerada parte do corpo de trabalhos clássicos da história da tecnologia. Esta abordagem será mais bem abordada no decorrer do texto.

¹⁷ Para mais detalhes ver: Bijker (1995).

perspectiva da regressão histórica é possível criar uma narrativa não linear, com um enfoque multidirecional e compreender porque alguns modelos tiveram sucesso e outros não. Para evidenciar a semelhança da CST com o PER o estudo já destaca que existe a possibilidade de haver outros modelos de bicicleta, demonstrando que o artefato possui uma flexibilidade interpretativa. Esta multidirecionalidade se deve à existência de diversos grupos sociais relevantes.

Os grupos sociais relevantes problematizam algum artefato e produzem uma resposta própria para o problema ao qual o artefato em questão está relacionado. “Grupo social relevante (...) denota instituições e organizações (...) assim como grupos organizados ou não organizados de indivíduos. O requerimento principal é que todos os membros de um determinado grupo social compartilhem o mesmo conjunto de significados sobre um artefato específico” (Pinch; Bijker, 1987: 30). Exemplos destes grupos são os usuários, consumidores, e mesmo aqueles que se opõem ao artefato, etc. No caso da bicicleta, os usuários podem ser divididos em homens e mulheres porque os modelos, ou as respostas destes dois grupos ao problema do artefato, são diferentes na sua forma. Para que este tipo de estudo seja feito de maneira satisfatória é preciso identificar e detalhar os grupos sociais relevantes e compreender o significado do artefato para cada um deles. Por exemplo, é fundamental compreender se a bicicleta era considerada um veículo de transporte ou um meio de diversão; qual era a visão de cada grupo social relevante sobre a função do artefato?

Após descrever os grupos sociais relevantes e a forma como eles problematizam os artefatos é fundamental compreender quais são as respostas de cada um dos grupos para os problemas. Quais são as soluções apresentadas pelos grupos? Podem existir variações diversas! Ao observar as respostas que cada grupo social relevante apresenta para o problema evidenciam-se os conflitos técnicos entre os grupos; as soluções conflitantes para o mesmo problema; os conflitos morais (como no caso das mulheres usarem saia ou calças – em 1880 – para andarem de bicicleta). A forma como ocorre o fechamento das controvérsias, como um artefato neutraliza as diversas soluções apresentadas aos mais variados problemas identificados pelos grupos sociais relevantes, como a flexibilidade interpretativa do artefato é superada e o artefato é estabilizado é o ponto central desta abordagem sobre a tecnologia porque neste processo é possível observar como os fatores sociais atuam no encerramento da controvérsia.

O segundo estágio, o da análise da estabilização do artefato, é onde se faz o mapeamento de como o debate se encerrou. Pinch e Bijker (1987: 44-46) sustentam que a identidade e o formato de um artefato podem ser definidos de duas formas preponderantes: encerramento retórico e encerramento

pela redefinição do problema. Ou seja, os grupos sociais relevantes, no primeiro caso, vêem o problema como solucionado. Neste ponto, campanhas publicitárias são de grande validade porque modificam a visão que os grupos sociais relevantes têm sobre a natureza do problema e os convencem de que este foi solucionado. Ou podem também redefinir o problema como, por exemplo, quando transformam o problema da redução da vibração da bicicleta com o uso da câmara de ar, na solução do problema do aumento da velocidade das bicicletas quando equipadas com as câmaras de ar. Para os esportistas a vibração não era um problema e o uso da câmara de ar era dispensável, mas quando foi demonstrado que o seu uso proporcionava uma vantagem competitiva, de maior alcance de velocidade, eles adotaram a solução da vibração (que era um problema dos usuários comuns) para solucionar o problema da baixa velocidade. Desta forma, dois grupos sociais tiveram seus problemas solucionados por uma mesma mudança, e os esportistas que eram opositores do uso da câmara de ar passaram a sustentar a estabilização do artefato¹⁸.

O terceiro estágio do PER, onde ocorre a análise da relação do encerramento da controvérsia com o contexto social mais amplo, embora não tão desenvolvido nos estudos sobre a ciência, já é trabalhado no momento em que é estudado o surgimento da flexibilidade interpretativa e as características dos grupos sociais relevantes. Pinch e Bijker afirmam, “o método da CST de descrever os artefatos tecnológicos focando nos significados dados a eles pelos grupos sociais relevantes parece sugerir um avanço. Obviamente, a situação sociocultural e política de um grupo social moldam as suas normas e seus valores, que em contrapartida influenciam os significados dados aos artefatos” (Pinch e Bijker, 1978: 46 – o grifo é meu).

Ao propor compreender o fenômeno tecnológico a partir do referencial analítico da sociologia da ciência utilizando os conceitos da PER, a CST inaugura o campo de estudos sociológicos sobre a tecnologia. Entretanto, argumenta que a construção é puramente retórica, não enfatiza as relações de poder assimétricas entre os diversos grupos sociais relevantes e negligencia a importância, demonstrada pelos estudos de laboratório, da materialidade e dos artefatos já estabilizados para a construção de novos artefatos¹⁹. Além disso, oferece poucas chances de compreensão sobre como ocorre o desenvolvimento de sistemas tecnológicos, no qual diversos artefatos tecnológicos se inter-relacionam, criando contextos sociotécnicos cada vez mais complexos. Este é o foco de outra abordagem, tratada a seguir.

¹⁸ Conforme nota 36 do texto de Pinch e Bijker (1987: 50), a idéia da segunda explicação sobre como um artefato tem sua baseada no conceito de translação/tradução de interesses, proposta pela Teoria Ator-Rede.

¹⁹ Críticas mais detalhadas a *CST* serão retomadas nas considerações finais deste capítulo.

SISTEMAS TECNOLÓGICOS

A história da tecnologia por muito tempo se concentrou em descrever como determinados feitos tiveram sucesso por causa da existência de um contexto social favorável à inovação e, por outras vezes, se ocupou em realizar estudos biográficos sobre os inventores que tiveram sucesso. A abordagem dos sistemas tecnológicos se diferencia destas perspectivas porque aborda os sistemas tecnológicos a partir da sua construção social, se diferencia também da CST por analisar ao mesmo tempo o conjunto de artefatos que são socialmente construídos, influenciados pelo contexto, mas que também mudam a configuração da sociedade/contexto em que são produzidos, construindo socialmente o contexto.

Os *Sistemas tecnológicos* são definidos pelos seus componentes por conta de suas características porque

“entre os componentes de um *sistema tecnológico* estão artefatos físicos, como turbogeradores, transformadores, e linhas de transmissão de luz elétrica, nos sistemas de energia. *Sistemas tecnológicos* também incluem organizações, como empresas manufatureiras, empresas de utilidades públicas, bancos de investimento, e eles geralmente incorporam componentes identificados como científicos, como livros, artigos, e programas universitários de ensino e pesquisa. Artefatos legais, como leis de regulação, também podem ser partes dos *sistemas tecnológicos*. Pelo fato de serem socialmente construídos e adaptados para funcionar em sistemas, os recursos naturais, como minas de carvão, também se qualificam como artefatos do sistema” (Hughes, 1987: 51).

Desta maneira, o sistema tecnológico é um artefato socialmente construído pelo construtor de sistemas, o *System Builder*, composto por diversos outros artefatos que se relacionam e se influenciam mutuamente e que são interdependentes. Como consequência, ao passo, como no exemplo da luz elétrica, que alguém desenvolve linhas de transmissão e geradores também está construindo a necessidade de novas companhias de utilidades públicas²⁰. É o construtor de sistemas que tem a responsabilidade de ordenar os diferentes artefatos de forma que eles passem a funcionar de forma sistemática e passem a ser identificados como um sistema tecnológico. Esta atividade envolve associar os diversos artefatos, dar identidade à diversidade dos artefatos e, quando necessário, enfraquecer os sistemas concorrentes. O que não pode ser considerado parte do sistema são os fatores ambientais que influenciam o sistema e não estão sendo influenciados por eles e, ainda, os fatores ambientais que são influenciados pelo sistema, mas não o influenciam. Ou seja, toda vez que a relação não envolver interação e apenas relações unidirecionais os fatores ambientais não são considerados parte do sistema.

A característica principal dos sistemas tecnológicos é a de solucionar problemas ou alcançar objetivos; por exemplo, agências de propaganda criaram a necessidade de produção e disponibilidade de energia elétrica ao “venderem” produtos de utilidade doméstica. “Sistemas tecnológicos resolvem

²⁰ De acordo com Hughes (1987: 52) o *construtor de sistemas* é um ator semelhante ao *engenheiro heterogêneo*, conceito desenvolvido dentro da Teoria Ator-Rede. Esta teoria será abordada na próxima seção.

problemas e alcançam objetivos usando quaisquer meios que estão disponíveis e são apropriados; os problemas são mais relacionados com a reordenação do mundo físico em formas consideradas mais úteis ou desejáveis, pelo menos àqueles desenhando ou empregando um sistema tecnológico” (Hughes, 1987: 53). Isto não se significa que a solução de problemas está somente centrada na tecnologia, mas também em arte, arquitetura, medicina, porque sua função é reordenar o mundo material para que a produtividade em termos de bens e serviços seja intensificada. Além disso, é importante destacar as características dos sistemas tecnológicos com relação a sua autonomia. Esta é limitada pelo controle exercido tanto pelos seus artefatos tecnológicos como pelos seus componentes humanos, como os inventores, engenheiros, cientistas industriais, gerentes, financiadores e trabalhadores, que não são considerados artefatos. “Não criados pelos construtores de sistemas, indivíduos e grupos em sistemas têm graus de liberdade que os artefatos não possuem” (Ibidem: 54). Para a análise, cada sistema tecnológico pode ser dividido em partes, isolado em subsistemas que facilitam a compreensão, mas se os subsistemas forem estudados isolados dos sistemas que compõem pode ocorrer uma análise parcial e imprecisa.

Diferente das análises oferecidas pelos livros básicos de engenharia, ou da economia neoclássica, que explicam o sucesso de um sistema tecnológico unicamente pelas suas qualidades técnicas ou pré-condições do contexto social, a abordagem dos sistemas tecnológicos explica o seu desenvolvimento a partir das relações entre os inputs e outputs dos sistemas. Os sistemas, a partir destas relações, evoluem por expansão, aumentando a sua complexidade, número de componentes e problemas de controle. Segundo Hughes (1987: 56-7), a história dos sistemas que se desenvolvem e que se expandem pode ser apresentada nas fases em que predomina uma das seguintes atividades: invenção e desenvolvimento, quando os inventores-empresendedores²¹ (*inventor-entrepreneurs*) resolvem problemas críticos; inovação, competição e crescimento, fase na qual os administradores-empresendedores (*manager-entrepreneurs*) tomam decisões cruciais; e durante consolidação e racionalização em que os empresenedores-financiadores (*financier-entrepreneurs*) e engenheiros consultores, especialmente quando têm influência política, geralmente resolvem os problemas associados com o crescimento e o momentum tecnológico do sistema como um todo. E a transferência, durante a qual tanto inventores-empresenedores ou gerentes-empresenedores podem ser necessários, de acordo com o grau da habilidade de adaptação às novas tecnologias. Na medida em que os sistemas se tornam maduros, eles adquirem estilo e *momentum*. (...) Estas fases na história de um sistema

²¹ “Pelo fato de que suas tarefas demandam mais os atributos de generalistas dedicados a transformação do que os atributos de um especialista, o termo *empresendedor (entrepreneur)* é utilizado para descrever os *construtores de sistemas*” (Hughes, 1987: 57).

tecnológico não são simplesmente seqüenciais; elas se sobrepõem e retrocedem. A tese é de que, por predominar uma atividade específica, é possível identificar estes diferentes momentos na história de um sistema tecnológico.

As invenções geralmente são realizadas por inventores, gerentes e financiadores e elas podem ser radicais ou conservadoras. As invenções conservadoras são aquelas que se incorporam a sistemas tecnológicos já existentes e normalmente são desenvolvidas nos momentos de competição e consolidação de um determinado sistema tecnológico; justamente por isso estas invenções estão sistematicamente ligadas, são financiadas por grandes organizações que se favorecem com a expansão dos sistemas tecnológicos. Já as invenções radicais são aquelas que inauguram novos sistemas tecnológicos e ocorrem geralmente durante a fase de invenção; mesmo assim, as invenções radicais normalmente são reedições de invenções similares que falharam no passado (Hughes, 1987: 58).

Para que as invenções resultem em inovações ou novos sistemas tecnológicos elas passam por um processo de desenvolvimento. Este processo é marcado pela ação do inventor-empresendedor e seus afiliados, que equipam as invenções com características econômicas, políticas e sociais necessárias para a sua manutenção no mundo em que será utilizada. Nesta fase, fica mais explícita a construção social da tecnologia porque ela passa de uma invenção que funciona dentro do laboratório, num contexto altamente controlado, para um sistema tecnológico complexo, que é permeado por forças e fatores altamente distintos. Para desenvolver um sistema tecnológico o inventor-empresendedor habilmente constrói ambientes de teste mais semelhantes, com maior número de variáveis e organização mais complexa, no contexto onde a inovação deve ser inserida. A ampliação do número de variáveis às quais a invenção precisa sobreviver faz surgir novas invenções, que são as respostas aos problemas encontrados pelo inventor-empresendedor na fase de desenvolvimento dos artefatos. Sob este aspecto aqueles que estão produzindo invenções radicais continuam produzindo novas invenções como respostas aos problemas causados pelas relações da invenção com as características adicionadas ao artefato. Por isso, muitas vezes, junto com a criação de um novo sistema tecnológico há a emergência de um grupo de patentes semelhantes (Hughes, 1987: 62-3).

Levar o artefato dos laboratórios onde são inventados e desenvolvidos para o mundo onde serão utilizados é o cerne da atividade de inovação. Esta é uma tarefa realizada pelo inventor-empresendedor em conjunto com engenheiros, cientistas da indústria e outros inventores que combinam a manufatura, a venda e a manutenção. Isto porque, mais do que criar uma nova empresa, o inventor-empresendedor também pode criar novas empresas manufatureiras, e novas empresas de oferta de serviço ao

especificar os detalhes do novo sistema tecnológico (Hughes, 1987: 64-5). Ao combinarem o maior número de características aos artefatos, os inventores-empresendedores buscam reduzir a quantidade de fatores que podem influenciar negativamente os seus sistemas tecnológicos e com isso pretendem aumentar o tamanho do sistema que está sob o seu controle.

A transferência de tecnologia na abordagem dos sistemas tecnológicos pode ocorrer em qualquer tempo, em qualquer etapa do desenvolvimento do artefato ou do sistema. Normalmente, pelo fato de que os sistemas são desenvolvidos para locais e momentos específicos a transferência de tecnologia gera algumas dificuldades de adaptação dos sistemas tecnológicos à ambientes diferentes daqueles para os quais eles foram desenvolvidos e desta forma junto ao sistema tecnológico são transferidos os componentes organizacionais do sistema (Hughes, 1987: 67).

A idéia de estilo tecnológico, para a sociologia e a história da tecnologia, serve para mostrar a criatividade do criador de sistemas, em especial em relação à sua capacidade de construir socialmente uma tecnologia. Este é mais um conceito capaz de questionar sistematicamente a idéia de que tecnologia é a simples aplicação econômica da ciência, evitando análises reducionistas. Por exemplo, “o historiador pode procurar por explicações para as diferentes características de uma tecnologia particular, como a energia elétrica” (Hughes, 1987: 69). Nestes casos, a dúvida, de acordo com o questionamento do estilo tecnológico, é sobre as razões de diferenças entre as tecnologias de tempos em tempos, de regiões em regiões e entre as nações. Por exemplo, no caso do sistema de energia elétrica há variação na forma de produção, transmissão e distribuição ao invés da quantidade distribuída, em um grande número de pequenas ou um pequeno número de grandes usinas. Outros fatores que também definem o estilo tecnológico são a geografia, a legislação e as condições históricas (ibidem: 69-70).

O crescimento dos sistemas tecnológicos e a sua consolidação são considerados resultados da competição para resolver problemas, aqueles problemas que impedem os sistemas de seguirem progredindo. Desta forma, é um processo de constantes invenções, organizacionais, sistêmicas, técnicas, sociais etc operacionalizadas para que um sistema não perca a disputa para seus concorrentes (Hughes, 1987: 71-6). Ao utilizarem-se destas constantes inovações e com isso superarem os seus concorrentes os sistemas tecnológicos se mantêm consolidados controlando os fatores ambientais que os poderiam enfraquecer.

Após se tornarem consolidados os sistemas tecnológicos adquirem momentum, um conceito que é diferente do conceito de autonomia.

Sistemas tecnológicos, mesmo após crescimento prolongado e consolidação, não se tornam autônomos, eles adquirem momentum. Eles têm uma massa de componentes técnicos e organizacionais; possuem direções, ou objetivos; e demonstram uma taxa de crescimento sugerindo a velocidade. Um grande nível de momentum geralmente faz os analistas assumirem que os sistemas se tornaram autônomos (Hughes, 1987: 76).

Isto elucida o comprometimento que as pessoas, as organizações, as instituições, os governos e outros têm com o sistema tecnológico padrão de cada sociedade. Diversos serviços públicos, como no caso da luz elétrica, dependem de um tipo específico de sistema tecnológico e por isso buscam a manutenção deles, financiam pesquisas para invenções conservadoras e produzem conhecimento para a manutenção destes sistemas. O controle, cada vez mais intenso, dos inputs e outputs nos sistemas tecnológicos explica muito bem como eles se mantêm porque interconectam a produção, a distribuição, e os recursos com um domínio cada vez maior sobre o ambiente. Constroem-se cada vez mais sistemas fechados, compostos de subsistemas, que são retroalimentados e se expandem no tempo e no espaço, garantindo a manutenção de um sistema tecnológico específico em detrimento de seus concorrentes.

A novidade nesta abordagem é a assimilação da construção social da tecnologia com os componentes estruturais de uma construção social anterior. Como nos casos observados nos estudos de laboratório em que os conhecimentos produzem materialidade que é usada para produzir novos conhecimentos e novas teorias científicas. O momentum, no entanto, não carrega o argumento do determinismo tecnológico, na medida em que a explicação afirma que por ser uma construção social este momentum pode ser quebrado e o sistema tecnológico pode ser substituído por outro.

TEORIA ATOR-REDE

A Teoria Ator-Rede – TAR se desenvolve no conjunto dos estudos de laboratórios e de sociologia da tecnologia desenvolvidos, principalmente, por Bruno Latour, Michel Callon e John Law. No que tange aos estudos sobre a tecnologia a TAR é bastante semelhante aos trabalhos de história da tecnologia, sob a perspectiva dos sistemas tecnológicos, com a diferença de que sua preocupação está mais fundada na tradição sociológica. Vários casos empíricos dão sustentação ao conjunto de reflexões proporcionadas pela TAR, por exemplo²², os estudos sobre o desenvolvimento do avião TSR.2, sobre o desenvolvimento do carro elétrico na França, sobre o projeto de transporte individual “Aramis” na França, sobre o laboratório de Pasteur, sobre a navegação portuguesa, etc. Além dos casos empíricos,

²² Law; Callon (1988, 1992); Callon (1987); Latour (1996; 1997, 1988); Law (1987, 2002).

em foram realizadas análises com por meio conceitos, tais como tradução, engenharia heterogênea, redes globais e locais, e outros, por diversas vezes os autores buscaram sistematizar o referencial teórico de sustentação para estes conceitos²³; no entanto a obra mais recente que aborda as questões teóricas com mais detalhe é *Reassembling The Social*, de Latour (2005).

Muito mais do que listar e explicar os conceitos utilizados pelos teóricos da TAR, Latour (2005) se propõe a oferecer algo que ao mesmo tempo pode ser considerado uma introdução teórica e um guia de trabalho para aqueles que pretendem realizar um trabalho sob estes preceitos. A primeira proposição é de abandonar a compreensão clássica que existe sobre o que é o social, sobre aquilo que o compõe e qual a função da sociologia. Para isso, é preciso compreender que a visão tradicional do social sempre o tratou como causa e não efeito dos fenômenos. Tradicionalmente o social é considerado capaz de gerar explicações sobre o sucesso ou falha de uma tecnologia, o contexto social explicava como atividades não sociais se desenvolviam de uma ou outra forma. Para Latour (2005), o social não está disponível a pronta entrega; o social deve ter sua constituição investigada, justamente porque é um conjunto de conexões, associações de elementos heterogêneos que se unem de formas diferenciadas de acordo com a sua própria atividade constituinte e, por conta disso, está em constante transformação. “Na visão alternativa, ‘o social’ não é um tipo de cola que poderia unir tudo, inclusive o que as outras colas não conseguiam unir; é aquilo que é unido junto aos outros por muitos outros tipos de conectores” (Idem, 5). Como consequência, a sociologia deixa de ser considerada a ciência da sociedade para se constituir como a ciência das associações, sua tarefa passa a ser traçar as associações, re-associações e re-configurações, e neste caso o sociólogo deve ir para onde estas novas associações, de elementos heterogêneos, estão ocorrendo. Para que a tarefa da sociologia das associações seja realizada corretamente é preciso desempenhar três tarefas. A primeira é distribuir²⁴ as inúmeras controvérsias sobre as associações, sem delimitar o domínio social a priori, porque o mundo social é habitado pelos mais diversos elementos. A segunda é demonstrar como traçar as conexões que permitem aos atores estabilizarem as controvérsias perseguidas na primeira tarefa. E, por último, identificar como é possível re-configurar o social em um coletivo, evitando os tradicionais atalhos “sociedade” e “explicação social”.

A tarefa de distribuição das controvérsias sobre o mundo social é complexa porque requer a suspensão (e também a desconstrução) de algumas categorias analíticas tradicionais da sociologia. Para que seja possível retraçar as associações que constituem o social, Latour (2005: 22) considera

²³ Callon; Law (1997); Law; Hassard (1999); Law; Hurry (2004); Latour (1988).

²⁴ Em Inglês: *To deploy*.

imprescindível considerar incerta a natureza dos grupos, a natureza da ação, a natureza dos objetos, a natureza dos fatos científicos e a natureza da base empírica das ciências sociais. Ao seguir os passos dos atores, enquanto eles estão fechando as controvérsias sobre a natureza destes conceitos, que tradicionalmente são dados a priori para o sociólogo do social, o sociólogo das associações é capaz de compreender como são estabelecidas associações entre elementos heterogêneos que povoam o mundo. Cabe lembrar que as ligações entre estes elementos heterogêneos que povoam o mundo social são sempre frágeis, incertas, controversas e estão constantemente se modificando.

A natureza dos grupos é incerta porque se observa que os grupos não existem por si só, nem permanecem tal qual depois de constituídos; eles podem ser observados porque estão constantemente sendo constituídos. O sociólogo das associações, quando observa os traços deixados na constituição dos grupos, observa, também, como as identidades dos grupos são criadas. Para seguir os traços deixados durante a formação dos grupos Latour (2005: 30-34) sustenta que é preciso observar a ação dos porta-vozes dos grupos, aqueles que falam em nome do grupo, definem os seus objetivos e suas fronteiras; as relações dos grupos com os anti-grupos, os quais se opõem aos grupos; a ação dos cientistas sociais, enquanto porta-vozes, descrevendo os grupos e reforçando a sua existência. A criação e re-criação dos grupos é o que garante a sua estabilidade; os grupos não existem por inércia, mas pela contínua re-conexão de elementos heterogêneos. A estabilidade de um grupo é exatamente o que precisa ser explicado e não o que explica o grupo.

No momento em que é analisada a composição dos grupos, e de um modo geral a natureza das entidades que compõem o social, é fundamental compreender a diferença entre intermediários e mediadores. Um intermediário é o que transporta significados e força sem transformá-los - de uma maneira prática pode ser considerado uma caixa-preta que conta como uma só entidade, mesmo se internamente ela for composta por diversas entidades; e um mediador é uma entidade que pode ser considerada só, múltipla, infinita e nenhum porque transporta significados e forças que transformam, traduzem, distorcem, e modificam as entidades (2005: 39). Neste sentido a diferença entre esses dois conceitos reside na capacidade de redefinir e transformar significados, forças, informações etc.

A segunda fonte de incerteza para a TAR reside na natureza da ação, e nesta perspectiva, o ponto principal é considerar ação não aquilo que é realizado conscientemente apenas por um ator, mas o resultado da atuação simultânea de diversas agências e, portanto, um ponto, nó da rede.

A ação deve permanecer uma surpresa, uma mediação, um evento. É por esta razão que nós devemos começar, aqui novamente, não pela “determinação da ação pela sociedade”, pelas “habilidades

calculativas dos indivíduos”, ou pelo “poder do inconsciente” como iríamos ordinariamente fazer, mas preferencialmente pela subdeterminação da ação²⁵, pelas incertezas e controvérsias sobre quem e o quê está atuando quando “nós” agimos (Latour, 2005: 45).

Neste caso o ator não é aquele que faz agir, que possui a fonte da ação, mas aquele que é feito agir, que atua devido à confluência das entidades heterogêneas e é considerado um ator-rede e representa a maior fonte de incerteza sobre a ação quando age devido a diversos fatores que não são dados a priori, nem para ele nem para o analista. Assim como a formação dos grupos, a ação é resultado de diversas associações que geram as inúmeras controvérsias sobre a fonte da ação. É por causa da diversidade de entidades associadas para que ocorra a ação que é preciso ser fiel na caracterização daquilo que os próprios atores oferecem enquanto sua fonte de ação; além disso é preciso não substituir a explicação dos atores por uma meta-linguagem, um vocabulário próprio das ciências sociais. O importante é “seguir os caminhos em que os atores creditam ou desacreditam uma agência nas descrições que eles oferecem sobre o que os faz agir” (Ibidem: 52). Para isto é fundamental observar o que os atores apresentam como agência, aquilo que está atuando, que esta transformando algo, que está agindo, que está deixando rastros; observar a figuração, a representação, que pode ser antropomórfica ou não, pela qual os próprios atores descrevem a agência; observar quais as entidades que os atores afirmam não os influenciarem, quais agências os atores consideram atuar, e quais consideram não atuar sobre o mundo; e, finalmente, observar as explicações que os próprios atores oferecem sobre a natureza de sua ação, como eles dizem ser afetados pelas agências (Ibidem: 52-58). Por mais absurdo que possa parecer para o sociólogo do social, a proposta da TAR é seguir a própria explicação que os atores oferecem sobre as suas atividades e isto inclui compreender, pela explicação dos próprios atores, como eles agem. Ao ampliar as agências os atores demonstram que agem sob a influência da concatenação de diversos mediadores e sua natureza, forma e modo de agir devem ser estudados seguindo-se as associações estabelecidas entre as entidades heterogêneas.

Quase como seqüência da incerteza da localização da agência, das fontes de ação, a terceira fonte de incerteza, ao distribuir as controvérsias é a natureza dos objetos, pois eles também podem ter agência e fazer os atores – ou actantes, se ainda não tiverem sido figurados – agirem. Por muito tempo as ciências sociais negaram papel ativo aos objetos, mas é possível observar que os objetos também são associados a outros elementos para compor o social. Se as associações que compõem o social fossem apenas permeadas de habilidades ou forças sociais, sem os objetos, elas não teriam durabilidade nem iriam povoar o mundo. As materialidades resultantes das associações de elementos heterogêneos são responsáveis e mantêm as relações assimétricas de poder e dominação. “Logo que você acredita que o

²⁵ No Inglês: *Under-determination of action*

composto social²⁶ pode manter a sua existência sendo sustentado por “forças sociais”, os objetos saem de cena e a força mágica e tautológica da sociedade é suficiente para unir todas as coisas com, literalmente, coisa alguma” (Latour, 2005: 70).

É importante lembrar que a ação não é necessariamente intencional, como tradicionalmente a sociologia a define, mas sim dotada da capacidade de transformar e modificar alguma situação. É nesta perspectiva que os objetos podem ter agência – por fazerem as demais entidades agirem – e os atores não-humanos podem ser agentes da ação. O resultado desta associação de elementos heterogêneos deixa de ser a sociedade, da forma que a conhecemos, que descreve associações já estabilizadas, e passa a ser chamada de coletividade, “que designará o projeto de associação de novas entidades, que ainda não estão unificadas e que, por esta razão, não aparentam ser feitas de material social” (Ibidem: 75). Na constituição destes coletivos não existe uma separação analítica entre o que é social e aquilo que é material, esta distinção só será explícita depois que as controvérsias sobre a natureza dos objetos estiverem sidas momentaneamente estabilizadas.

Na prática, para observar como são abertas e/ou fechadas as controvérsias sobre a natureza dos objetos, para compreender se eles são mediadores ou simples intermediários, o analista pode focar em cinco situações (Idem: 79-82). A primeira delas é o estudo das inovações, onde os objetos de interesse são desenvolvidos e sua identidade ainda não está estabilizada; a segunda opção é quando o usuário desconhece a sua operacionalidade ou não consegue fazer o objeto funcionar adequadamente, porque embora não haja inovação a sensação de novidade é a mesma e a ação volta a ser múltipla; a terceira situação na qual o analista pode focar seu estudo é quando um objeto deixa de funcionar, quebra ou “dá pane”, porque a autonomia dos objetos, sua intermediação com a ação humana, é questionada e eles se tornam mediadores dotados de agência; na quarta situação, quando os objetos já estão estabilizados, já se tornaram intermediários altamente automatizados, o analista deve buscar informações históricas, em documentos, arquivos, museus, etc, para “ressuscitar” as controvérsias sobre os objetos, máquinas, aparelhos que foram desenvolvidos; a quinta e última situação e alternativa para compreender como foram feitas as associações para que um objeto se tornasse sólido e estável nos dias atuais, o analista pode recorrer à ficção – por meio de exercícios de história contra-factual²⁷, por exemplo – para descrever como os objetos estáveis na atualidade foram associados aos humanos no passado. Ao considerar que se vive em coletivos compostos de humanos e não-humanos, e não em sociedades

²⁶ No Original: *Social Aggregate*.

²⁷ A história-contrafactual (do latim: contra facta = contra os fatos), chamada também de história virtual, é o resultado de um exercício mental científico, partindo de uma premissa (condição contra-factual ou ponto de divergência) para explorar - na base de fatos históricos ocorridos - as possíveis mudanças na história.

compostas apenas por humanos, a TAR sustenta que os objetos também têm agência e fazem outras entidades agirem; por exemplo, os objetos estabilizam as associações, fazendo com que estas associações se propagem no tempo e no espaço. Um exemplo simples de associações materializada é o caso dos contratos.

A natureza dos fatos e as formas pelas quais as ciências naturais são associadas ao restante da sociedade é a quarta fonte de incerteza identificada, cuja controvérsia deve ser reaberta pelo sociólogo das associações. Latour, (2005: 87) identifica esta incerteza na constante disputa sobre a natureza dos fatos, que podem se apresentar enquanto questões factuais, objetivas, ou questões conceituais, sujeitas a interpretações e multiplicidades²⁸. Para evitar simultaneamente o determinismo tecnológico e o determinismo social, o empirismo e o construtivismo social, é proposta uma análise construtivista de natureza heterogênea, “que explica a sólida realidade objetiva pela mobilização de várias entidades cuja associação pode falhar” (idem: 91)²⁹. Da mesma maneira que a sociedade deixa de ser um domínio específico, explicativo, para denominar um tipo de movimento de associações entre elementos heterogêneos, também o natural perde o status privilegiado da objetividade para o questionamento dos fatos. Ao terem sua natureza problematizada, os fatos passam a ser considerados mediadores, ou seja, pontos de interconexão de diversas entidades que possuem agências que transladam, transportam e modificam informações e forças entre outros elementos das redes, as quais poderão deixar rastros. Um fato, portanto, é dotado de multiplicidade, não do mesmo tipo que gera a flexibilidade interpretativa, mas porque é constituído de agências heterogêneas.

“Nós não precisamos dispor o conjunto completo das agências manifestadas pelas questões conceituais. Nós apenas temos que nos assegurar que a sua diversidade não seja prematuramente fechada por uma versão hegemônica de um tipo de questão factual reivindicando ser aquilo que se apresenta na experiência” (Latour, 2005: 119). Para que seja possível perceber a variedade das agências nos fatos científicos o sociólogo das associações deve se concentrar em observar o momento em que os fatos científicos são construídos, nos laboratórios e institutos de pesquisa, onde a prática científica está sendo desenvolvida e outros locais em que os fatos científicos ainda não se estabilizaram e diversas controvérsias sobre a sua natureza ainda não se fecharam. Outra fonte de dados sobre a natureza dos fatos é o momento em que questões de ciência e tecnologia são tornadas públicas, durante debates e consultas sobre as conseqüências dos fatos técnicos ou científicos, no decorrer de disputas entre cientistas e técnicos por financiamento, quando os objetos são publicamente dotados de poder político

²⁸ No original esta oposição é estabelecida entre *Matters of fact vs. Matters of Concern*.

²⁹ Este ponto também foi detalhadamente discutido em: Latour, 1999.

pelas conseqüências a eles associadas. Cabe ao sociólogo das associações, nesta perspectiva, compreender como as controvérsias sobre questões factuais e conceituais são encerradas na construção dos fatos e suas identidades são estabilizadas.

A quinta fonte de incerteza identificada por Latour (2005: 121) diz respeito à difícil tarefa de escrever os resultados das pesquisas em ciências sociais. Precisamente, esta incerteza problematiza a base empírica das ciências sociais e a forma como esta base é sistematizada teoricamente. Para o cientista social o texto é seu o laboratório, é onde são criados os fatos científicos, onde são feitas as translações, onde diversos atores e associações são descritas, onde objetos e conceitos são problematizados. Da mesma forma que os laboratórios científicos produzem fatos que jamais saem do laboratório, que não interessam ninguém e, por isso, são falhos, os textos também podem falhar em mobilizar o mundo. Para evitar a falha do texto é preciso que este seja bem escrito.

Um bom texto na TAR é o texto capaz de transformar questões conceituais, disputadas, em fatos sólidos, assim como os laboratórios também fazem. Para tanto é necessário objetividade, não aquela relacionada à neutralidade da ciência, mas uma objetividade proveniente dos objetos, da materialidade. “Descrições textuais são os laboratórios dos cientistas sociais e, se a prática laboratorial é algum tipo de guia, é por conta da natureza artificial do local que a objetividade pode ser alcançada em condições que os artefatos são detectados pela atenção contínua e obsessiva” (Latour, 2005: 127). Em outras palavras, é preciso que o cientista social, o sociólogo das associações, produza tantas inscrições quanto possível e com elas descreva as associações estudadas de forma a mobilizar o mundo para dentro do texto. É preciso povoar o texto com o mundo! A mais detalhada das descrições sobre os rastros que os atores deixam, sobre o que os atores estão fazendo mundo afora, sobre como a ação é realizada e por quem, como as redes estão sendo constituídas, como translações estão sendo realizadas, etc. requer a produção de dados empíricos precisos. Requer uma materialidade que é alcançada com a manutenção de registros de pesquisa!

Os registros de pesquisa nada mais são do que as anotações do pesquisador. Latour (2005: 133-4) aconselha que sejam feitas anotações sobre o dia-a-dia da pesquisa, anotações dos dados da pesquisa, anotações de rascunhos da redação, aquelas idéias que surgem de repente no meio de uma conversa, por exemplo, e, este ponto é muito importante, anotações referentes aos efeitos causados nos próprios atores pelos relatórios de pesquisa e outras formas de registro sobre a pesquisa aos quais eles venham a ter acesso. Para os iniciantes nesta árdua tarefa, um conselho: “se você não quer tomar notas e escrever, bem, não tente entrar para a sociologia: é a única maneira de se tornar um pouco mais

objetivo” (Idem: 135). Ao proporcionar uma visão detalhada sobre como o mundo vai sendo construído o sociólogo descreve a ação em detalhes e estabelece conexões entre diversos elementos dispensando uma explicação conceitual que, se utilizada, tornaria as fontes de incerteza apresentadas anteriormente desnecessárias.

Após dispor as controvérsias sobre a natureza dos grupos, da ação, dos fatos, dos objetos e da base empírica das ciências sociais, sobre onde as associações são realizadas é preciso saber como alcançar os outros dois objetivos das ciências sociais. É preciso compreender por que meios as controvérsias são encerradas e mantidas e como definir a maneira apropriada para compor o coletivo de forma que aqueles que são estudados se interessem pelos estudos. Na segunda parte do livro, Latour (2005) demonstra como as controvérsias são fechadas pelos próprios atores e como os cientistas sociais e suas descrições do mundo podem se tornar indispensáveis para os próprios atores. Para compreender como as controvérsias são fechadas pelos atores, a TAR propõe o abandono da dicotomia micro-macro, local-global porque elas são “um sinal muito importante que estes lugares são a imagem de um fenômeno completamente diferente” (Latour, 2005: 171). Para tanto serão realizados três movimentos distintos: a realocação do global, redistribuição do local e conexão entre os dois lugares revelados pelos movimentos anteriores dando ênfase aos veículos que tornam a definição do social enquanto associação compreensível.

O primeiro movimento, de realocar o global segue a estratégia de evitar as clássicas distinções entre aquilo que é local e aquilo que é global porque oferece novas estratégias para prevenir o uso direto de generalizações. O primeiro passo é identificar onde, que instituições, quais locais, etc, estão produzindo as informações e os mecanismos de associação do local ao global. Desta maneira, “O macro deixa de descrever um campo mais amplo ou maior, no qual o micro estaria inserido como em uma boneca Matryoshka Russa, mas outro lugar, igualmente local, igualmente micro, que está conectado a muitos outros através de algum tipo de meio transportando tipos específicos de rastros” (Latour, 2005: 176). O que importa, neste momento, é identificar as formas de conexão entre os diversos locais configurando o global. Portanto, o tamanho depende diretamente da quantidade e do número de associações estabelecidas e mantidas associadas. Pequeno é aquele com poucas conexões e grande é aquele que foi capaz de manter várias entidades conectadas. Em oposição ao contexto, ao Global, é proposto que as associações, quando observadas conectadas formando um conjunto grande, seja identificado como oligóptica – em oposição à panóptica Foucaultiana (Idem: 181).

Ainda sobre as maneiras de realocar o global a sugestão é que os cientistas sociais deixem de especificar o contexto antes de entrar em contato com os atores, porque a questão de escala é sociologicamente problemática quando não é baseada nas formas em que os próprios atores põem em escala e definem os espaços, contextualizando a sua realidade através da translação de informações e forças. Os próprios atores são responsáveis por definir se as interações são de ordem micro ou macro. Se os analistas dependem das classificações dos atores e, portanto, não possuem um indicador direto de escala, é preciso que os pesquisadores tomem a própria mudança de escala pelos atores como dado a ser compreendido (Latour, 2005: 185). Isto significa compreender como em determinado momento o ator se insere num contexto micro, local com poucas associações, e no momento seguinte ele já está associado aos atores mais complexos, espalhados por todo o coletivo, como, por exemplo, os atores como o capitalismo, o sistema monetário, o governo, o sistema de transporte, o dinheiro, etc. Para compreender como os próprios atores se inserem no social é necessário compreender como eles constroem Panoramas, como eles descrevem, como são as imagens que eles criam do contexto em que estão inseridos. Os Panoramas estão em toda parte, em editoriais de jornais, em livros, em discursos políticos, quando cientistas se manifestam sobre algo, toda vez que os atores descrevem o “todo” em que estão inseridos. São, portanto, informações importantíssimas sobre como os próprios atores visualizam o coletivo a partir dos seus locais de ação. Desta forma, o que existe não é o global em si, mas cadeias de localidades conectadas de maneira que:

Se as *oligopticas* estão constantemente revelando a fragilidade das suas conexões e a sua falta de controle sobre o que é deixado entre as suas redes, os *panoramas* oferecem uma impressão de controle total sobre o que está sendo pesquisado, mesmo se eles são parcialmente cegos e nada entra ou sai de dentro de suas paredes exceto espectadores interessados ou desconcertados (latour, 2005: 188).

O segundo movimento, o movimento de redistribuição do local é semelhante à realocação do global. Da mesma maneira que o global é constituído de várias cadeias de associações locais justapostas, que não podem ser encontradas em um só lugar, assim como é preciso identificar onde o global é produzido, é imprescindível compreender como o local é gerado. “O que tem sido designado pelo termo ‘interação local’ é a associação de todas as outras interações locais distribuídas em algum outro lugar no tempo e no espaço, que foram trazidas para aparecer na cena pelas relações entre vários atores não-humanos. É a presença de espaços transportados em outros que eu chamo de articuladores ou localizadores” (Latour, 2005: 194). Ou seja, uma vez que associações são estabilizadas e materializadas em objetos, elas são localizadas e podem ser transportadas no tempo e no espaço para outras associações e podem se tornar parte da constituição de outros locais. As agências associadas

continuam agindo através dos objetos que permanecem articulando e localizando os espaços locais; a multidão se esconde atrás das materializações!

Pela sua característica justaposta, o local é redistribuído considerando-se que

a ação é interferida por entidades heterogêneas, que não possuem a mesma presença local, não são oriundas do mesmo momento, não são observáveis num primeiro momento, e não as pressionam com o mesmo peso. A palavra 'interação' não foi mal escolhida; apenas o número de 'ações' e a duração de suas 'inter' relações tem sido vastamente subestimada (Latour, 2005: 202).

Mesmo a subjetividade, a identidade, os desejos, aquilo que parece ser o mais individual, local dos espaços é uma composição de pequenas partes de outras entidades que são selecionadas e vão constituindo o local mais individual, que na realidade é mais um tipo de associação, no indivíduo. O que distingue o local do global não é sua localização geográfica, ambos são entidades/espaços compostos em formato de estrela, que unem diversas outras entidades heterogêneas. Muda aquilo que é transportado, a quantidade de associações e a possibilidade pela qual faz outros atores agirem. Quanto maior o número de associações, mais livre será o ator, justamente porque terá mais opções de escolha para agir (Latour: 2005: 216). “‘Fazendo agir’ não é o mesmo que ‘causando’ ou ‘agindo’: no coração disto há uma duplicação, um deslocamento, uma translação que modifica todo o argumento” (Idem: 217).

Se tanto o global quanto o local são re-situados no tempo e no espaço, e não configuram duas dimensões contraditórias, o terceiro movimento apresenta como ambos estão interligados, e como são construídas as diferenças de tamanho. Estas dimensões estão associadas por condutores que transportam a própria ação de atribuir dimensão. Os tipos de conectores, entre o global e o local, que transportam agência de forma eficiente podem ser encontrados naquilo que estabilizam as controvérsias. “Ao seguir a estabilização de controvérsias, nós somos altamente auxiliados se trouxermos à frente a noção crucial de padrões” (Latour, 2005: 227). Além da padronização, há ainda a metrologia que auxilia na estabilização de controvérsias, ambos oferecem um vocabulário que possibilita o local se relacionar com o global. Com eles é possível realizar comparações tornando o mundo mensurável em unidades de medida, unidades monetárias, e em outros padrões compartilhados de classificação. Claro que estes padrões são convenções, mas justamente por isso são altamente práticas e possibilitam a associação daquilo que está local ao que está global. Nesta direção, as teorias científicas têm uma importância especial porque oferecem novas maneiras de compreensão sobre o mundo, explicações enfatizando a ação de diferentes agências

Ao mesmo tempo as teorias científicas oferecem explicações sobre como o mundo é e propõem configurações sobre como ele deveria ser; são afirmações sobre como as associações foram estabelecidas e o como elas devem ser conectadas. No entanto, “o social que constrói a sociedade é apenas uma parte das associações que constroem o coletivo. Se nós quisermos re-associar o social, é necessário distanciar-se da circulação e da formatação de laços sociais tradicionalmente concebidos e detectar outras entidades circulantes” (Latour: 2005:233). É preciso dar importância às agências nos objetos, às maneiras pelas quais estes fazem outros atores agirem, especialmente quando estes objetos possibilitam as associações. É preciso dar atenção àqueles quase-objetos, que não são bem um objeto nem bem um sujeito³⁰. São, sem sombra de dúvida, mediadores! A natureza destas agências é de conexão porque re-configuram a noção de mediador de forma que este passa a ser o centro do estudo.

Os mediadores finalmente disseram os seus verdadeiros nomes: Somos seres, espalhados por aí, que unem e associam o coletivo de forma tão extensa quanto aquilo que você chamou até agora de social, se auto-limitando a apenas uma forma padronizada de associações; se você quer seguir os próprios atores, você terá que nos seguir também (Latour, 2005: 240).

Mas e aquilo que não é estabilizado? E aquilo que não está padronizado? Que não está sendo visivelmente transportado do local para o global, nem vice-versa? Seria o caso da inexistência de outras entidades? Aquilo que fica de fora destas conexões é uma quantidade imensurável de entidades que compõem o micro e apresentam apenas uma face da sua existência para construir um todo provisório. As entidades fora das associações são inúmeras e constituem potencialidades e fluxos muito diversos. Estas entidades ainda não foram sistematizadas, ainda não foram envolvidas em cadeias metrológicas, pesquisadas, mobilizadas e subjetivadas. A existência destas entidades demonstra, justamente, que a nossa ignorância sobre o social é imensa porque não sabemos nada daquilo que Latour (2005: 244) chama de plasma. O plasma não é uma força invisível, é o conjunto de entidades que apenas é desconhecida e está entre o fluxo de transações, está entre o social.

É na forma pela qual o social é estabilizado, pela forma que as diversas entidades que estão povoando o mundo são contabilizadas, avaliadas e padronizadas que está a relevância política da TAR. Da mesma forma como são criadas metrologias e padrões capazes de sistematizar a forma na qual as entidades se associam, as ciências sociais em geral, e a sociologia especificamente, criam definições sobre como é o mundo e como ele deveria ser. No vocabulário da TAR, a relevância política desta forma de compreender o mundo é de que ao mesmo tempo explicita a importância de se levar em conta a diversidade de agências agindo no mundo e fornece um repertório capaz de propor a criação de associações entre novas entidades. Possibilita a proposição de associações melhores que as disponíveis

³⁰ No original: *subjects*.

até o momento. Criar uma nova descrição do mundo é, ao mesmo tempo, proporcionar novas formas de associações e de ação no mundo. É, portanto, impossível separar o rigor acadêmico da relevância política, porque nesta abordagem a ciência tem um papel político intrínseco. Ao propor a distribuição, a reabertura das controvérsias sobre a composição do mundo e observação sobre como elas são estabilizadas a TAR “procura por meios de registrar a novidade das associações e explorar como realizar estas associações de forma satisfatória” (Latour, 2005: 261), atribuindo à sociologia a tarefa política de encontrar a melhor maneira para vivermos em um mundo comum aceitável para todos aqueles que irão ser unificados. Será que podemos viver juntos? A TAR pensa que sim, e seu projeto político é proporcionar descrições das novas associações ao mesmo tempo em que oferece opções de novas associações, melhores que as anteriores.

CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram revistos os principais pontos dos Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia, e também apresentado, de maneira cronológica, o surgimento dos primeiros questionamentos sociológicos sobre a natureza do conhecimento científico; caracterizaram-se, também, as principais escolas da Sociologia da Ciência e também as principais vertentes da Sociologia da Tecnologia.

Buscou-se reconstruir como a sociologia respondeu ao questionamento: “O que há de especial no conhecimento científico?” Nas primeiras análises, para permanecer fiel às bases da sociologia do conhecimento, a ciência foi considerada dotada de uma superioridade epistemológica porque baseada na compreensão de que a ciência é diferente das demais formas de conhecimento porque estabelece verdades observáveis sobre o mundo. Desta forma, estas primeiras indagações sociológicas sobre a ciência recaíram sobre a sua forma de organização e as normas de conduta que guiavam as atividades dos cientistas. Foi, principalmente, após a publicação de “As estruturas das revoluções científicas” que o próprio conteúdo científico passou a ser objeto de análise sociológica. Surgiu, então, a Nova sociologia da Ciência, cuja preocupação reside em evidenciar como as contingências sociais influenciam na produção do conhecimento cientificamente certificado.

As principais escolas da Nova Sociologia da Ciência advogam que a ciência não possui caráter epistemológico especial em relação às outras formas de saber, porque a ciência também sofre influências sócio-culturais. Estas influências podem ser observadas a partir do estudo de controvérsias científicas, através das quais é possível observar que os interesses sociais influenciam nas escolhas dos

cientistas sobre como interpretar os dados das pesquisas, e também, no caso dos estudos de casos contemporâneos, permite estudar como os processos micro-sociais configuram as teorias científicas. Considera-se que as teorias científicas são muito mais do que o resultado das interpretações dos cientistas sobre os dados disponíveis, do que os resultados objetivos correspondentes às observações empíricas. Para a NSC é possível compreender como as controvérsias científicas são encerradas com a ajuda da noção de regressão do cientista experimental, que é fundamental para compreender a natureza da incerteza na produção do conhecimento científico.

Mesmo que as controvérsias científicas possibilitem demonstrar que as relações sociais têm importância decisiva para o encerramento destas controvérsias, é preciso detalhar quais são estas relações e de que forma são estabelecidas estas relações. Com o objetivo de suprir esta lacuna surgem os estudos de laboratório, estes se dedicam a estudar a ciência sendo feita, sendo desenvolvida no seu ambiente de trabalho – no laboratório. Ao detalharem como se relacionam os processos sociais e técnicos da atividade científica os estudos de laboratório se opõem a perspectiva da existência de descobertas científicas e adotam uma perspectiva construtivista. Não apenas social construtivista – como na maior parte dos estudos de controvérsias, para a qual existe um determinado grau de determinismo do social sobre o técnico, mas construtivista no sentido de que os fatos científicos são gerados a partir de relações sociais, entre elementos materiais e humanos.

Tanto o social construtivismo quanto os estudos de laboratório têm grande importância na redefinição do objeto da sociologia da ciência para a tecnologia. Ambos se encarregaram de aplicar os seus conceitos analíticos aos artefatos tecnológicos e juntamente com os estudos dos sistemas tecnológicos desenvolveram o cerne da Sociologia da Tecnologia contemporânea. A aplicação dos princípios da Sociologia do Conhecimento Científico, a partir dos estudos das controvérsias científicas sobre a flexibilidade interpretativa, sobre o fechamento das controvérsias e sobre as suas relações com o contexto social mais amplo, à tecnologia proporcionou um rápido desenvolvimento e institucionalização da sociologia da tecnologia. Aplicar os conceitos da NSC à tecnologia foi muito importante para a solidificação do campo; foi uma estratégia que se mostrou muito profícua, principalmente pela quantidade de estudos realizados sob sua perspectiva, por exemplo sobre o desenvolvimento da bicicleta, da lâmpada elétrica, da baquelita, e outros.

No entanto, o presente trabalho concorda com Woolgar (1991), quando aponta que a transposição das premissas do construtivismo social da ciência para a tecnologia é analiticamente problemática. A primeira crítica diz respeito à falta de reflexividade sobre as próprias condições sociais

de produção das análises social construtivistas, ou seja, a Sociologia da Tecnologia precisa aplicar os seus princípios de análise sobre si mesma justamente porque a perspectiva do sociólogo da ciência e da tecnologia não é epistemologicamente superior à dos cientistas e técnicos (Idem: 29)! A segunda crítica diz respeito à aplicação da formula de estudo à tecnologia – a observação da flexibilidade interpretativa, do fechamento de controvérsias e relação destas com a sociedade mais ampla – de forma a privilegiar algumas tecnologias em relação às outras. Isto significa que, ao demonstrar a flexibilidade interpretativa das tecnologias os analistas fazem suposições sobre quais outras tecnologias e como outras tecnologias poderiam atuar neste ou noutro contexto. O problema surge porque estas suposições não são problematizadas da mesma forma que as tecnologias sob estudo. Ou seja, aparentemente, para algumas opções tecnológicas é utilizada uma perspectiva relativista e, para os propósitos do estudo, outras são tratadas realisticamente (Idem:35). Além disso, diferente da sociologia da ciência, poucos filósofos ou estudiosos das tecnologias negam que as tecnologias são resultados do fechamento de controvérsias sociais e, portanto socialmente construídas. É mais aceitável que a solução para o problema de energia de um país (por exemplo, o uso de combustíveis fósseis) seja considerada o resultado de negociações entre grupos sociais distintos, dentre eles políticos, técnicos, cientistas, administradores públicos, empresários, do que afirmar que a teoria da relatividade é socialmente construída. Aplicada desta maneira, a Sociologia da Tecnologia advinda do construtivismo social perde a força de seu argumento inicial.

Mas onde identificar a vocação da Sociologia da Tecnologia? Woolgar (1991: 41) aponta, e é nesta direção que esta dissertação é proposta, que cabe à sociologia da tecnologia demonstrar como uma tecnologia se torna mais aceita do que outras. Não basta demonstrar que ela é socialmente construída, é preciso explicitar por quais processos a persuasão de uma tecnologia é estabelecida! Dentro da perspectiva da história da tecnologia, a abordagem que mais se preocupa em compreender a aceitação de uma tecnologia em detrimento de outras é o estudo dos sistemas tecnológicos. Para esta escola de estudos não apenas a interpretação dos grupos sociais é evidenciada, mas também a barreira do determinismo social é transposta pela detalhada compreensão sobre a importância que esta escola aloca para a necessidade do estabelecimento de sistemas tecnológicos sustentados por elementos materiais. Elementos materiais são considerados subsistemas tecnológicos de sustentação aos grandes sistemas tecnológicos e co-responsáveis pelo sucesso ou falha de um grande sistema tecnológico. No entanto, a agência, a capacidade de manter os sistemas ordenados, de criar um momentum tecnológico é delegada apenas aos construtores de sistemas.

Embora a abordagem dos sistemas tecnológicos ofereça uma explicação confiável sobre a forma como alguns sistemas tecnológicos possuem um *momentum* e se propagam no tempo e no espaço enquanto outros desaparecem, a intencionalidade é exclusiva do construtor de sistemas. Uma abordagem sociológica que evidencia as agências atuantes no mundo social é a Teoria do Ator-Rede. A TAR, não só redistribui as agências atuantes como também oferece elementos sociológicos para o questionamento sobre a constituição do mundo social de um modo geral porque propõe investigar a natureza dos artefatos tecnológicos, componentes indissociáveis das coletividades contemporâneas. Ao sugerir que as controvérsias sobre a natureza das associações entre os elementos humanos e materiais que constituem o mundo devem ser reabertas, que é preciso oferecer elementos para traçar como estas controvérsias são estabilizadas, e apontar como é possível re-configurar estas associações que compõem o coletivo, a TAR proporciona um estudo detalhado sobre a composição do mundo, e das tecnologias. Neste sentido, a TAR se diferencia da CST porque não apenas observa o fechamento das controvérsias a partir da redefinição da controvérsia ou pela retórica. Ao invés de se ocupar do significado dado aos artefatos pelos grupos sociais relevantes a TAR busca compreender como são realizadas associações entre entidades humanas e não-humanas. Transcende ao mesmo tempo o determinismo tecnológico e o determinismo social e, portanto oferece condições para a atuação reflexiva e política sobre o próprio campo da sociologia da tecnologia e sobre a reconfiguração do coletivo em que vivemos. A TAR demonstra que é possível convivermos em coletivos e explicita qual o papel da tecnologia nesta tarefa. Tendo esta reflexão como guia de trabalho o próximo capítulo se ocupará de reabrir as controvérsias, retratar os caminhos percorridos pelos atores para fechar estas controvérsias e como estas controvérsias foram estabilizadas dando início ao desenvolvimento da tecnologia de uso do álcool em motores automotivos no Brasil durante a década de 1970. O encerramento destas controvérsias será compreendido, portanto do ponto de vista da importância simétrica dos objetos técnicos e das relações sociais, do ponto de vista da construção de coletivos sociotécnicos. Em específico serão analisadas quais associações sociotécnicas foram constituídas para possibilitar o desenvolvimento da tecnologia de uso do álcool combustível, que estabilizou o álcool enquanto combustível substituto da gasolina no Brasil.

2. DA GASOLINA AO ÁLCOOL CARBURANTE

A proposta deste capítulo é descrever, por meio da estratégia da TAR, como foi criado o ambiente sociotécnico e a tecnologia de uso do álcool combustível no Brasil. A partir do início da década de 1970, diversos fenômenos institucionais, políticos, econômicos, tecnológicos e propagandísticos entraram em operação para que fosse desenvolvida e estabilizada a inovação tecnológica de uso do álcool carburante. Para descrever como isso se deu será utilizada uma estratégia de estudo sociológico sobre a tecnologia, com base nos conceitos e procedimentos da TAR, de forma que o capítulo é organizado em três momentos: a distribuição das tentativas de reabertura das controvérsias sobre as associações que sustentavam o uso da gasolina como combustível no Brasil até a década de 1970, que foram reabertas com a crise do petróleo; a demonstração de como os atores envolvidos traçaram conexões que permitiram aos atores estabilizarem as controvérsias sobre qual o combustível a ser utilizado nos carros brasileiros; e por último, a identificação de como foi possível reconfigurar o social em um coletivo, composto de novos atores, de um novo combustível, um novo motor, novas instituições e novos consumidores.

No início da década de 1970 as controvérsias sobre o uso da gasolina enquanto combustível automotivo estavam altamente estabilizadas, os consumidores estavam satisfeitos com o preço da gasolina nos postos de abastecimento, os carros “rodavam” movidos a gasolina sem grandes problemas, a oferta de petróleo e, conseqüentemente, de gasolina era considerada infinita, o preço do barril de petróleo era acessível e a balança comercial brasileira estava equilibrada. Os acordos que haviam sido estabelecidos para que a gasolina fosse o combustível automotivo estavam mantidos, garantindo a associação de todos os elementos na rede sociotécnica da gasolina. Todas estas associações estavam alinhadas e garantiram à gasolina posição central como fonte energética para o sistema de transportes até o momento em que um elemento desta rede se rebelou. Toda e qualquer rede é tão forte quanto o seu elo mais fraco. O elo mais fraco da gasolina foi o preço do barril de petróleo no mercado internacional. No momento em que o preço do barril de petróleo praticamente triplicou no mercado internacional reabriram-se as controvérsias subjacentes ao uso da gasolina como combustível e, no Brasil, foram emergindo outras controvérsias que, por sua vez, quando estabilizadas, garantiram o desenvolvimento de uma inovação tecnológica, o álcool enquanto combustível para automóveis particulares.

2.1. TENTANDO DESBANCAR A GASOLINA

Embora o Brasil seja o único país a possuir um programa governamental de substituição da gasolina pelo álcool, existem relatos de que o álcool já era utilizado por “Otto, [que] ele próprio, usou etanol, em suas primeiras máquinas, não fazendo segredo de sua preferência por esse combustível de origem vegetal” e pelos “próprios precursores da indústria automotiva – Ford, Austin Peugeot, Victor Benz, Daimler – [que] realizavam pesquisas de laboratório empregando o álcool” (Ripoli, 1983: 07), afirmando a suposição de que o álcool enquanto carburante já era conhecido no mundo, ou ao menos para aqueles que estavam trabalhando com motores de combustão interna. O fato de que o álcool enquanto carburante já era conhecido por aqueles que produziram os primeiros motores de combustão interna indica que o uso da gasolina é resultado do fechamento de controvérsias sobre o melhor combustível para motores de combustão interna usados no transporte humano. Além disso, como qualquer controvérsia que foi fechada a supremacia da gasolina pode ser constantemente questionada e novas controvérsias sempre surgem propondo outro combustível carburante. Neste sentido esta primeira seção do capítulo 2 apresenta um histórico das tentativas de uso do álcool combustível no Brasil e, portanto, distribui as controvérsias sobre o combustível automotivo no Brasil.

As primeiras referências sobre o uso do álcool carburante no Brasil encontram-se nos registros do I Congresso Nacional de Aplicações Industriais do Álcool e da I Exposição Internacional de Aparelhos a Álcool que foram realizados no Rio de Janeiro e iniciaram seus trabalhos no dia 18 de outubro de 1903. Mais interessante é notar que a Exposição era dividida em cinco seções e entre elas havia uma dedicada ao uso do álcool em Motores, fossem eles: (i) Motores Fixos, (ii) Locomóveis; (iii) Automóveis; (iv) Carburantes e (v) Motores para Navegação (Ripoli, 1983: 07). Estas curiosidades históricas demonstram que, mesmo extremamente inovadora em relação ao uso do álcool por todo o território nacional, a tecnologia do uso do álcool como carburante já havia sido experimentada antes do PNA.

Entre as informações acima, outras curiosidades históricas, citadas por Ripoli (1983: 7-13), sobre o uso do álcool ainda merecem destaque como, por exemplo, o fato de que ainda em 1903 foi lançado no Brasil o livro “O Assucar e o Álcool na Bahia” (sic), por Miguel Calmon Du Pin e Almeida na ocasião do congresso; a publicação de medida oficial do estado de Pernambuco, que decretou o uso do álcool carburante em todos os veículos oficiais já no ano de 1919; o apoio dos dois clubes automobilísticos brasileiros, o Touring Clube do Brasil e o Automóvel Clube do Brasil, ao realizarem

corridas com automóveis movidos a álcool; e a proeza do Engenheiro Heraldo de Souza Mattos utilizando álcool carburante para percorrer o “Raide Rio-São Paulo” em um *Ford T* em agosto de 1925.



Figura 1 - Ford T movido a Álcool em agosto de 1925

Estas ações merecem um especial destaque pelo fato de que precederam e impulsionaram os primeiros estudos teóricos sobre o uso deste combustível no Brasil. Após demonstrações públicas da possibilidade de uso do álcool carburante, que gestaram a curiosidade de cientistas, políticos, engenheiros, entusiastas e consumidores, destinaram-se recursos para pesquisas sistematizadas sobre as propriedades do álcool carburante. Por exemplo, a partir de 1925 são realizadas pesquisas e testes com o uso do álcool em motores automotivos na Estação Experimental de Combustíveis e Minérios, do Ministério da Agricultura (órgão predecessor do Instituto Nacional de Tecnologia do Ministério de Indústria e Comércio), pelo pesquisador Ernesto Lopes da Fonseca Costa com apoio do Eng^o Heraldo Souza Mattos, que percorreu o trajeto entre Rio e São Paulo.

De acordo com o relato jornalístico de Ripoli (1983: 11) estas experiências foram apresentadas em uma conferência na Escola Politécnica do Rio de Janeiro, em 23 de novembro de 1925, com o nome de “O álcool como Combustível Industrial no Brasil”, proferida por Ernesto Lopes da Costa, que posteriormente foi editada em forma de livreto pelo Instituto Nacional de Tecnologia – INT. Outras experiências que merecem destaque pelo pioneirismo na busca por alternativas à gasolina são a da USGA, em Serra Grande – Alagoas, e a da Azulina, em Pernambuco.



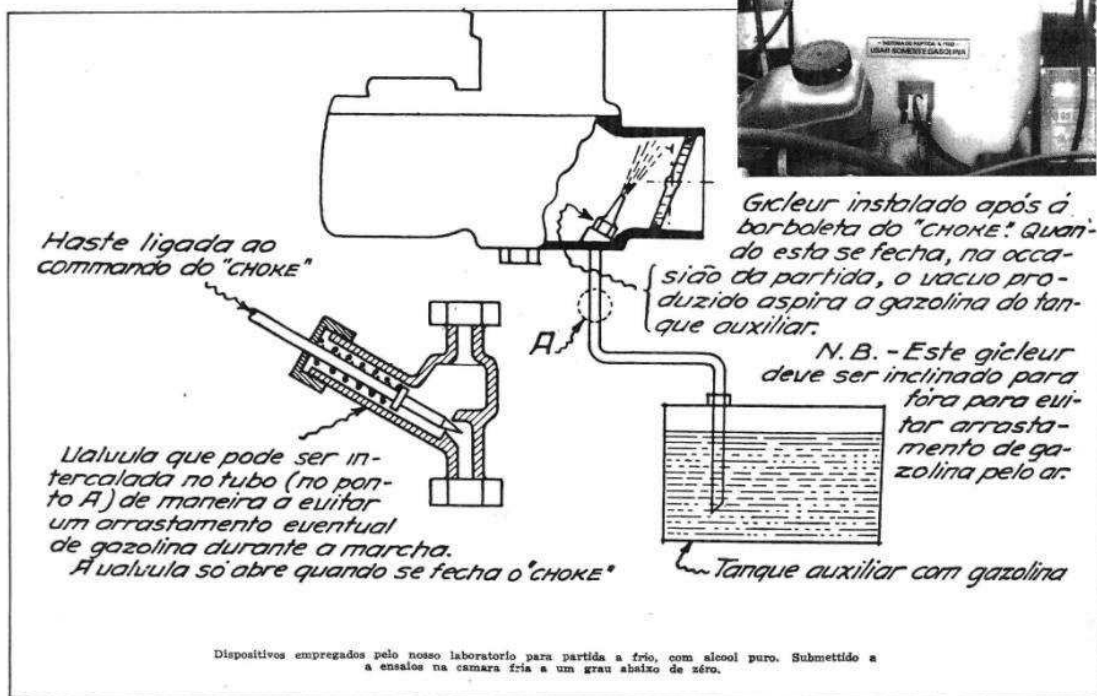
Figura 2 - Logo USGA
Fonte: Folha de São Paulo, 5 jun, 1988.

Ambas as experiências datam de 1927 e tiveram grande expressão regional, tendo abastecido diversos automóveis, distribuindo mais de 400.000 litros por mês. T tamanha importância, para a região e para a época, não passou despercebida para aqueles que davam apoio ao consumo da gasolina. Em 10 de novembro de 1927 a Great Western Railways, estrada de ferro britânica que transportava, além da gasolina, também a USGA e a Azulina, dentro do estado de Pernambuco, reduziu as taxas de transporte de gasolina e aumentou o valor cobrado para o transporte de suas concorrentes (Idem, 14; FSP, 5 jun, 1988).

Além das pesquisas na Estação Experimental de Combustíveis e Minérios, do Ministério da Agricultura, em 1925 foram iniciadas pesquisas sistemáticas sobre o uso do álcool combustível na Escola Politécnica de São Paulo, sob coordenação de Eduardo Sabino de Oliveira, que conheceu o álcool combustível durante os seus estudos de pós-graduação na Escola Nacional de Combustíveis Líquidos da França, em 1930. Foi resultado das pesquisas de Eduardo Sabino de Oliveira o primeiro livro brasileiro sobre o uso do álcool combustível: “Álcool-Motor e Motores a Explosão” que foi editada pelo Instituto Nacional de Tecnologia – INT na década de 1930. Nesta época Sabino já havia proposto um mini-tanque de gasolina para solucionar um problema tão conhecido dos usuários do carro a álcool, a partida a frio, conforme pode ser visualizado na figura 3.

Sabino realizou experiências a 1 grau Centrigado abaixo de zero, para resolver o problema da partida a frio. Assim, há 50 anos, já sugeria o uso de um mini-tanque adicional de gasolina, como demonstra neste diagrama publicado em seu livro "Álcool-motor e motores a explosão". Essa solução, viria a ser adotada novamente, no início da década de 80 pelas grandes empresas montadoras.

Ficou, porém a dramática lição. O enorme esforço despendido e o meio insucesso da campanha traçaram o programa a seguir.



18

ÁLCOOL & AÇÚCAR — Edição Especial

Figura 3 - Mini-tanque Adicional de Gasolina de gasolina
Fonte: Ripoli, 1983: 14

Devido a um entusiasmo acentuado, e com o suporte das pesquisas realizadas por Eduardo Sabino de Oliveira, Fonseca Costa e Souza Mattos, durante a década de 1930 o presidente Getúlio Vargas promoveu a campanha de apoio ao álcool combustível ao adotar políticas de promoção do álcool no país. Entre suas ações destacam-se o estabelecimento da adição de 5% de álcool à gasolina importada (Decreto 19.717 de 20 de Fevereiro de 1931), a criação do Instituto do Açúcar e do Alcool – IAA, que ficou responsável por regulamentar, organizar, fomentar e apoiar a produção de açúcar e álcool no país. Além disso, o mesmo decreto regulamentou a aquisição, taxaço e a distribuição do álcool no país. Interessante notar que o decreto proibia a sobretaxação no valor do frete – ferroviário e marítimo – do álcool além de 50% do valor do frete estipulado para a gasolina, visando evitar casos semelhantes ao ocorrido com a USGA e a Azulina na década anterior (Decreto 22.789 de 01 de Junho de 1933), e estabelecia que os produtores nacionais de gasolina eram obrigados a adicionar álcool na mistura carburante em proporções definidas pelo IAA (Decreto Lei 737 de 23 de setembro de 1938). Com este comprometimento político de promoção do álcool combustível o presidente Getúlio Vargas possibilitou a continuação das pesquisas sobre o uso deste combustível e o principal centro de

pesquisas no Brasil era formado pela equipe do INT que passou a se ocupar dos seguintes problemas: a) a aceleração em motores multicilíndricos; b) a divisão dos carburadores em classes; c) a divisão homogênea da mistura nos carburadores; d) o problema da partida a frio e; e) a determinação do máximo teor alcoólico possível de ser adicionado à gasolina sem a necessidade de modificações nos motores (Ripoli, 1983: 20).

Após a criação do IAA e como consequência da política de apoio ao álcool, por parte do governo federal, surgiram as primeiras grandes Destilarias Centrais, de Campos-RJ e de Cabo-PE, e as Destilarias Anexas, visando aumentar a produção do álcool e distribuí-lo por todo o país. Com o intuito de promover o álcool combustível, fazer campanha para a sua difusão e aceitação, o IAA, sob coordenação de José Alexandre Barbosa Lima Sobrinho no final da década de 1930, estabeleceu acordos com o Automóvel Clube do Brasil, e o piloto Francisco Landi, para que as corridas da Gávea³¹ fossem disputadas por carros movidos a álcool durante o ano de 1941.

Por ocasião deste evento, Francisco Landi ganhou o 7º Grande Prêmio Cidade do Rio de Janeiro e, como demonstração de apoio e confiança no álcool combustível, enviou uma carta ao presidente da república ressaltando as qualidades técnicas do carburante nacional. De maneira semelhante o Automóvel Clube do Brasil expôs a sua satisfação com o uso do álcool nas corridas em 1941 noutra carta enviada ao presidente da república (Ripoli, 1983: 24).

Além do exposto até agora, a intensificação dos conflitos da Segunda Guerra mundial e a ameaça da redução de importações de petróleo levaram o álcool a ser indicado como o Carburante Nacional, que iria libertar o país da dependência estrangeira das fontes de energia para transportes. Com este propósito foi, então, realizado o I Congresso Nacional de Carburantes, em 1942, onde mais uma vez o álcool foi intensamente promovido. Lauro de Barros Siciliano, do Instituto de Engenharia de São Paulo – Divisão de Motores, já apontava a necessidade de continuidade dos estudos de Fonseca Costa, Sabino de Oliveira e Heraldo Souza Mattos – INT, para substituir a gasolina pelo álcool carburante. Neste clima de promoção do álcool combustível o congresso se encerrou com recomendações enfáticas para ampliar a oferta de álcool carburante, adaptar os motores a gasolina e diesel para utilizarem álcool e dar prosseguimento aos estudos para utilização do álcool como combustível exclusivo e não misturado à gasolina. No entanto, a Segunda Guerra Mundial terminou e enfraqueceu as iniciativas de promoção do álcool enquanto combustível nacional, empreitada que só foi

³¹ Onde ocorreram as primeiras corridas automobilísticas oficiais no Brasil.

retomada em 1973, com outro acontecimento que abalou a economia mundial e causava incerteza em relação à oferta de petróleo no mundo (Ripoli, 1983: 29-30).

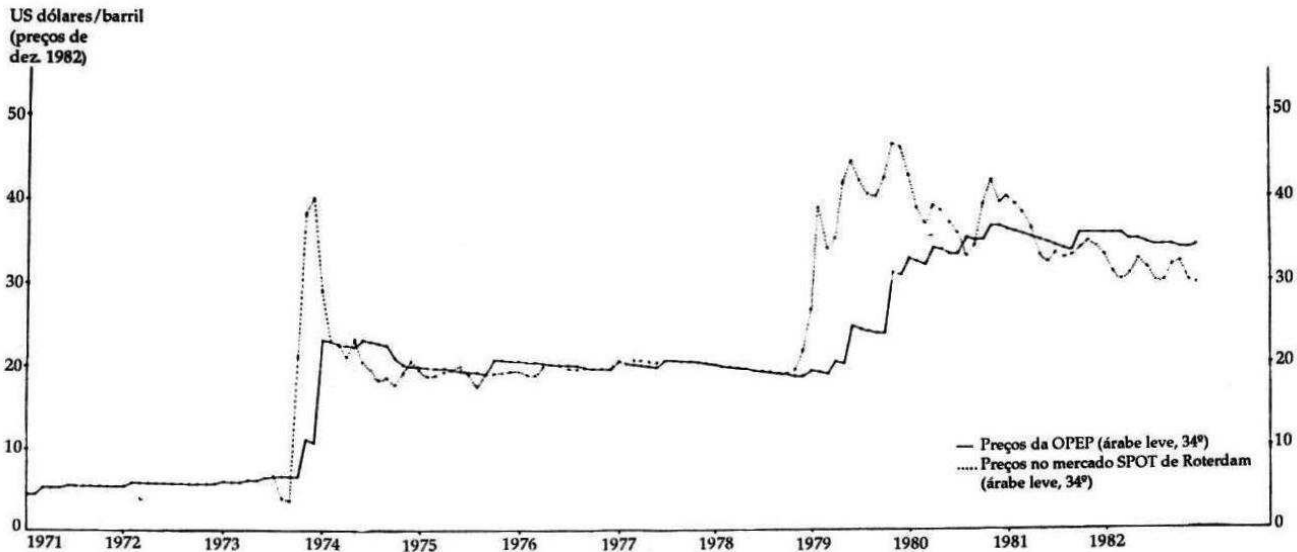
Até o fim da primeira metade do século XX algumas iniciativas já haviam sido tomadas para que o álcool se tornasse um carburante automotivo para substituir a gasolina, já haviam sido problematizados alguns consensos e reabertas algumas controvérsias sobre a gasolina enquanto combustível. Já haviam sido criados grupos favoráveis ao uso do álcool, grupos que promoviam ações e abriam controvérsias importantes sobre a viabilidade técnica e política do álcool carburante. Aqui a ação foi intensificada e também enfraquecida por um ator específico, a Segunda Guerra Mundial. Se no primeiro momento a Guerra proporcionou razões importantes para, e fez vários atores (engenheiros, presidência da república, carros de corrida, pilotos, etc) se associarem ao desenvolvimento de pesquisa para a substituição da gasolina pelo álcool, o fim do conflito também enfraqueceu esta mesma rede de atores associados.

No início dos anos 1970 em que o Brasil estava passando por uma transformação estrutural, deixando de ser um país fundamentalmente agrário e industrializando-se, aumentado a frota nacional de veículos. Nesta época se instalaram no Brasil as seguintes montadoras de automóveis: DKW, Simca, Volkswagen e Willys Overland e, como consequência, houve um aumento significativo da malha viária do Brasil (Figueiredo, 2006: 16). A instalação de montadoras de carros no Brasil, o aumento da malha viária, o surgimento de uma frota nacional de automóveis são ações motivadas pelo acesso facilitado aos derivados de petróleo. Toda esta estrutura recém instalada no Brasil tinha como alicerce o baixo preço da gasolina. Além disso, a população estava se tornando cada vez mais urbana, e passou a utilizar o automóvel como meio de transporte e lazer.

Só foi possível questionar as convenções que mantinham o uso da gasolina e distribuir as controvérsias sobre a natureza do combustível a ser utilizado para movimentar os carros brasileiros no início da década de 1970. A primeira crise do petróleo teve influência significativa na elaboração do PNA porque o Brasil, enquanto uma economia em ascensão, fundada em atividades intensivas em energia, dependia – e ainda, mesmo em menor escala, depende – muito das importações de petróleo. Considerando este fator como condicionante do crescimento industrial, econômico e social o primeiro choque do petróleo, no ano de 1973, elevou o preço do barril de petróleo de US\$ 3,86 para US\$ 12,55 no início de 1974 (Santos, 1993: 13), conforme pode ser visto no gráfico I. Mesmo com as diferenças entre os valores pagos no mercado SPOT, com pagamentos a vista e entrega direta, e no mercado regulamentado pela OPEP – Organização dos Países Exportadores de Petróleo - o súbito aumento de

preços entre o final de 1973 e o início do ano de 1974 desequilibrou a balança de pagamentos do país de forma a exigir do governo ações que conseguissem reduzir os gastos com importações e aumentar as receitas oriundas das exportações, além de reduzir a dependência externa em relação às fontes de energia.

Gráfico 1 – Evolução dos preços do Petróleo no Mercado Mundial entre 1971 e 1982

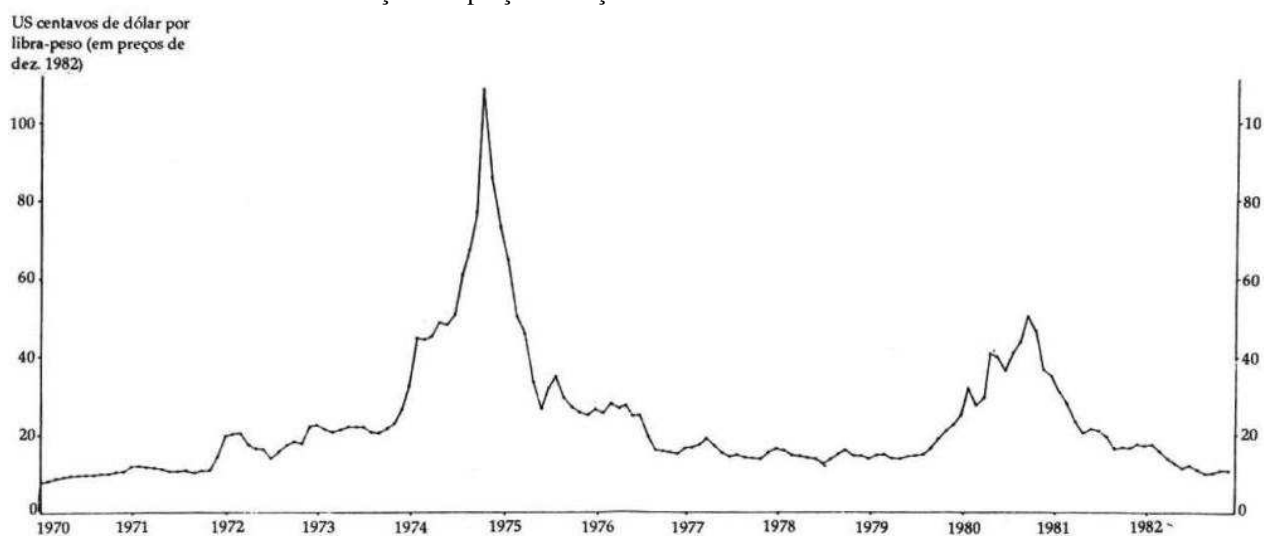


Fonte: Santos, 1993: 265

A retração do consumo mundial de açúcar atuou de duas formas na elaboração do plano de ações visando o equilíbrio da balança comercial brasileira. Pela importância do açúcar na balança comercial brasileira e pelos interesses da agroindústria canavieira. O fato é que o açúcar (ainda) é um produto extremamente importante na balança comercial brasileira, cujo preço sofreu uma ascensão extraordinária, de 61,5% de 1971 a 1972 e mais 29,9% no ano de 1973, e propiciou ações de expansão da produção em todo mundo e em especial no Brasil, onde a indústria canavieira tentou se modernizar (Santos, 1993: 17). Esta modernização é destacada pela segunda avaliação do Proálcool, realizada pelo Conselho de Assuntos de Energia (COASE) da Confederação Nacional da Indústria (CNI), (1987: 16), quando afirma que os saldos líquidos das exportações de açúcar do ano de 1968 até o ano de 1974 foram aplicados na construção de infra-estrutura de estocagem e embarque, os terminais açucareiros; na criação de um plano de pesquisa canavieira, o PLANALSUCAR; na modernização do parque agroindustrial e até em subsídios para o consumidor. No total estima-se que foram investidos US\$3 bilhões na modernização e ampliação da capacidade de produção do setor agro-açucareiro entre os anos de 1972 e 1975. Deste cenário é importante ressaltar que o açúcar se tornou líder de pauta de exportações, inclusive se colocando como mais importante que o café.

A situação ficou delicada quando os preços do açúcar no mercado mundial começaram a baixar em dezembro de 1974 por conta da redução do seu consumo – substituindo-o por adoçantes artificiais e outros - nos países industrializados (Santos, 1993: 17-19) e a queda do valor do preço do álcool no mercado internacional no final de 1974 e início de 1975, conforme mostra o gráfico II, esgotou a fonte de geração de recursos para a modernização do setor agro-açucareiro. De forma resumida aconteceu que "os preços recordes do açúcar, os investimentos em novas usinas, a partir de 1973, provocariam uma acumulação de estoques sem precedentes na safra 1976/1977" (Santos, 1993: 17-19). Ao mesmo tempo o país possuía um parque ampliado e modernizado com mais de 200 unidades com plena capacidade de produção de açúcar.

Gráfico 2 - Evolução dos preços do Açúcar no Mercado Mundial entre 1970 e 1982



Fonte: Santos, 1993: 264

Nesta situação é possível observar como são estabelecidas conexões entre locais diferentes, mas que mantêm associações específicas através de condutores de agência, como o preço do petróleo. Isto porque um considerável aumento nos preços do petróleo³² no mercado internacional causa um gasto crescente com a importação do Petróleo para produzir gasolina no Brasil e no mundo porque os preços do petróleo, embora definidos em espaços restritos (por exemplo, nas salas de reunião da OPEP), estabelecem associações com diversos outros locais na medida em que outros países precisam aumentar os preços de compra e venda dos derivados do petróleo. Além disso, a retração do consumo do açúcar no mundo produz um acúmulo dos estoques resultando na conseqüente queda do seu preço no mercado internacional. Ações “locais” (acúmulo de estoques) e “globais” (retração de consumo) se conectam através da padronização dos preços do açúcar no mercado internacional, além de transportar

³² No segundo choque do petróleo, em 79, elevou o preço médio do barril ao equivalente a US\$ 80 atuais, valor que só caiu em 1986.

agências, fazer diversos organismos agirem. Estes dois fatos, globais pelo número de locais aos quais estão interligados, agiram como articuladores quando geraram um desequilíbrio na balança comercial brasileira e incentivaram a realização de diversas ações governamentais.

O principal motivador do desenvolvimento da tecnologia de uso do álcool combustível no Brasil, segundo os próprios atores, foi o aumento do preço do petróleo no mercado internacional. Isto se deve ao fato de que as montadoras, a urbanização do país e os desejos dos usuários de carros estavam associados de uma forma que dependiam da manutenção dos baixos preços do petróleo no mercado mundial e, conseqüentemente, dos baixos preços da gasolina no mercado nacional. Mas a crise do petróleo no início dos anos 1970 prejudicou o abastecimento nacional de gasolina e incentivou a associação de atores-rede interessados em promover a adição de álcool à mistura carburante. Enquanto uma medida que tornou a gasolina mais barata para o consumo, a adição de uma proporção maior de álcool anidro à gasolina interessou aos consumidores, que poderiam continuar usando os seus veículos e, por conseqüência, às montadoras, que mantiveram as vendas de automóveis sem precisarem modificar os seus carros e, ainda, à urbanização do país, que continuou ocorrendo. O que é possível observar é que as associações que mantinham uma ordem social baseada no uso da gasolina se modificaram e novos grupos, atores, novas ações, diferentes fontes de força, novos fatos técnicos e científicos se associaram e sustentaram a tecnologia de uso do álcool anidro adicionado à gasolina, num primeiro momento, e o uso do álcool como combustível exclusivo, como objetivo final do PNA.

2.2. FECHANDO A CONTROVÉRSIA EM TORNO DO COMBUSTÍVEL AUTOMOTIVO BRASILEIRO

O país estava gastando muito com a importação de petróleo e arrecadando pouco com a exportação de açúcar, por isso precisava, ao mesmo tempo, solucionar um problema energético, de escoamento do açúcar e de gasto com as importações. Mais precisamente, “a crise de 1973 foi apenas um alarma (sic) para vir à tona uma situação que, na falta de soluções importantes e duradouras, poderá comprometer toda a política de industrialização do mundo ocidental” (Brasil, [1979?]: 13). Com esta citação do Ministério da Indústria e Comércio – MIC se evidencia que as controvérsias sobre o combustível brasileiro foram abertas e a busca de alternativas energéticas tornou-se fundamental e urgente para o Brasil. Nesta seção serão apresentadas as diversas operações realizadas pelos mais

diferentes atores para que fossem fechadas as controvérsias sobre qual combustível seria utilizado no Brasil para transporte de passageiros³³.

DIVERSAS ALTERNATIVAS!?

A independência do Brasil das fontes de energia importada foi buscada em diversas matérias-primas e investimentos em pesquisa e desenvolvimento foram realizados nas mais diversas áreas. Destacaram-se os programas de busca de novas reservas de petróleo, de utilização do gás natural, de uso do álcool, de ampliação das fontes de energia elétrica como o número de hidroelétricas, termoelétricas, e também de energia nuclear (Mendonça, 1988: 10-27). No entanto, dentre as alternativas destaca-se a proposta de aumentar a porcentagem de álcool misturado à gasolina. Esta opção não foi totalmente inovadora do ponto de vista das alternativas consideradas, principalmente porque não problematizou o padrão de transportes, apenas sua fonte de energia.

Antes de entrar em mais detalhes sobre como foi fechada a controvérsia do combustível no Brasil e desenvolvido o programa do álcool é importante problematizar a opção pela mudança de fonte de energia em detrimento de outras formas de transporte. Considerando-se as premissas dos Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia - ESCT, a opção da manutenção do automóvel não deve ser compreendida como uma superioridade tecnocientífica deste artefato; o êxito do automóvel precisa ser compreendido pelo alto grau de estabilização/aceitação do meio de transporte particular.

Para reduzir a importação de petróleo, especialmente no caso da sua importação para o consumo de gasolina, havia diversas outras alternativas como por exemplo, o transporte coletivo, a implementação e melhoria da malha ferroviária no país, a implementação de medidas para a redução do uso do automóvel nos centros urbanos, como com a promoção do transporte solidário, incentivo ao uso da bicicleta, proibição do uso do carro em determinadas áreas do centro da cidade, entre outros. A compreensão da escolha do álcool como alternativa para a redução das importações de petróleo, do ponto da sociologia e da história da tecnologia, se dá pela compreensão do *momentum tecnológico* e da estabilidade do automóvel. Modificar o padrão mundial de uso dos derivados do petróleo como combustíveis é também se colocar em uma disputa de interesses econômicos e políticos muito assimétricos.

³³ Embora a STI/MIC apoiou e o CTA deu início às pesquisas sobre a substituição do combustível utilizado em grandes veículos como caminhões, tratores e ônibus de Diesel para Álcool ou biodiesel, esta pesquisa não buscou compreender esta outra linha de atuação visando reduzir as importações de petróleo.

ANO YEAR	AUTOMÓVEIS CARS			COMERCIAIS LEVES LIGHT COMMERCIALS				COMERCIAIS PESADOS HEAVY COMMERCIALS			TOTAL GERAL GRAND TOTAL
	PASSA- GEIROS	USO MISTO	TOTAL	CAMION. USO MISTO	UTILI- TÁRIOS	CAMION. DE CARGA	TOTAL	CAMI- NHÕES	ÔNIBUS	TOTAL	
	PASSENGER CARS	STATION WAGONS	TOTAL	VANS	JEEPS	PICK-UPS	TOTAL	TRUCKS	BUSES	TOTAL	
1957	8	1.164	1.172	370	8.306	1.162	9.838	9.957	-	9.957	20.967
1958	2.102	1.580	3.682	7.327	14.445	4.755	26.527	16.071	-	16.071	46.280
1959	11.851	2.520	14.371	15.609	17.744	8.169	41.522	27.111	329	27.440	83.333
1960	37.212	3.768	40.980	19.021	19.264	9.922	48.207	28.311	527	28.838	118.025
1961	55.017	5.115	60.132	24.505	18.037	12.780	55.322	20.575	200	20.775	136.229
1962	74.774	8.767	83.541	25.937	21.213	19.380	66.530	28.791	156	28.947	179.018
1963	87.317	7.302	94.619	27.216	12.485	13.994	53.695	15.559	121	15.680	163.994
1964	97.423	6.004	103.427	26.838	10.519	14.301	51.458	15.692	71	15.763	170.648
1965	104.955	9.927	114.882	24.637	9.373	12.776	46.786	15.692	29	15.721	177.389
1966	119.410	8.455	127.865	28.014	13.691	16.968	58.673	20.213	23	20.236	206.774
1967	132.116	7.095	139.211	30.524	8.270	15.862	54.656	17.602	23	17.625	211.492
1968	180.805	3.536	184.341	36.472	7.068	22.353	65.893	25.400	7	25.407	255.641
1969	234.925	6.617	241.542	34.461	4.950	22.586	61.977	22.558	6	22.564	326.083
1970	251.489	56.535	308.024	35.551	4.581	25.669	65.801	17.067	23	17.090	390.915
1971	338.524	56.742	395.266	35.954	5.338	30.582	71.874	15.872	32	15.904	483.044
1972	400.914	56.210	457.124	42.822	5.444	40.877	89.143	19.901	17	19.918	566.185
1973	462.790	94.902	557.692	45.540	6.372	53.833	105.745	25.888	67	25.955	689.392
1974	504.570	135.098	639.668	49.250	7.248	59.782	116.280	29.385	97	29.482	765.430
1975	488.791	172.541	661.332	49.991	7.020	60.577	117.588	16.350	151	16.501	795.421
1976	467.250	227.957	695.207	54.087	6.700	52.735	113.522	8.209	14	8.223	816.952
1977	372.298	306.526	678.824	36.039	2.504	30.704	69.247	1.874	26	1.900	749.971
1978	433.095	364.847	797.942	37.575	3.563	38.215	79.353	519	2	521	877.816
1979	433.686	392.776	826.462	34.639	3.457	41.148	79.244	1.174	5	1.179	906.885
1980	285.791	280.885	566.676	24.483	3.573	31.735	59.791	583	-	583	627.050
1981	193.472	125.457	318.929	10.785	1.492	13.222	25.499	61	1	62	344.490
1982	206.827	137.641	344.468	7.017	2.011	11.903	20.931	121	-	121	365.520
1983	44.495	25.603	70.098	3.177	739	4.596	8.512	206	-	206	78.816
1984	20.611	8.059	28.670	2.038	342	2.431	4.811	82	-	82	33.563
1985	16.912	6.980	23.892	1.708	429	2.624	4.761	22	-	22	28.675
1986	39.221	13.873	53.094	2.623	1.290	4.909	8.822	104	-	104	62.020
1987	12.857	10.227	23.084	1.943	1.668	4.494	8.105	51	-	51	31.240
1988	40.837	23.897	64.734	4.040	964	7.574	12.578	15	-	15	77.327
1989	99.226	121.758	220.984	9.206	1.567	29.064	39.837	60	-	60	260.881
1990	184.514	277.956	462.470	14.865	679	64.526	80.270	122	-	122	542.862
1991	174.986	278.656	453.642	10.134	866	61.835	72.835	123	-	123	526.600
1992	157.692	254.284	411.976	12.952	42	51.381	64.375	58	-	58	476.409
1993	191.482	430.645	622.137	20.879	15	63.390	84.284	66	-	66	706.467

Tabela 1 - Vendas de Automóveis no mercado interno - 1957-1993

Fonte: ANFAVEA, 1994: 65 (O destaque é meu).

Conforme é possível observar na Tabela 1, em especial no destaque em vermelho, o automóvel particular já estava aceito como meio de transporte que havia superado o trem. No início da década de 1970 diversas montadoras de automóveis já haviam se instalado no Brasil e as vendas de automóveis se tornou 10 vezes maior em 1972 e 1973 do que em 1960. De acordo com a Tabela 2, o uso das ferrovias estava perdendo a sua força - em uma comparação entre o ano de 1957 e o de 1970 é possível observar uma redução da malha ferroviária em 5.000 km. Esta é uma redução que continuou ocorrendo durante os anos de 1970 e início de 1980 e só foi modificada no final da década de 1980. Também por conta destes dados é possível afirmar que os sistemas de metrô, devido aos seus custos de instalação, só estavam - e ainda estão - disponíveis em algumas capitais ou grandes cidades brasileiras.

ANO YEAR	QUILÔMETROS KILOMETERS	ÍNDICE/INDEX 1980=100
1904	16.300	54,74
1914	28.062	87,52
1922	29.341	98,53
1932	32.972	110,73
1942	35.163	118,08
1952	37.191	124,89
1960	36.281	121,77
1970	31.366	105,33
1980	29.778	100,00
1981	29.400	98,73
1982	29.313	98,44
1983	29.706	99,76
1984	29.881	100,35
1985	29.865	100,29
1986	29.777	100,00
1987	29.792	100,05
1988	30.009	100,78
1989	30.414	102,14
1990	30.206	101,44
1991	30.194	101,40
1992	30.114	101,13

Tabela 2 - Rede Ferroviária Nacional 1904-1992
 Fonte: ANFAVEA, 1994: 32 (O destaque é meu)

Além de toda força do automóvel, a larga experiência do Brasil enquanto produtor de açúcar e exportador desta mercadoria oferecia outros recursos importantes na elaboração do plano de ações para redução das importações de petróleo. Desde os tempos do império uma das principais atividades agrícola do Brasil tem sido a plantação de cana-de-açúcar para a produção de açúcar. Por exemplo, conforme encontrado no relatório de atividades do MIC/STI de 1972 a 1974, embora afirmasse que o setor precisava de investimentos em pesquisa, indicava que “A safra brasileira de açúcar de 1971/1972 representa mais de 6.000.000 de toneladas de açúcar (...). No estado de São Paulo, o açúcar é mais representativo que o café e vem logo atrás da pecuária. Nos estados do Nordeste o açúcar engloba 60% da economia” (Brasil, março de 1974: 50). Por conta deste fato não é difícil imaginar o conhecimento acumulado pelo setor agro-açucareiro brasileiro, mesmo reconhecendo que era necessário aumentar o rendimento da matéria-prima naquele momento “O Brasil está em quarto lugar mundialmente na produção de açúcar e é o segundo em produção de açúcar de cana” (idem, ibidem). Além destes fatos, as condições climáticas, a disponibilidade de terras para plantio e a existência de uma infra-estrutura já

montada tornaram o setor agro-açucareiro brasileiro suficientemente competente para produzir a principal matéria prima para produção de álcool etílico.

Nesta direção, a opção por manter o padrão de transporte baseado no automóvel individual, e restringir as modificações ao aumento da proporção do álcool na mistura representou uma estratégia de tradução em que atores fracos e isolados se associaram a atores-rede mais fortes. Mesmo que o setor sucroalcooleiro seja um setor economicamente forte no Brasil dificilmente teria recursos para encampar uma disputa contra os “barões” do petróleo, propondo um sistema de transportes totalmente inovador. Para conseguirem ser exitosos nesta batalha os engenheiros-sociólogos da STI precisavam se unir a atores-rede fortes o bastante para sustentar uma alternativa energética. Qual foi a opção deles senão se inserirem em uma rede global, no sentido de que já possuía conexões com diversos outros locais, e interessarem a indústria automobilística, os usineiros e os usuários de automóveis particulares de forma a proporem a alteração da fonte de energia, e não modificarem todo um conjunto de associações já estabilizadas? A indústria automobilística tinha interesse em ampliar as suas vendas, mas para isso não queria investir muito em novas tecnologias; os usineiros saíam ganhando com a venda de álcool, seria ampliada a área de plantio, surgiriam financiamentos, etc; e o usuário do automóvel particular, mesmo que pudesse aceitar da mesma forma a opção de melhoria do transporte público, estava propenso a não abrir mão da sua liberdade de ir e vir com o seu carro próprio.

CONECTANDO O ÁLCOOL COMBUSTÍVEL

Para que o uso do álcool combustível de um modo geral, e o aumento da proporção de álcool na mistura carburante em específico, se tornasse um fato e deixasse de representar uma ficção científica idealizada por alguns cientistas, técnicos, e políticos brasileiros foi posta em operação uma estratégia cuja gênese se iniciou nos anos 1970. Foi, principalmente, a partir das pesquisas de um professor da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), egresso do Instituto Tecnológico Aeroespacial, reconhecido por ex-alunos como inquieto e curioso, que se preocupava em desenvolver projetos de engenharia à frente daqueles que se ocupavam da manutenção do maquinário industrial disponível no Brasil. Além de um protótipo de Overcraft, um veículo acionado por hélices para o uso em terrenos pantanosos, Urbano Stumpf desenvolvia pesquisas que seriam responsáveis por fornecer parte daquilo que veio a escrever um novo capítulo na história dos transportes no Brasil. Enquanto dava aulas de Máquinas Térmicas na recém criada Universidade de Brasília-UnB também orientava pesquisas de mestrado e doutorado na UFSCar. Numa destas pesquisas ele se orientou para a questão da adição de Álcool Anidro à Gasolina carburante.

Por causa destas pesquisas em 1973 o professor Stumpf foi convidado, por intermédio de Bautista Vidal (Vidal, agosto de 2008), a trabalhar no Instituto Tecnológico da Aeronáutica - ITA, local privilegiado onde foi possível ter diversos instrumentos à disposição, para dar continuidade às suas pesquisas sobre a adição de álcool anidro à gasolina, que se tornaram alvo de interesse nacional, principalmente porque foi o momento em que eclodiu a primeira crise do petróleo. A adição de álcool anidro à gasolina se tornou uma alternativa à importação de petróleo, já que naqueles dias a gasolina correspondia a 80% do consumo total de petróleo do País. Já no ano de 1974 eram realizados testes no ITA, pelo prof. Stumpf e sua equipe, para verificar o funcionamento dos motores à gasolina – representantes da frota nacional – misturando álcool anidro à gasolina (Silvério, 2008a).

Só as pesquisas no CTA não explicam as complicadas e diversificadas associações realizadas para dar sustentação ao uso do álcool como combustível carburante. Por um lado o governo brasileiro se utilizou dos conhecimentos já existentes sobre o uso do álcool como combustível, que, na sua grande maioria, eram os resultados de pesquisas realizadas no INT, que foram publicados no livro de Fernando Sabino de Oliveira: “Álcool Motor e Motores a Explosão”, e por outro lado sistematizou diversos esforços, nos quais se inseriam as iniciativas, no CTA, de estudos para por em prática o uso do álcool combustível no Brasil.

A partir de 1974 a Secretaria de Tecnologia Industrial - STI – do Ministério de Indústria e Comércio – MIC - passou a apoiar o desenvolvimento de estudos, principalmente no CTA, sobre uso de produtos renováveis para geração de energia, e percebeu que era necessário estabelecer uma estrutura capaz de coordenar pesquisas e desenvolvimentos em todo o território nacional. Neste momento foi criado o Programa Tecnológico do Etanol – PTE, que logo passou a ser chamado de Programa Tecnológico Industrial de Alternativas Energéticas de Origem Vegetal. “Este programa consiste na conjugação dos trabalhos de pesquisas e desenvolvimento, em âmbito nacional, voltados às áreas de maior suporte tecnológico necessário ao eficiente desempenho do PROÁLCOOL” (Brasil, [1979?]: 33). A figura 4 ilustra a estrutura de ações, projetos e objetivos do PTE e a figura 5 ilustra as principais instituições envolvidas no PTE, respectivamente.

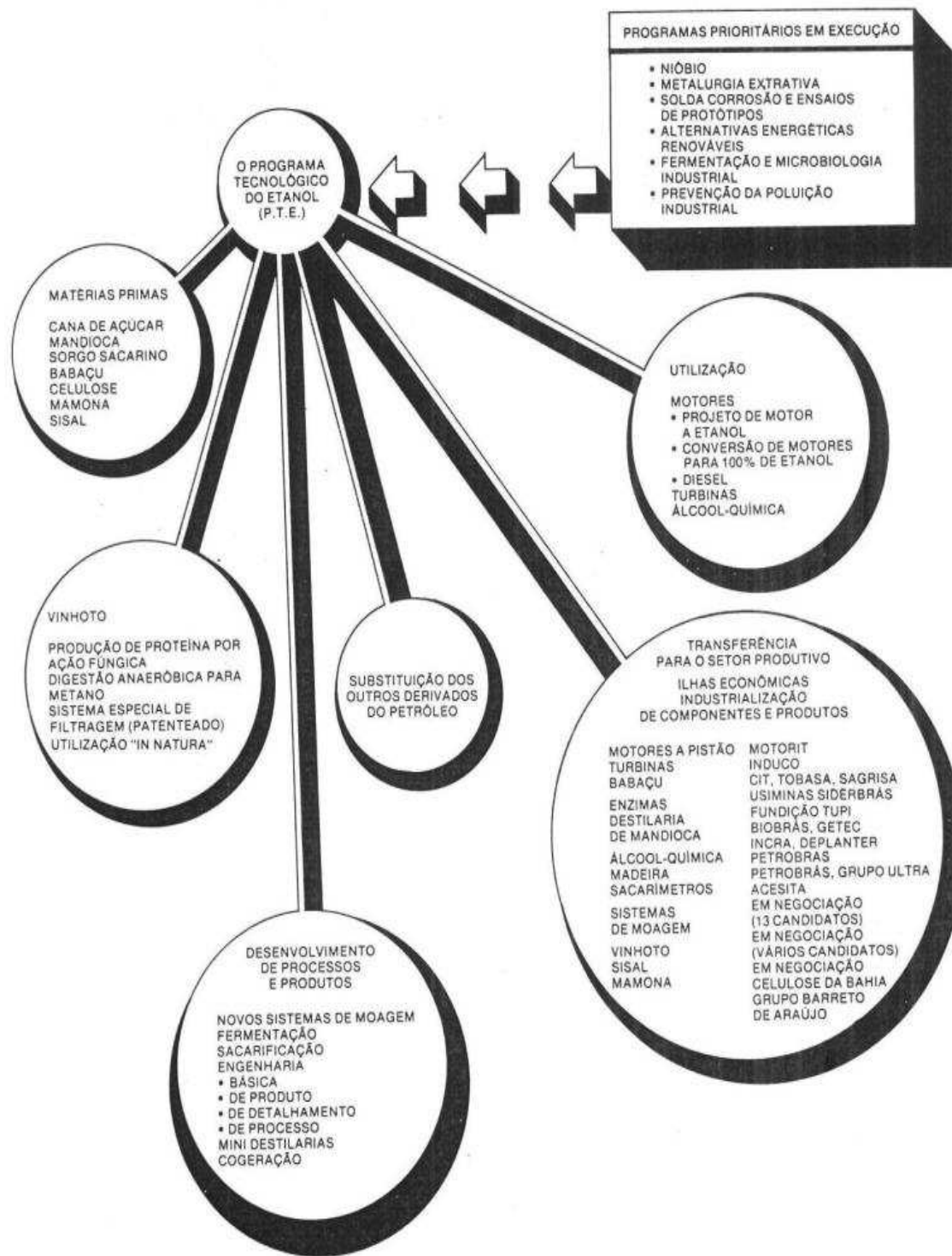


Figura 4 - O Programa nacional do Etanol
 Fonte: Brasil, [1979?]: 34.

Os principais resultados das ações desenvolvidas sob a coordenação do PTE estão relatados no documento "O Etanol como Combustível" (Brasil, set 1975), na forma de propostas de ações para um programa de promoção do etanol enquanto combustível nacional. Tendo como principal motivador a crise e a promoção do álcool etílico enquanto combustível, o documento apresenta um conjunto de

informações técnicas e econômicas sobre as possibilidades do uso desta matéria prima para a geração de combustível automotivo. Para alcançar estes objetivos, era necessário problematizar a questão energética e construir associações capazes de promover o álcool etílico enquanto combustível no Brasil.

Especificamente sobre a questão do uso do álcool combustível o documento afirmou que existem duas formas possíveis de condução da substituição da gasolina pelo álcool. Na primeira hipótese,

a inserção do etanol na estrutura do consumo energético se daria na forma de adição à gasolina comum, atingindo a 10% da mistura em 1980, 20% em 1985, e permanecendo nessa proporção até o ano 2.000³⁴. (Na segunda hipótese) a inserção do etanol se daria da seguinte maneira: até 1980 far-se-ia a adição do etanol à gasolina, atingindo naquele ano a proporção de 10% da mistura carburante; no decênio seguinte seria gradualmente convertida a frota brasileira de veículos ao uso do álcool como combustível puro, atendendo 50% do consumo de combustíveis líquidos em 1990, e 75% deste consumo no ano 2.000 (Brasil, set 1975: 09. As palavras em parênteses são autor).

Estas duas proposições estão relacionadas ao desenvolvimento de pesquisas sobre o uso do álcool combustível e sustentam, igualmente, o aumento da proporção de álcool adicionado à gasolina, medida já em prática no Brasil desde a década de 1930. Portanto, está em operação um movimento de associação de um ator-rede já estabilizado, a gasolina, ao ator-rede que estava sendo construído, o álcool etílico como combustível.

Devido à diferença de poder calorífico³⁵ entre os dois combustíveis, de 10.500 Kcal/Kg para a gasolina e 6.400 Kcal/Kg para o álcool, era preciso realizar modificações ou, apenas, regulações nos motores para receber a mistura de gasolina e álcool anidro ou o álcool hidratado de maneira exclusiva. Se forem avaliados apenas os valores de poder calorífico destes combustíveis considerar-se-ia o consumo de álcool por km rodado muito elevado em relação ao km rodado com gasolina, mas o elevado índice de octanas no etanol permite um aumento na taxa de compressão³⁶, de 6:1 e 7:1 para a gasolina e 9:1, 10:1 e podendo chegar a 12:1 no caso do etanol, resultando numa redução do consumo (Brasil, set 1975: 13).

³⁴ Conforme nota de rodapé do próprio documento: “20% de etanol na mistura carburante está próximo do limite máximo de adição possível sem adaptações nos motores a explosão convencionais”. (Brasil, set 1975: 09)

³⁵ O poder calorífico corresponde à quantidade de energia térmica obtida pela queima da unidade de peso do combustível, sendo que quanto maior o poder calorífico menor o consumo de combustível.

³⁶ A taxa de compressão corresponde a taxa de variação de volume entre a quantidade de combustível e a câmara dos pistões onde ocorrem a combustão, ou seja, se for possível comprimir mais o álcool do que a gasolina para que explosão gere um força de volume idêntico menor será o consumo do combustível.

NOME DA ENTIDADE	SIGLA	U.F.
Biobrás-Bioquímica do Brasil S/A	BIOBRÁS	MG
Centrais Elétricas Brasileira S/A	ELETROBRÁS	BSB
Centro de Pesquisas e Desenvolvimento	CEPED	PA
Comércio e Indústria INDUCO S/A	INDUCO	RJ
Comissão Nacional do Alcool	CNAI	BSB
Companhia Industrial Técnica	CIT	MA
Companhia de Desenvolvimento Tecnológico	CODETEC	SP
Cooperativa dos Produtores de Açúcar e Alcool Limitada	CPAAL	PE
Centro Técnico Aeroespacial	CTA	SP
Centro de Tecnologia Promon	CTP	RJ
Construtora de Destilarias DENINI S/A	CODISTIL	SC
Conselho Nacional do Petróleo	CNP	BSB
Conselho de Desenvolvimento Industrial	CDI	RJ
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	EMBRAPA	DF
Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural	EMBRATER	DF
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Centro Nac. de Mandioca e Fruticultura)	EMBRAPA	BA
Escola Superior de Agricultura de Lavras	ESAL	MG
Fundação para o Desenvolvimento da Tecnologia em Engenharia	FDTE	SP
Fundação para o Incremento da Pesquisa e do Aperfeiçoamento Industrial	FIPAI	SP
Fundação de Tecnologia Industrial	FTI	DF,RJ,SP,MG
Instituto do Açúcar e do Alcool	IAA	RJ
Instituto de Desenvolvimento Industrial de Minas Gerais	INDI	MG
Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária	INCRA	MA
Instituto Nacional de Tecnologia	INT	RJ
Instituto Brasileiro de Petróleo	IBP	RJ
Instituto de Física da Universidade de São Paulo	IF/USP	SP
Indústria de Mamona da Bahia S/A	IMBASA	BA
Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A	IPT	SP
MOTORIT S/A	MOTORIT	SP
Núcleo de Tecnologia Industrial	NUTEC	CE
Petróleo Brasileiro S/A	PETROBRÁS	RJ
Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar	PLANALSUCAR	SP
Promon Engenharia S/A	PROMON	SP
Projeto Rondon	-	DF
Stal - Consultorias Empresariais Ltda.	STAL	RJ
Universidade Federal da Paraíba	UFPb	PB
Universidade Estadual de Campinas	UNICAMP	SP
W.O. PROCHNIK - Arquitetura e Planejamento S.C.L.	W.O.PROCHNIK	RJ
Zanini Equipamentos Pesados S/A	ZANINI	SP

Figura 5 - A Entidades Envolvidas no Programa Tecnológico do Etanol
Fonte: Brasil, [1979?]: 35.

De qualquer forma, no que diz respeito ao uso do etanol em motores, o documento sugere que é possível utilizá-lo misturado, em proporções menores do que 25% e mediante a regulação do carburador, à gasolina; paralelo à gasolina (como no caso dos atuais motores *flex-fuel*) ou diesel, desde

que sejam realizadas modificações significativas na carburação e no sistema de injeção; ou como combustível único em motores modificados ou especialmente projetados para álcool (Idem: 16).

MODIFICAÇÕES NOS MOTORES PARA USO DO ALCOOL

TIPO DE COMBUSTÍVEL	DESCRIÇÃO DAS MODIFICAÇÕES	CUSTO INICIAL ESTIMADO DE CONVERSÃO
Misturas de álcool-gasolina até 15% de álcool em volume	Uso direto nos motores atuais sem modificações	Desenvolvimento: Cr\$ 0 Conversão do motor: Cr\$ 0
Misturas de álcool-gasolina com mais de 15% de álcool em volume	-Nova calibração do carburador mesma peça básica com troca de orifícios calibradores. -Adaptação da taxa de compressão (aumento) pela diminuição da câmara de combustão -Nova calibração do distribuidor de ignição.	Desenvolvimento: Cr\$ 240.000,00 Conversão do motor: 3% do valor do veículo
Alcool etílico anidro ou hidratado em motores básicos a gasolina	-Nova calibração do carburador peça nova ou modificada fundamentalmente, com possibilidade de uso de injeção -Novo coletor de admissão com aquecimento adequado e forma ideal para distribuição de mistura adequada -Sistema de aquecimento elétrico para partida a frio -Nova calibração do distribuidor de ignição -Sistema de alimentação de combustível adequado para a utilização do álcool -Sistema para aquecimento do ar de admissão -Aumento da taxa de compressão pelo uso de pistões com altura de compressão adequada e/ou rebaixamento do cabeçote	Desenvolvimento: Cr\$ 2.500.000,00 Conversão do motor: 10% do valor do veículo para carburação 15% do valor do veículo para injeção Industrialização: Utilização de máquinas existentes com modificações de ferramental e gabaritos de controle.
Alcool etílico ou gasolina	Desenvolvimento de um motor especial para uso seletivo de álcool etílico ou gasolina (Taxa de compressão variável)	Trata-se de desenvolvimento completamente novo, e a estimativa de custo equivaleria ao custo de desenvolvimento e produção de um motor completo.
Uso simultâneo de álcool etílico e óleo diesel em motores Diesel	-Novo coletor de admissão -Adaptação de carburador ou sistema de injeção adicional -Dispositivos de controle	Desenvolvimento: Cr\$ 2.000.000,00 Conversão do motor: 15% do preço do motor Industrialização: Utilização de máquinas já existentes com necessidade de ferramental e gabaritos novos.

MIC/STI
CMA/DMA

Figura 6 - Modificações nos motores para uso do álcool
Fonte: Brasil, 1975: 23

Para motores modificados ou projetados para uso exclusivo de álcool é preciso um conjunto maior de modificações, pois o motor precisa: operar com altas taxas de compressão, ter a possibilidade de uso de injeção direta, indireta ou dupla carburação e adequar a câmara de combustão para o uso do álcool (Brasil, set 1975: 18). A figura 6 apresenta as principais modificações necessárias para cada uma destas opções e os custos destas modificações em valores da época.

O *panorama* visualizado e propagado pela STI sustentava que era preciso a criação de alternativas energéticas para libertar o Brasil da dependência do petróleo estrangeiro, pois conforme a compreensão desta secretaria a constituição de um programa de proporções nacionais para a produção de álcool combustível é justificado porque “o imperativo da crise energética é o maior determinante” (Brasil, set 1975: 37). Por conta desta compreensão, as propostas do documento, no que diz respeito ao uso do etanol enquanto combustível, são as seguintes: a) adição progressiva de etanol à gasolina até a máxima proporção tecnicamente recomendável, dentro de um espaço de tempo de 5 a 8 anos; b) utilização do etanol enquanto combustível exclusivo, a partir da conversão gradual dos veículos da frota nacional, dentro de um espaço de tempo de 8 a 15 anos (Brasil, set 1975: 87). De forma complementar, foram apresentadas propostas de ações de planejamento e coordenação de políticas no nível nacional e de desenvolvimento tecnológico, tanto da indústria alcooleira como da tecnologia de veículos. Em relação à tecnologia veicular o documento salienta que é preciso conduzir pesquisas sobre a composição dos gases que saem do escape quando o carro utiliza etanol, evidenciando uma preocupação ambiental; as características lubrificantes e os efeitos do etanol sobre os componentes do carro; para o desenvolvimento de dispositivos para a partida do motor em dias e regiões mais frias; sistemas de injeção eletrônica; e projetos de conjuntos de adaptação para converter motores a gasolina para álcool; a viabilidade de conversão de veículos de frotas selecionadas para testes; e especialmente sobre o desenvolvimento de projetos de motores exclusivamente movidos a álcool (Idem: 91-92).

Dentro do conjunto de ações para promoção do etanol combustível o aumento da produção de álcool foi um dos principais objetivos do PTE e para isto se destacam as experiências de busca para obtenção de álcool a partir da cana-de-açúcar, mandioca, babaçu, e de componentes de celulose como também para obtenção de óleo de mamona. Para que isto ocorresse foi incentivada a instalação de diversas destilarias de álcool, dentre elas destacou-se a destilaria de Curvelo/MG, onde a PETROBRÁS produzia álcool a partir de mandioca; as mini-destilarias que distribuíam a produção de álcool no país, segundo argumenta o documento governamental, ampliaram o número de empresários e empregados fixos nesta atividade, melhoraram a qualidade de vida de uma parte da população do interior do Brasil,

além de que reduziram os gastos com o transporte do álcool para o interior e possibilitaram a produção de energia elétrica, para a população vizinha a micro-usina, a partir dos resíduos da produção de álcool; e as experiências na busca de obtenção de álcool de componentes da celulose (Brasil, [1979?]: 73-86).

Mesmo a obtenção de álcool tendo sido um dos principais focos de pesquisa do PTE, esta linha de pesquisa configura um ator-rede que simplifica diversas associações e conexões sobrepostas. Para fins práticos, as pesquisas sobre a obtenção de álcool são elementos estáveis que ofereceram álcool para combustão, um ator-rede que foi associado à rede sociotécnica do uso do álcool carburante.

Para compreender como foi construído um contexto sociotécnico de sustentação para álcool combustível é imprescindível estudar os projetos da STI cujos objetivos foram focados na utilização do álcool. Foi apenas com a justaposição dos resultados destas pesquisas que o álcool se caracterizou enquanto um combustível confiável e funcional. Segundo o relatório da STI de 1979, estas pesquisas visaram i. o desenvolvimento e adaptação de motores para uso total ou parcial de etanol e óleos vegetais; ii. o desenvolvimento de processos químicos do álcool e dos óleos vegetais; e iii. a criação de uma estrutura, por meio de transferência de conhecimento e troca de informações com as indústrias, capaz de utilizar os resultados destas pesquisas (Brasil, [1979?]: 89).

Neste primeiro momento do Proálcool, as pesquisas realizadas pela equipe do professor Urbano Stumpf no CTA, a partir da sua chegada de Brasília, buscaram determinar até que quantidade de álcool poderia ser adicionada à gasolina e quais deveriam ser as características do álcool a ser utilizado. Estas pesquisas foram realizadas antes da publicação do Decreto que instituiu o Proálcool, e os seus resultados foram relatados na Semana de Tecnologia Industrial: Etanol, combustível e matéria prima, realizado entre 01 e 04 de dezembro de 1976 na cidade do Rio de Janeiro e organizado pela STI/MIC. Neste evento alguns fatos relatados sobre os resultados das pesquisas sobre o uso do etanol como combustível merecem destaque.

O Gen. Araken de Oliveira, então presidente da Petrobrás, afirmou que, devido à existência de excedentes na produção de açúcar e devido ao interesse de se incentivar a indústria açucareira, já se adicionava álcool a gasolina desde 1970. Esta adição, no entanto, não ocorria de uma forma homogênea, a quantidade de álcool adicionado a gasolina variava de acordo com a quantidade de excedentes de açúcar no mercado nacional, causando problemas para os usuários. Desde este momento, continua o Gen. Araken de Oliveira, a Petrobrás já estava em negociações com o CTA para que fossem realizadas pesquisas detalhadas sobre os efeitos da adição de álcool à gasolina, o que era chamado de

álcool-motor. Completou ainda afirmando que a estatal que ele preside está de braços abertos para apoiar a adição de álcool na gasolina (Oliveira, dez 1976: 352-3).

Segundo o Eng. Urbano Stumpf, na sua apresentação para o Painel VI – Equipamentos e motores na produção e uso do etanol da Semana de Tecnologia Industrial em 1976, o grande problema do uso do álcool é de que ele sempre foi utilizado de forma ineficiente, com cerca de 30 a 100% a mais de consumo! Era, portanto, de suma importância realizar estudos que garantissem uma maior eficiência do combustível ao usar álcool puro ou misturado. Em outras palavras, para Stumpf, se o motor fosse receber um combustível contendo 50% de álcool era necessário realizar regulagens específicas no motor para que não houvesse o desperdício do álcool e para que não ocorresse o aumento do consumo do combustível de forma geral. Isto ocorria porque a potencia do motor abastecido com álcool era 60% da potência do motor abastecido com gasolina. No entanto:

não é o poder calorífico que influi na potência. Não é o calor por unidade de peso líquido do combustível, e sim do calor de combustão, é o calor liberado na queima da mistura ar + combustível, dentro do cilindro. Aquela mistura que vai queimar, é que vai dar potência e não a que está no tanque. O tanque é a origem. Mas o que vai dar o valor unitário é o que entrou no cilindro com a mistura. E acontece que este valor é constante para todos os combustíveis líquidos: gasolina, óleo diesel, metanol, etanol, tudo é o mesmo número, logo não era preciso discutir sobre eles.

O número de moléculas, antes e após a queima, é favorável ao álcool. O rendimento térmico é enormemente favorável. Porque as taxas de compressão, que são da ordem de 6 e 7 para a gasolina, são da ordem de 12 a 14 para o álcool etílico, e metílico também. (Stumpf, 1976: 378-9).

Até aquele momento, o uso do álcool combustível era considerado inviável pelo aumento de consumo de combustível e perda de potencia. No entanto, o argumento de Stumpf é de que este aumento de consumo ocorria por dois motivos. Por um lado não era levada em consideração a necessidade de regulação dos motores, para funcionarem com uma taxa de compressão diferenciada, garantindo um bom rendimento e consumo do combustível; e, por outro, quando os motores não eram modificados eles somente funcionavam com uma porcentagem máxima de álcool na gasolina. Neste momento são associadas taxas de compressão e porcentagem de álcool na gasolina para tornar o uso do álcool um fato tecnológico aceito. Antes das pesquisas de Stumpf, um porta-voz das atividades desenvolvidas no CTA, o álcool era um ator fraco porque não conseguia convencer os cientistas e os técnicos da sua qualidade porque possuía uma taxa de consumo muito elevada ou uma potencia muito baixa. Stumpf e sua equipe têm o mérito de solucionar este problema no instante que associam a potencia e o consumo à taxa de compressão do combustível no cilindro de detonação. Ao modificar a taxa de compressão foi modificado o conjunto de concepções associadas ao uso do álcool. A tecnologia se tornou materialmente e retoricamente mais aceitável para os cientistas, técnicos e possíveis usuários da tecnologia de uso do álcool combustível.

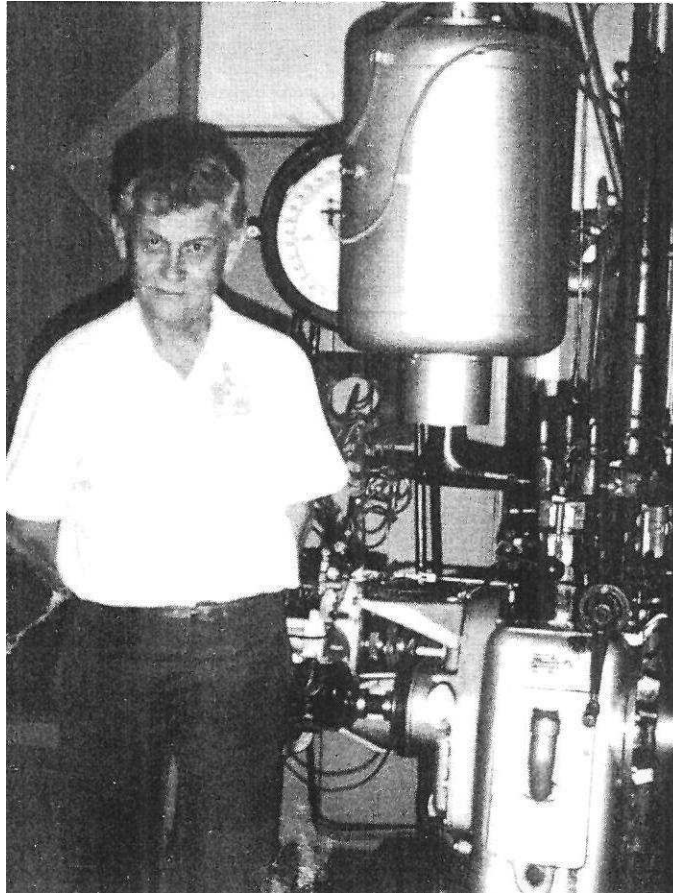


Figura 7 - Prof Urbano Stumpf ao lado do motor CFR no CTA
Fonte: Ripoli, 1983: 32

Os testes realizados para determinar a potência e o consumo de combustível, para comparar o álcool à gasolina foram realizados no motor CFR, que pode ser visualizado nas figura 7, ao lado do Professor Stumpf, e na figura 8, com o Eng. Paulo Ewald, atual coordenador do departamento de motores do CTA. A partir destes testes foram realizados os testes sobre a dosagem de álcool a ser misturado na gasolina garantindo o consumo e a potência sem requerer modificações nos motores. De uma forma geral: “a mistura vai empobrecendo, à medida que o teor de álcool vai aumentando, porque o álcool é miscível na gasolina em qualquer proporção” (Stumpf, 1976: 387) e por isso “se precisa fazer regulagens progressivas, ou fixar uma dosagem fixa” (idem, ibidem). Foi preciso padronizar o volume de álcool adicionado à gasolina para que os motores tenham um desempenho estável. Associou-se em um ator-rede o funcionamento padrão do motor e o volume de álcool adicionado à gasolina constituindo o álcool-motor.



Figura 8 - Eng. Paulo Ewaldo ao lado do motor CFR no CTA em 2008
 Fonte: Foto dia 26/05/2009 – Cedida por Alessandra M David, assessoria de comunicação do CTA.

Conforme o gráfico, figura 9, neste trabalho, apresentado por Stumpf foi possível estabelecer o nível máximo de adição de álcool à gasolina a partir de testes que verificaram o consumo médio de um motor rodando com álcool adicionado à gasolina. Desta forma, os resultados foram: “O que verificamos é que em certos pontos não há necessidade de se fazer a regulagem, (de forma que) se adicionarmos 10% de álcool na gasolina, nós poupamos 12,5% de petróleo. Porque o consumo é 12,5% menor do que na gasolina pura. (...) Usamos até 20% sem regular coisa nenhuma” (Stumpf, 1976: 387-8).

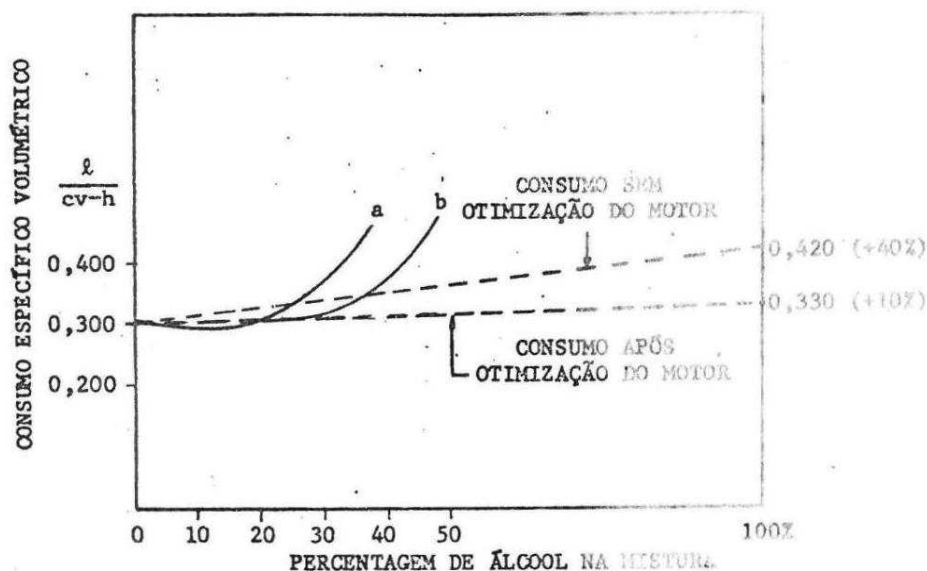


Figura 9 - Influências sobre o consumo nas misturas álcool-gasolina
 Fonte: Stumpf, 1976: 386

A partir destes dados apresentados por Stumpf, que se tornaram os parâmetros de adição de álcool anidro à gasolina, foi sistematizado o Proálcool. Juntamente com as proposições da quantidade de etanol adicionado à gasolina foram encaminhados procedimentos de ação para que o programa tivesse ampla aceitação perante a população e outras ações visando o teste contínuo de motores convertidos ao funcionamento exclusivo a álcool. Como resultado destas iniciativas, o governo brasileiro decretou a criação do Proálcool em 1975 (Decreto n.º 76.593), que estabelece o funcionamento, a regulação e o financiamento para o programa. Em específico, a partir deste decreto é oficialmente estimulada a produção de álcool para fins carburantes com incentivos de financiamento para aumento da produtividade agrícola, expansão das áreas de cultivo, ampliação das destilarias existentes e instalação de novas usinas. O Proálcool instituiu a Comissão Nacional do Álcool para coordenar a expansão da produção do álcool, definir os critérios e regulamentar a implantação de novos projetos de destilarias, além de estabelecer as condições, as taxas de juros e as normas para o financiamento pelo sistema bancário. De acordo com estas últimas, a instalação, modernização e/ou ampliação de destilarias seria financiada pelo Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico - BNDE, pelo Banco do Brasil S.A., pelo Banco do Nordeste do Brasil S.A. e pelo Banco da Amazônia S.A. e os financiamentos destinados à produção de matérias-primas, pelo Sistema Nacional de Crédito Rural (Decreto n.º 76.593).

Por um lado, é possível compreender este decreto, que instituiu o Proálcool, apenas como um documento que ofereceu principalmente atrativos financeiros aos usineiros que estavam buscando formas mais seguras de investimento em bens de capital, como argumenta Figueiredo (2006: 21). Porém, este documento não apenas regulamenta e define o funcionamento de um programa nacional de alternativas energéticas; ele foi a proposição da construção de um contexto social e técnico, foi uma translação de interesses. Neste documento foi proposto um novo conjunto de associações sociais e técnicas que passaram a promover ações em diversos setores da sociedade brasileira. Desde os agricultores, passando pelos centros técnicos, pelos bancos e pelos consumidores, toda a sociedade brasileira foi re-associada neste documento, que reconfigurou as formas de associações previamente estabelecidas para possibilitar a superação do problema da balança comercial brasileira, da escassez de petróleo no mercado nacional e do sobre-estoque de açúcar. Toda a sociedade foi mobilizada e associada nesta proposta que na prática foi traduzida na adição de uma maior e mais padronizada proporção de álcool anidro à gasolina, a partir de 1974, e nas estratégias de promoção do álcool como combustível exclusivo.

A partir da publicação do decreto que instituiu o Proálcool foram iniciados os trabalhos para que o uso do álcool se tornasse mais comum. Para reduzir ainda mais o consumo da gasolina e, conseqüentemente, as importações do petróleo foram feitas e testadas modificações para que alguns motores funcionassem exclusivamente à álcool. Fica evidente que considerando que o custo das modificações para que um motor funcionasse com um percentual maior do que 20% de álcool adicionado a gasolina era equivalente ao gasto para que estes motores rodassem com 100% de álcool, a opção pela conversão total se tornou uma estratégia de atuação da STI.

Nesta direção alguns fatos demonstram o andamento das pesquisas e das atividades posteriores ao decreto do Proálcool. Já em maio de 1976 foi apresentado o primeiro carro adaptado pelo CTA para ser movido exclusivamente a álcool, um Dodge Polar, modelo 1975, que sofreu algumas alterações mecânicas. Por exemplo, os pistões ficaram mais altos no ponto morto superior; a taxa de compressão foi modificada passando de 7.7:1 (o que significa que a mistura de ar-combustível ocupa um volume 7.7 vezes menor quando é comprimida pelo pistão para gerar a explosão) para 12.1 no motor a álcool; o coletor de admissão de combustível passou a ser aquecido com água do radiador para evitar que o combustível condensasse dentro dos tubos. Após os testes neste Dodge o CTA fez alterações semelhantes nos motores de um Gurgel Xavante e de um Volkswagen 1300 para que estes também rodassem movidos exclusivamente a álcool. Estes três carros foram os primeiros veículos cujos motores foram modificados para rodarem a álcool no Brasil pelo Proálcool (Folha da Tarde: 26 de dezembro de 1978), demonstrando, então, a exequibilidade da proposta de usar o álcool hidratado como combustível em substituição à gasolina.

Estes três veículos, cujos motores foram adaptados pelo CTA, fizeram parte ainda da caravana do I Circuito de Integração Nacional que, terminou no dia 12 de novembro de 1976. No evento, percorreram 8.000 km entre as cidades de Cuiabá, Manaus, Belém, Brasília, Belo Horizonte e Rio desde o dia 19 de outubro de 1976, quando saíram de São José dos Campos (Jornal da Tarde. 12 de novembro de 1976).



Figura 10 - Circuito de Integração Nacional
Fonte Ripoli, 1983: 35

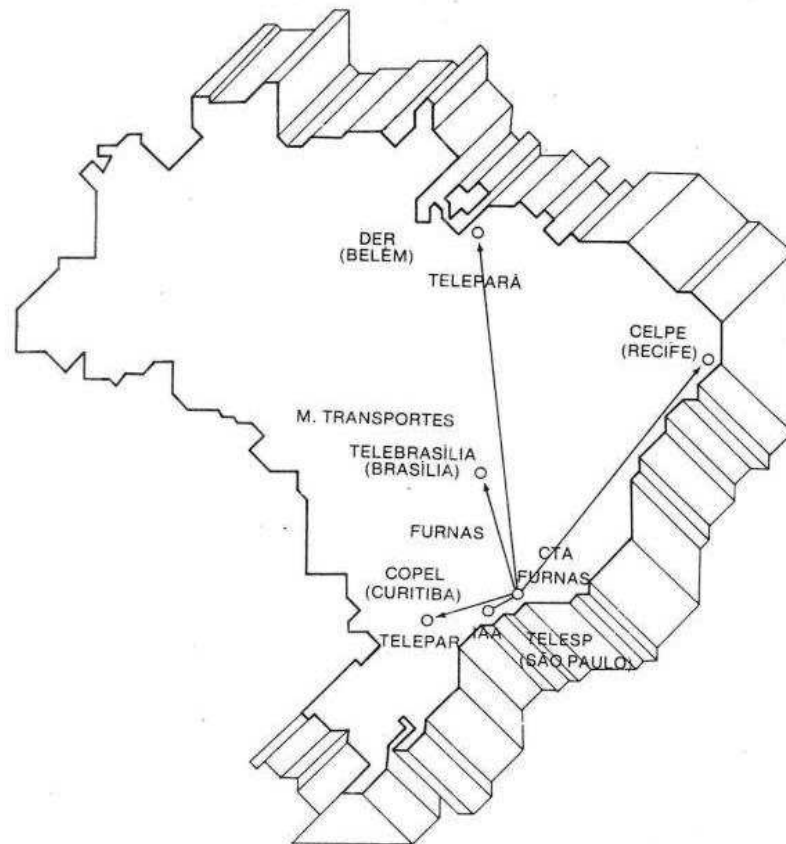
O circuito de integração nacional foi amplamente divulgado e sempre gerava curiosidade por onde passava, e serviu para atrair a atenção da população para o fato de que os carros realmente podiam ser movidos exclusivamente a álcool, ao mesmo tempo em que serviu de testes para a tecnologia. Mesmo ao enfrentarem condições adversas, estradas de barro, calor, frio e chuva os carros mantiveram um consumo de álcool dentro dos padrões esperados pela equipe de técnicos sem perder a potência. Na figura 10 é possível ver os três carros junto com os técnicos e motoristas que estavam participando do circuito de integração nacional no momento em que eles chegaram a alguma cidade (não identificada na foto) visitada pela caravana.

Durante uma das paradas da equipe, a Folha de São Paulo relata que, após dirigir o Dodge Polara – ver figura 11 - cujo motor foi modificado pelo CTA, o ministro da Aeronáutica, Tenente-brigadeiro Joelmir Campos de Araripe Macedo, apoiou a produção em escala industrial do carro a álcool e ainda afirmou que “a mistura de 20% de álcool já demonstrou ser viável. E agora o CTA e a nação estão de parabéns, pois ficou provado que o país está em condições de ter um carro movido 100% a álcool” (Folha de São Paulo: 09 nov. 1976).



Figura 11 - 08 de Novembro de 1976 - Ministro da Aeronáutica, Araripe Macedo, Conhece o carro movido a álcool
Fonte: Arquivo Folha.

Além das declarações do Ministro da Aeronáutica, em 10 de novembro de 1976 o Secretário de Tecnologia Industrial, Bautista Vidal, anunciou que os primeiros automóveis movidos a álcool no Brasil seriam os veículos oficiais, taxis de frotas e ônibus (Jornal da tarde. 23 de maio de 1980). Inicia-se, desta forma, uma segunda estratégia de divulgação e testes dos carros modificados para o uso exclusivo a álcool. Em maio de 1977 utilizando-se as recomendações expostas na figura 6 alguns motores experimentais foram convertidos e “entraram em operação em empresas estatais, constituindo as frotas experimentais” (Brasil, [1979?]: 91).



	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT
TELESP	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
COPEL	84	99	100	100	100	100	100	100	100	100
DER (PA)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
TELEBRÁSILIA	12	24	39	41	52	54	54	54	54	54
CELPE	7	9	9	9	9	9	10	10	10	13
FURNAS	—	—	—	—	—	10	30	48	48	70
IAA	—	—	—	—	—	—	—	2	2	2
TELEPAR	—	—	—	—	—	—	—	45	45	45
MIN. TRANSP.	—	—	—	—	—	—	—	2	2	7
TELEPARÁ	—	—	—	—	—	—	—	—	20	20
TOTAL	507	536	552	554	565	577	598	665	685	715

Figura 12 - Distribuição das Frotas a Álcool em 1978
 Fonte: Brasil, [1979?]: 93.

Entre o mês de agosto e o mês de setembro de 1977 a Telesp colocou em serviço os primeiros 25 carros convertidos a álcool da sua frota de 400 visando economizar gasolina. (Jornal da tarde. A luta pelo álcool. 23 de maio de 1980; Brasil, [1979?]: 91). Como é possível verificar na figura 12 este número aumentou e foram criadas frotas experimentais em outras empresas. Considerando o objetivo de aperfeiçoamento do sistema de distribuição do álcool em todo o país, uma das estratégias utilizadas

pela STI foi estabelecer uma ampla distribuição geográfica destas frotas. Conforme apresentado em Brasil ([1979?]: 92), estas frotas tiveram o papel de evidenciar problemas a serem enfrentados para que o álcool como combustível exclusivo fosse utilizado em todo o território nacional. As principais necessidades visualizadas a partir dos trabalhos com as frotas foram: a emissão de normas técnicas de motores a etanol; a elaboração de um sistema de especificações e controle de qualidade do álcool; a constituição de um sistema de transporte e distribuição; a realimentação da tecnologia de uso do etanol; o equacionamento da produção do etanol.



Figura 13 - Telesp Aumenta a Frota
Fonte: Folha Tarde dia 02 08 79

Os resultados diretos da criação das frotas experimentais são resumidos em: padronização da adição de álcool em 14% na média para todo o país e o desenvolvimento da tecnologia para a conversão dos motores Dodge Polara 1800 cc, do VW 1300 cc como também do VW 1500/1600 cc, do Ford Corcel 1400 cc, do Ford V8 1800 cc e do Opala 2400 cc que funcionavam a gasolina para funcionarem exclusivamente a álcool. Estes seis motores representavam, pelo menos, 80% dos motores da frota rodante no país. Além disso, os trabalhos nas frotas experimentais permitiram que fossem estabelecidas negociações entre os órgãos governamentais, as indústrias montadoras, as indústrias capazes de realizarem as conversões e o setor de autopeças no Brasil (Brasil, [1979?]: 92).



Figura 14 - Sabesp Economizará 40 mil litros de gasolina por mês
Fonte: Arquivo Folha - Folha da Tarde dia 20 08 79

Conforme é possível observar na figura 15, até o ano de 1979 alguns resultados já haviam sido alcançados e representavam grandes avanços das pesquisas conduzidas sob orientações do PTE. Embora existissem diversas iniciativas para a substituição do petróleo enquanto fonte energética, o conjunto de estudos que culminou no uso do álcool como combustível em substituição à gasolina é o objeto de estudo desta dissertação. Nesta direção, as pesquisas que dão sustentação ao uso do álcool como combustível exclusivo são aquelas que afirmaram que “até a proporção de 20% em volume de etanol, os motores operam satisfatoriamente, sem apresentar acréscimo de consumo e sem necessidade de modificações” (Brasil, [1979?]: 90). Ou seja, tais pesquisas buscaram estabelecer as proporções máximas de adição de álcool à mistura carburante com gasolina com o propósito de reduzir o consumo de gasolina e do petróleo, conseqüentemente.

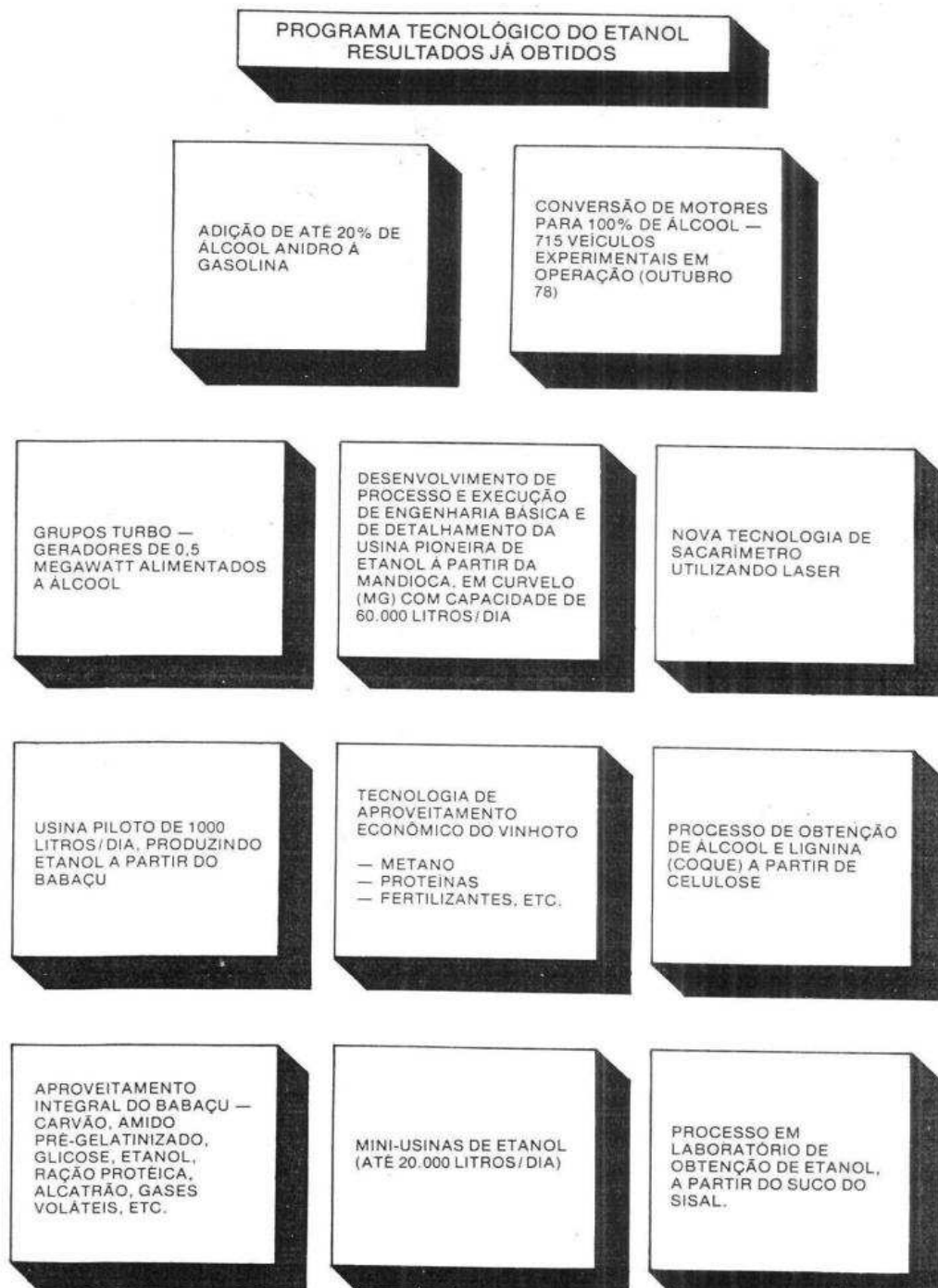


Figura 15 - Resultados do PTE até 1979
Fonte: Brasil, [1979?]: 38.

Ao mesmo tempo em que começaram a ser desenvolvidos estes estudos técnicos a equipe de engenheiros-sociólogos da STI estava destinando recursos e esforços para que fosse criada uma política nacional de incentivo ao uso do álcool. O Proálcool de 1975 (Decreto n.º 76.593) é, portanto, uma consequência da crise do petróleo, da formação de grandes estoques de açúcar e também das promessas de sucesso das pesquisas do Dr. Urbano Ernesto Stumpf. Uniram-se diversos atores-rede, de natureza

heterogênea composta por especialistas, álcool anidro, motores movidos a gasolina, ITA, testes de bancada, inscrições tecnocientíficas, a primeira crise do petróleo, o padrão de transportes e conhecimentos acumulados sobre o cultivo de cana-de-açúcar que, associados, conformaram a primeira fase do Proálcool, a fase de adição de álcool anidro à gasolina. Foram interessados e mobilizados atores capazes de dar suporte à adição de álcool anidro à gasolina para a utilização em carros antes movidos quase que exclusivamente à gasolina sem que estes necessitassem de modificações nos motores. São, portanto, interessados, mobilizados e associados diversos atores-rede que, ao se justaporem e se simplificarem, constituem um ator-rede visualizado como um contexto sociotécnico capaz de sustentar o uso do álcool misturado à gasolina até uma determinada porcentagem.

2.3. COLETIVIZANDO

Na seção 2.2 foram apresentadas as estratégias postas em operação para que, tendo em vista a crise do petróleo, a tecnologia de uso do álcool combustível se tornasse a alternativa que encerrasse as controvérsias sobre o combustível utilizado nos carros brasileiros. Para descrever como foram feitas as escolhas que promoveram a tecnologia de uso do álcool combustível foi seguida a proposta analítica da TAR e o resultado destas ações não é apenas uma nova tecnologia, mas também um novo contexto nacional. A intenção deste capítulo é ilustrar como é possível fazer uso das proposições da TAR para argumentar que o desenvolvimento de uma nova tecnologia é também a elaboração de um novo contexto social, ou simplesmente, a composição de novo coletivo de humanos e não-humanos. Neste sentido, a descrição do caso suspendeu os conhecimentos prévios sobre a natureza dos grupos, a natureza da ação, a natureza dos objetos, a natureza dos fatos científicos e a natureza da base empírica das ciências sociais. Os grupos que estavam construindo soluções para as controvérsias em torno do tipo de combustível a ser utilizado no Brasil dos anos de 1970 não eram apenas compostos por técnicos, cientistas e políticos, mas também por conhecimentos incorporados nas pessoas, por instituições, pelas propriedades físico-químicas do álcool, pela cana-de-açúcar. O grupo era heterogêneo, humano e não-humano.

A natureza da ação dos grupos não foi de ordem única e exclusivamente consciente, motivada pela alta do preço do petróleo e o sobre-estoque de açúcar. As experiências brasileiras sobre o uso do álcool combustível não tiveram um papel coadjuvante na elaboração da tecnologia do uso do álcool combustível exclusivo. Estas experiências históricas não se comportaram apenas como relatos e dados disponíveis para o uso; o papel delas foi ativo. As experiências históricas sobre o uso do álcool combustível no Brasil possuem agência no sentido de que proporcionaram, possibilitaram que

cientistas como Stumpf vislumbrassem a possibilidade de substituir a gasolina pelo álcool. A agência pode ser encontrada tanto nos conhecimentos acumulados como nos objetos. Ao reabrir, ao distribuir as controvérsias sobre o combustível automotivo no Brasil os conhecimentos, os objetos, como máquinas e motores também agiram de forma ativa. Ao possibilitarem a medição da taxa de compressão, os motores de testes do CTA fizeram os cientistas agir, levaram-nos a publicar novos dados sobre o uso do álcool combustível. Tal conhecimento agiu sobre empresários, sobre políticos, que decretaram a criação do Proálcool, e também sobre os motores, que passaram a ter a sua taxa de compressão de combustível regulada para aceitar o álcool sem aumentar o consumo de combustível ou perder a potência do motor. Os fatos científicos tiveram a sua natureza problematizada quando, durante a distribuição das controvérsias sobre o uso da gasolina ou do álcool, a gasolina deixou de transportar a informação de que era o combustível mais acessível para a população brasileira. Tanto as associações que mantinham a gasolina em uma posição privilegiada e acessível para os consumidores, e até mesmo para a balança comercial brasileira, quanto as associações que mantinham o álcool em um papel coadjuvante foram modificadas e modificaram o status destes combustíveis. A gasolina encareceu com a subida do preço do petróleo e o álcool se tornou viável com a associação da taxa de compressão à equação consumo X potência. Por fim, para redistribuir as controvérsias que promoveram a constituição de um coletivo movido a álcool etílico o mundo foi mobilizado para dentro do laboratório das ciências humanas, para dentro do texto com o suporte de dados coletados em entrevistas, recortes de jornais, fotografias, gráficos e tabelas e documentos governamentais da época.

Para compreender como o social foi composto em uma associação o global foi realocado e o local foi redistribuído. No caso do desenvolvimento do motor a álcool, até o ano de 1979 no Brasil é impossível distinguir o global do local. Um evento, como a alta do preço de petróleo, por estar conectado com diversos outros locais, governos, empresas, instituições teve dimensões globais por afetar, devido a padrões e convenções comerciais, fez diversos outros atores agirem. Várias agências locais, como as experiências históricas sobre o uso do álcool, a taxa de compressão, a caravana nacional, os esforços dos técnicos do CTA e da STI, as frotas experimentais foram experiências locais que foram transpostas, por meio de livros, dados, padrões, relatórios, apresentações públicas, objetos, motores, valores numéricos referentes à taxa de compressão, etc às dimensões globais. O tempo e o espaço não foram obstáculos para que estes elementos locais se transformassem em padrões, sistemas e convenções globais. Todos estes pequenos locais foram simplificados e justapostos e compuseram a tecnologia do uso do álcool como combustível exclusivo. As controvérsias foram estabilizadas tanto por objetos como por convenções, decretos. Estes foram os atores que atribuíram dimensão às ações;

eles não foram compostos unicamente de elementos de ordem social, foram principalmente compostos por objetos, por elementos dotados de objetividade.

O principal destes objetos foi o álcool combustível, que estabilizou a controvérsia sobre a fonte energética para automotivos a ser utilizada no Brasil e também possibilitou a constituição de um novo coletivo de humanos e de não-humanos, de técnicos, de cientistas, de motores e de álcool. Aquilo que sempre foi identificado como social passou a ser visivelmente caracterizado enquanto um coletivo composto por novas técnicas, novos motores, novos carros, novos órgãos governamentais, novos padrões de consumo, novos arranjos institucionais, novas leis de incentivo ao uso do álcool combustível, enfim, um coletivo de associações entre elementos ao mesmo tempo sociais e técnicos. Nesta direção, o relato do processo de desenvolvimento da tecnologia do uso do álcool em substituição à gasolina precisa levar em consideração este conjunto de elementos heterogêneos associados. Como o caso bem demonstra, não é possível uma narrativa apenas social ou apenas técnica no sentido clássico que as conhecemos. Uma nova maneira de olhar para os dados foi preciso para oferecer uma maior quantidade de detalhes sobre como o álcool se tornou o combustível base dos automóveis no Brasil. Pelo menos por um tempo...

CONCLUSÕES

Esta dissertação buscou mostrar que é possível compreender o desenvolvimento de uma tecnologia como a do uso do álcool combustível por meio do referencial teórico da sociologia da tecnologia de uma forma geral, e do conceitual teórico da Teoria Ator-Rede, em específico. Estudar o desenvolvimento desta tecnologia, sob o olhar da TAR, é estudar como a falta de petróleo a preço acessível aos consumidores brasileiros proporcionou as condições necessárias para que fossem distribuídas controvérsias sobre o uso da gasolina como combustível e promoveu a associação de um novo coletivo, habitado por novas entidades de natureza social e técnica.

O primeiro capítulo fez uma revisão sobre as formas pelas quais as ciências humanas, no geral, e a Sociologia, em específico, tratam o problema da produção do conhecimento, e o desenvolvimento tecnológico. Foram apresentadas as principais escolas de pensamento, seus objetos de pesquisa, suas metodologias e a forma que estas foram aplicadas a casos específicos. Mas, mais do que apresentar estas escolas teóricas, argumentou-se, nas considerações finais do capítulo, em favor da opção pela Teoria Ator-Rede porque esta abordagem possibilita o estudo do desenvolvimento de novas tecnologias sem fazer distinção sobre a natureza dos atores envolvidos. Da mesma forma que os cientistas, os técnicos e os políticos não fizeram distinção entre as teorias científicas e os componentes sociais que precisaram ser associadas para que fosse construída a tecnologia de uso do álcool como combustível exclusivo.

O segundo capítulo utilizou a proposta de Latour (2005) para descrever o processo de construção da tecnologia de uso do álcool combustível, mas também de um contexto favorável a esse uso. Conforme é possível observar na terceira seção do segundo capítulo, não foi feita distinção analítica entre os elementos sociais e técnicos durante a distribuição das controvérsias sobre o uso da gasolina ou do álcool, nem enquanto foi estudado como os atores construíram redes de associações para solucionar estas controvérsias. Esta estratégia, de explicação simétrica entre a sociedade e o natural foi evidenciada na seção que descreve como a TAR possibilita uma compreensão detalhada sobre a constituição deste coletivo. Foi um coletivo de humanos e não-humanos cuja manutenção depende do álcool combustível. Ao construir uma tecnologia, foi construída uma nova sociedade, organizada em torno da nova tecnologia e do novo combustível.

O álcool combustível como substituto da gasolina foi o resultado de um conjunto, uma rede de traduções, simplificações, justaposições que foram ordenadas de tal forma que muitas de nossas

atitudes, ações e pensamentos estão sendo intermediadas por este híbrido. Como foi possível compreender a sua história? O álcool é apenas uma construção social independente do seu conteúdo técnico? É apenas uma construção técnica independente do contexto social no qual foi concebido? O estudo de caso apresentado nesta dissertação argumenta que é uma construção sociotécnica na qual são associados componentes técnicos, científicos e sociais!

O conteúdo técnico e o contexto social após a consolidação do álcool combustível não são os mesmos de antes do surgimento desta tecnologia. Foram modificados comportamentos, criadas instituições, ampliadas as redes de distribuição de álcool, modificadas taxas de compressão de motores, foi decretada a criação de um programa nacional, mas também foram realizadas pesquisas de bancada, foram geradas inscrições técnicas, produziu-se a curiosidade sobre os carros movidos a álcool com a primeira caravana do circuito de integração nacional e com a criação das frotas experimentais, que também produziram dados, inscrições para alimentar as pesquisas. Estas pesquisas geraram resultados que vieram a estabilizar as controvérsias. Estes resultados foram traduzidos em padrões, porcentagens, gráficos que se propagaram pelo Brasil tornando a proporção de álcool adicionado à gasolina padronizada, assim como a taxa de compressão foi padronizada nos motores álcool. Com as frotas e com a caravana, o álcool chegou a praticamente todos os cantos do Brasil. Não é forçar os dados à teoria, foi possível perceber que para os atores envolvidos não havia distinção entre componentes técnicos e sociais, que os próprios atores fizeram os objetos locais serem encontrados nas esferas globais. O mundo – o Brasil – foi povoado com um novo combustível, um novo motor e um novo tipo de consumidor, ávido, curioso, disposto a completar o tanque do seu carro com o álcool combustível.

Embora este trabalho mostre que a associação de diversos elementos foi exitosa na promoção do álcool combustível até 1979, a pesquisa documental realizada para esta dissertação, e a experiência, indicam que a história do carro a álcool não termina em 1979. As associações estavam estáveis, após 1979, montadoras foram contatadas, rejeitaram produzir o carro equipado com motor a álcool de fábrica, as retíficas de motores fizeram as conversões em motores a gasolina, depois de um período de tempo as montadoras aceitaram produzir o carro a álcool e, de repente, faltou álcool para abastecer os carros. Mais recentemente é produzido o carro bi-combustível, que funciona paralelamente a álcool ou a gasolina. Portanto, para compreender o caso do carro a álcool é preciso aprofundar, ir mais adiante na pesquisa histórica e buscar uma compreensão mais detalhada. As associações não se estabilizam para sempre, são fluxos contínuos de trocas, de negociações sociais e técnicas. Enquanto houver ação,

associação é possível aprofundar o estudo. O caso do carro a álcool, neste sentido, é bem rico em detalhes e merece estudos mais aprofundados.

BIBLIOGRAFIA:

- ANFAVEA. **Anuário estatístico 1957/1993**. São Paulo: ANFAVEA, 1994.
- BIJKER, Wiebe E. **Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs: Toward a Theory of Sociotechnical Change**. MIT Press, Cambridge, Massachusetts; Londres, 1995.
- BLOOR, David. **Knowledge and Social Imagery**. Chicago and London: The University of Chicago Press, 1991. Second Edition.
- BRASIL. **Decreto n.º 19.717**, 20 fev. 1931, que vincula a importação da gasolina à compra de etanol para mistura
- BRASIL. **Decreto n.º 22.789**, 01 jun. 1933, que cria o Instituto do Açúcar e do Álcool e dá outras providências.
- BRASIL. **Decreto n.º 76.593**, 14 nov. 1975, que institui o Proálcool.
- BRASIL. **Decreto n.º 76.593**, 14 nov. 1975, que institui o Proálcool. Diário Oficial, Ano CXII, nº 219, 14 de nov de 1975.
- BRASIL. **Decreto-Lei n.º 737**, 23 set. 1938, que torna obrigatória a adição de Álcool anidro à gasolina produzida no país, qualquer que seja o método ou processo de sua fabricação, e dá outras providências.
- BRASIL. **O Etanol como combustível**. Brasília: Ministério da Indústria e do Comércio/Secretaria de Tecnologia Industrial, set 1975.
- BRASIL. **Programa Tecnológico Industrial de Alternativas Energéticas de Origem Vegetal**. Brasília: Secretaria de Tecnologia Industrial – Ministério de Indústria e Comércio, [1979?]
- BRASIL. **Relatório de atividades MIC/STI: Julho de 1972 a Março de 1974**. Brasília: Ministério da Indústria e do Comércio – Secretaria de Tecnologia Industrial, 15 de Março de 1974.
- BRASIL. **Semana de tecnologia industrial – Etanol: Combustível e Matéria-Prima**. STI/MIC: Rio de Janeiro, dez 1976.
- CALLON, Michel. **Society in the making: the study of technology as a tool for sociological analysis**. In: BIJKER, Wiebe; HUGES, Thomas P.; PINCH, Trevor. **The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology**. Baskerville: MIT Press, 1987.
- CALLON, Michel; LAW, John. **After the Individual in Society: Lessons in Collectivity from Science, Technology and Society**. Canadian Journal of Sociology 22(2), 1997.
- COLLINS, Harry (ed). **Case Studies of Expertise and Experience**. Special Issue of Studies in History and Philosophy of Science, Vol. 38, No. 4, 2007.

- COLLINS, Harry. **The sociology of scientific knowledge**. In: KNORR-CETINA, K; MULKAY, M (eds.). **Science Observed. Perspectives on the Social Study of Technology**. Sage Publications: London/Beverly Hills/New Delhi, 1983.
- COLLINS, Harry; EVANS, Robert. **Rethinking Expertise**. Chicago: The University of Chicago Press, 2007
- COLLINS, Harry; EVANS, Robert. **The Third Wave of Science Studies: Studies of Expertise and Experience**. *Social Studies of Science*, London, Sage, v. 3, n. 2, p. 235–296, 2002.
- COLLINS, Harry; PINCH, Trevor. **O Golem: O que você deveria saber sobre ciência**. Trad: Laura C. B. de Oliveira. São Paulo: Editora Unesp, 2003.
- CONSELHO PARA ASSUNTOS DE ENERGIA/CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS – COASE/CNI. **AVALIAÇÃO DO PROÁLCOOL II**. [sem local]: COASE/CNI, 1986.
- FERREIRA, Benedito de Jesus Pinheiro. **Pequenas Histórias em Busca de Traduções/Traições do Programa Nacional do Álcool**. Tese de Doutorado da COPPE da UFRJ. Rio de Janeiro: 2003.
- FIGUEIREDO, Sergio Ferreira de. **O carro a álcool: uma experiência de Política Pública para a inovação no Brasil**. (UnB-CDS, Mestrando, Política de Ciência e Tecnologia, 2005). Dissertação para o Curso de Mestrado Profissionalizante em Políticas de Ciência e Tecnologia – Universidade de Brasília. Centro de Desenvolvimento Sustentável.
- FOLHA DA TARDE. **Após 30 anos, é aprovado o carro movido a álcool**. 26 de dezembro de 1978
- FOLHA DE SÃO PAULO – FSP. **Aeronáutica apóia álcool**. 09 nov 1976
- FOLHA DE SÃO PAULO – FSP. **Álcool já era utilizado como combustível em 1920**. 5 de junho de 1988.
- JORNAL DA TARDE. **A luta pelo álcool**. 23 de maio de 1980.
- JORNAL DA TARDE. **Termina hoje a longa viagem da caravana do álcool**. 12 de novembro de 1976.
- HESS, David. **Science Studies: an Advanced Introduction**. NYU Press: New York , 1997.
- MENDONÇA, Antônio Aureliano Chaves. **Brazilian Energy Policy**. Ministry of Mines and Energy, September, 1988.
- JASSANOFF, S. **Breaking the waves in Science Studies: comment on H. M. Collins and Robert Evans, ‘The third wave of Science Studies’**. *Social Studies of Science*, London, Sage, v. 33, n. 3, p. 389–400, 2003.
- JASANOFF, S. **Contested Boundaries in Policy-Relevant Science**. *Social Studies of Science*, London, Sage, v. 17, n. 2. (May, 1987), pp. 195-230, 1987.

- JASANOFF, S. **What is the problem with experts?** *Social Studies of Science*, London, Sage, v. 31, n. 1, pp.123–49, 2001.
- KNORR-CETINA, K; MULKAY, M. Introduction: **Emerging Principles in Social Studies of Science**. In: KNORR-CETINA, K; MULKAY, M (eds.). **Science Observed. Perspectives on the Social Study of Technology**. Sage Publications: London/Beverly Hills/New Delhi, 1983.
- KNORR-CETINA, K. **The Ethnographic Study of Scientific Work: Towards a Constructivist Interpretation of Science**. In: KNORR-CETINA, K; MULKAY, M (eds.). **Science Observed. Perspectives on the Social Study of Technology**. Sage Publications: London/Beverly Hills/New Delhi, 1983.
- KREIMER, Pablo. **Estudio Preliminar. El conocimiento se fabrica. ¿Cuándo? ¿ Dónde? Cómo?** In: KNORR-CETINA, Karin. **La Fabricación del Conocimiento: Un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia**. Buenos Aires: Editora de la UNQ, Colección: Ciencia, Tecnología y Sociedad, 2005.
- KUHN, Thomas. **As estruturas das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2001.
- LATOUR, Bruno. **Aramis or the Love of technology**. Translated by Catherine Porter. Harvard University Press: Cambridge, Massachusetts & London, 1996.
- LATOUR, Bruno. **Ciência em ação: Como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. Trad. Ivone C. Benedetti. São Paulo: Editora UNESP, 2000.
- LATOUR, Bruno (as Jim Johnson). **Mixing Humans and non-humans together: The sociology of a door-closer**. *Social Problems*, Vol. 35, No. 3, Special Issue: The Sociology of Science and Technology. (Jun., 1988), pp. 298-310.
- LATOUR, Bruno. **One more turn after the social turn**. In: BIAGIOLLI, Mario (eds). **The Science Studies Reader**. New York: Routledge, 1999, p.276-89
- LATOUR, Bruno. **Reassembling the social: an introduction to Actor-Network-Theory**. Oxford: Oxford University Press, 2005.
- LATOUR, Bruno. **The Pasteurization of France**. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1988.
- LATOUR, Bruno; WOOLGAR, Steve. **A vida de laboratório: a produção de fatos científicos**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.
- LAW, John; CALLON, Michel. **Engineering and sociology in a military aircraft project: a network analysis of technical change**. *Social Problems*, Vol. 35, No. 3, p.284-97, 1988.
- LAW, John, CALLON, Michel. **The life and death of an aircraft: a network analysis of technical change**. In: Wiebe E. Bijker, e John Law (orgs.), **Shaping Technology / Building Society: Studies in Sociotechnical Change**. Cambridge, MIT Press, p. 21-52, 1992.
- LAW, John; HASSARD, John. (org.) **Actor Network Theory and after**. Oxford, Malden: Blackwell Publishing, 1999.

- LAW, John; URRY, John. **Enacting the social.** *Economy and Society*, 33 (3). pp. 290-310, 2004.
- LAW, John. **Aircraft Stories: Decentering the object in Technoscience.** Duke University Press, Durham and London, 2002.
- LAW, John. **Technology, closure and heterogeneous engineering: the case of the Portuguese expansion.** In: BIJKER, W.E., HUGHES, T.P. and PINCH, T.J. (eds), **The Social Construction of Technological Systems, New Directions in the Sociology and History of Technology.** Cambridge, Mass: MIT Press, 1987.
- LYNCH, Michael. **Scientific Practice and ordinary action: Ethnomethodology and social studies of science.** Cambridge: Cambridge University Press, 1993.
- MACKENZIE, Donald; BARNES, Barry. **Scientific Judgment: The Biometry-Mendelism Controversy.** In: BARNES, Barry & SHAPIN, Steven (Eds). **Natural Order: Historical Studies of Scientific Culture.** London and California: Sage Publications, 1979, pp. 191-210.
- MATTEDI, Marcos Antônio. **Sociologia e Conhecimento: introdução à abordagem sociológica do problema do conhecimento.** Chapecó: Argos, 2006.
- MATTEDI, Marcos Antônio. **A Sociologia da Pesquisa Científica: O laboratório científico como unidade de análise sociológica.** In: Teoria & Pesquisa. São Carlos, Vol XVI, nº 02, Jul/Dez, 2007.
- MERTON, R. K. **Os Imperativos Institucionais da Ciência.** In: J. D. Deus (org). **A Crítica da Ciência.** Rio de Janeiro: Zahar editores, 1979, pp. 37-52.
- MULKAY, Michael. **Science and the Sociology of Knowledge.** George Allen & Unwin LTD: London, 1979.
- OLIVEIRA, Gen. Araken de. In: BRASIL. **Semana de tecnologia industrial – Etanol: Combustível e Matéria-Prima.** STI/MIC: Rio de Janeiro, dez 1976.
- PINCH, Trevor; BIJKER, Wiebe E. **The social construction of facts and artifacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other.** In: BIJKER, Wiebe; HUGES, Thomas P.; PINCH, Trevor. **The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology.** Baskerville: MIT Press, p. 16-50, 1987.
- RIP, A. **Constructing expertise: in a third wave of Science Studies?** *Social Studies of Science*, London, Sage, v. 33, n. 3, p. 419–434, 2003.
- RIPOLI, T. Caetano (Coord.). **Motor a álcool – Uma Saga Brasileira em 4 Tempos.** In: **Álcool & Açúcar.** São Paulo: Editora Som Verde, edição especial, nov/dez, 1983.
- SANTOS, Maria Helena de Castro. **Política e Políticas de Uma Energia Alternativa: O caso Proálcool.** Rio de Janeiro: Notrya, 1993. [Vencedor de concurso de Tese da ANPOCS 85/86]
- SILVERIO, José Antônio. Brasília, Agosto de 2008(b). **Entrevista concedida a Rafael Bennertz.**

- SILVÉRIO, José Antônio. **Questões sobre o desenvolvimento do motor a álcool.** [mensagem pessoal] Mensagem recebida por rafael.bennertz@gmail.com em 18/06/2008(a).
- SHAPIN, Steven. **Homo Phrenologicous: Anthropological Perspectives on an Historical problem.** In: BARNES, Barry & SHAPIN, Steven (Eds). **Natural Order: Historical Studies of Scientific Culture.** London and California: Sage Publications, 1979, pp. 41-72.
- SHAPIN, Steven. **The house of Experiment in Seventeenth-Century England.** In: BIAGIOLI, Mario (ed.). **The Science Studies Reader.** New York and London: Routledge, 1999, pp. 479-504.
- STUMPF, Urbano Ernesto. In: BRASIL. **Semana de tecnologia industrial – Etanol: Combustível e Matéria-Prima.** STI/MIC: Rio de Janeiro, dez 1976.
- VEJA. **No ar, o programa de racionalização.** 19 de Janeiro de 1977. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/idade/exclusivo/petroleo/190177.html> Acesso dia 21 Julho de 2009, 14:35.
- VIDAL, Bautista. **Entrevista concedida a Rafael Bennertz.** Agosto de 2008.
- VESSURI, Hebe. **Perspectivas Recientes en el studio social de la ciência.** Interciência, vol. 16, nº 2, p. 60-68, 1991.
- WOOLGAR, Steve. **Laboratory Studies: A comment on the state of the art.** Social Studies of Science, London, Sage, v. 12, n. 4, p. 481– 498 , Nov., 1982.
- WOOLGAR, Steve. **The Turn to Technology in Social Studies of Science.** Science, Technology and Human Values, London, Sage, Vol. 16, n. 1, p. 20-50, Winter, 1991.
- WYNNE, B. **Public uptake of science: a case for institutional reflexivity.** Public Understanding of Science, London, Sage, v. 2, n. 4, 321-37, 1993.
- WYNNE, B. **Seasick on the third wave? Subverting the hegemony of propositionalism: response to Collins & Evans (2002).** Social Studies of Science, London, Sage, v. 33, n. 3, p. 401–417, 2003.