

# Ciência & Ambiente



A Cultura do Automóvel

37

## O AUTOMÓVEL E A CIDADE

---

*Erminia Maricato*

*“... o carro tornou a cidade grande inabitável. Tornou-a fedorenta, barulhenta, asfixiante, empoeirada, congestionada, tão congestionada que ninguém mais quer sair de tardinha.”*

André Gorz<sup>1</sup>

Como se instalou entre nós a cultura do “rodoviarismo”? Como chegamos à tragédia verificada nos acidentes de trânsito, sempre atribuídos a questões de natureza individual? Qual o peso e o custo do automóvel, da indústria de infra-estrutura e da opção energética para o ambiente e a saúde dos moradores urbanos? O que pode ser constituído com vistas a minimizar o impacto da “indústria do automóvel” no meio ambiente e para melhorar as condições de mobilidade da maioria da população urbana? O que pode ser feito na tecnologia do automóvel ou em relação aos combustíveis para diminuir a emissão de gases poluentes? Quais as perspectivas de uma nova política energética? E em relação à cidade, quais modos de transporte ou política de mobilidade e uso do solo podem ser introduzidos? Essas e outras questões são abordadas pelos colaboradores da presente edição de *Ciência & Ambiente*. Algumas medidas propostas são viáveis e não requerem transformações profundas. Outras exigiriam mudanças significativas para a sua implementação. Todas elas, no entanto, são decisivas para o movimento de negação dessa tragédia anunciada e contribuem para alimentar a consciência social sobre tema tão fundamental.

Ilustração de abertura:  
Google Earth

<sup>1</sup> GORZ, André. A ideologia social do automóvel. In: LUDD, Ned. (org.) *Apocalipse motorizado*. São Paulo: Conrad Livros, 2004. p. 79.

<sup>2</sup> Chamei atenção anteriormente para o fato de que o automóvel não é uma escolha. É uma necessidade mesmo nas cidades do mundo não desenvolvido, tal a forma de organização da mobilidade nessas cidades. Para dar um exemplo, as pesquisas sobre origem e destino do metrô de São Paulo mostram que a mobilidade diminuiu para todos, ricos e pobres, porém as viagens feitas por automóveis levam menos tempo do que as viagens feitas por transporte coletivo, que podem levar muitas horas a cada dia. (MARICATO, Erminia. *Brasil, cidades: alternativas para a crise urbana*. Petrópolis: Vozes, 2001)

<sup>3</sup> Estamos fazendo referências às cidades dos países capitalistas centrais, em especial aquelas dos Estados Unidos. A situação de cidades dos países menos desenvolvidos, que seguem o modelo hegemônico, será tratada mais à frente. É preciso lembrar também que, nos países centrais, a extensa rede de transporte coletivo permite uma convivência com a motorização individual, regulada por iniciativas públicas, como a que instituiu o pedágio no centro de Londres. Essa convivência é necessariamente precária. Apenas os ricos continuam podendo circular de automóveis na área central, confirmando o fato de que essa modalidade é intrinsecamente desigual.

<sup>4</sup> Ver a respeito o interessante vídeo documentário elaborado por Michael Moore, *Roger and me* (Warner Brothers, 1980), sobre a decadência de Flint (Michigan), sua cidade natal, após a transferência da unidade de produção da General Motors condenando a cidade e os trabalhadores à falência.

O automóvel conformou as cidades e definiu, ou pelo menos foi o mais forte elemento a influenciar, o modo de vida urbano na era da industrialização. Daquilo que era inicialmente uma opção – para os mais ricos evidentemente – o automóvel passou a ser uma necessidade de todos<sup>2</sup>. E como necessidade que envolve todos os habitantes da cidade, ele não matou apenas a cidade, mas a si próprio. Sair da cidade, fugir do tráfego, da poluição e do barulho passou a ser um desejo constante. Em outras palavras, o mais desejável modo de transporte, aquele que admite a liberdade individual de ir a qualquer lugar em qualquer momento, desde que haja infra-estrutura rodoviária para essa viagem, funciona apenas quando essa liberdade é restrita a alguns. Quando tal possibilidade passa a ser “democratizada”, a partir das ações pioneiras de Henry Ford, que incorporou seus operários no mercado desse bem, ela mostra-se inviável pelos congestionamentos, além de insustentável. A aparente liberdade, mobilidade para todos com independência de trilhos e horários – uma verdadeira utopia, prometida aos trabalhadores como parte do acordo entre capital e trabalho, firmado pelo Welfare State –, quando extensiva a toda a sociedade, transformou-se numa prisão.<sup>3</sup> A dependência em relação ao automóvel acabou se tornando maior do que a dependência dos trens e, evidentemente, maior do que as viagens feitas a pé ou com tração animal, embora envolva viagens mais longas e, apesar do tráfego, mais rápidas. Não há como comprar pão a pé nos subúrbios americanos desenhados em total dependência ao automóvel. Sem o automóvel não há como abastecer uma casa na cidade marcada pela urbanização dispersa: vastas áreas com baixa densidade de ocupação onde predomina, no uso do solo, frequentemente de forma absoluta e exclusiva, a moradia e a infra-estrutura rodoviária.

A cidade do fim do século XX se confunde com a região. Se o taylorismo e o fordismo (formas de organização da produção industrial no início e no fim do primeiro quarto do século XX, respectivamente) induziram a uma ocupação urbana mais concentrada, a disseminação do automóvel e o pós-fordismo determinaram uma ocupação dispersa e fragmentada. A robotização, a terceirização, a incorporação do *just in time* obedecendo a uma nova estratégia logística, a mobilidade do capital que transfere unidades de produção para regiões ou países onde a mão-de-obra é mais barata e a legislação ambiental menos rigorosa, condenando ao abandono cidades marcadas pela produção fordista (como o caso clássico de Detroit)<sup>4</sup>, todas essas características da chamada globalização levam a uma mudança na ocupação do território.

- <sup>5</sup> JACOBS, Jane. *Morte e vida de grandes cidades*. São Paulo: Martins Fontes, 2000. A publicação original em inglês é de 1961. Jane Jacobs concentra sua crítica ao urbanismo modernista segregador, criado na primeira metade do século XX, mas suas idéias em defesa do uso misto do solo e da rua, incluindo a escala do pedestre gerando uma urbanização mais viva, mais humana e mais concentrada, aliada à crítica posterior da insustentabilidade ambiental decorrente da cidade dispersa, têm inspirado várias correntes internacionais de urbanistas – *Smarth growth, New urbanism* – que, em vão, tentam contrariar a orientação dada pela tirania do automóvel na produção do espaço construído. Esta edição da revista *Ciência & Ambiente* apresenta a versão de uma dessas correntes denominada “Não-transporte”.
- <sup>6</sup> HARVEY, David. *O novo imperialismo*. São Paulo: Loyola, 2004.
- <sup>7</sup> ILICH, Ivan. Energia e equidade. In: LUDD, Ned. *O apocalipse motorizado*. Op. cit.
- <sup>8</sup> No momento em que escrevo essas linhas, 17 de janeiro de 2009, acontecem os enterros de uma ciclista, militante da mobilidade por bicicletas, atropelada na principal avenida da cidade de São Paulo – a Avenida Paulista –, e também de um ciclista, esportista dessa modalidade, na cidade do Rio de Janeiro.
- <sup>9</sup> Em novembro de 2008, o presidente Bush tomou uma iniciativa absolutamente impensável nos anos anteriores dominados pela ideologia neoliberal. Enviou ao Congresso americano uma proposta de sociedade do Estado americano com as principais montadoras de automóveis do país, por meio da compra de 20% de suas ações, para fazer frente à crise financeira iniciada em setembro. O Congresso não aprovou o projeto. Pelo mesmo motivo e no mesmo período,

O capital imobiliário acompanha esse movimento com a oferta dos condomínios fechados e *shopping centers* no entroncamento de avenidas e rodovias. A segregação e a fragmentação aumentam enquanto é decretada a morte da rua e do pedestre, do pequeno comércio, apesar do alerta feito por Jane Jacobs, ainda na década de 1960.<sup>5</sup> O movimento de saída da cidade é paralelo ao movimento de degradação das áreas centrais urbanas (fenômeno típico da promoção imobiliária capitalista dirigida pela valorização do preço das localizações) apropriada pelos pobres até ser objeto de um projeto fashion de “renovação urbana” que a incorpora novamente ao mercado. David Harvey lembra o movimento de destruição e reconstrução de ambientes construídos como parte do processo de acumulação de capital.<sup>6</sup> A extensão da ocupação do solo urbano por novos condomínios e *shoppings centers*, bem como a expansão por “recuperação de áreas degradadas” (com a conhecida gentrificação), constituem uma determinação ilimitada do mercado imobiliário.

Mais recentemente, nas últimas décadas do século XX, os urbanistas incorporaram, além das críticas ao anti-modernismo segregador, as críticas dos ambientalistas que haviam sido ignoradas nas formulações do urbanismo modernista. A impermeabilização do solo causada pela urbanização dispersa que avança horizontalmente sobre todo tipo de território ou de uso, a área ocupada e impermeabilizada pelo automóvel nesse modelo de urbanização (estacionamentos, avenidas, amplas rodovias, viadutos, pontes, garagens, túneis) fragmentando e dividindo bairros inteiros, a custosa e predatória poluição do ar, somam-se ao incrível número de acidentes com mortes ou invalidez, às horas paradas em monumentais engarrafamentos causadores de stress; enfim, o “apocalipse motorizado” é por demais visível e predatório para ser ignorado. Suas conseqüências envolvem desde aspectos subjetivos, como a “solidão da abundância”<sup>7</sup> (uma referência ao modelo de consumo que tem no automóvel um item central), até o principal causador de impacto sobre o aquecimento global.

Se essa condição assumida pelas sociedades no mundo todo é tão impressionantemente clara, desumana e ambientalmente predatória por que ela se aprofunda e se reafirma a cada momento? Por que movimentos sociais de ciclistas, pedestres, urbanistas, ambientalistas não ganham repercussão?<sup>8</sup> Por que a indústria automobilista continua a ocupar a centralidade da preocupação de governos com prioridade na concessão de subsídios?<sup>9</sup>

o presidente Lula tomou a decisão de subsidiar a indústria automobilística eliminando o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) de seus produtos.

A indústria do automóvel não envolve apenas a produção de carros (incluindo aí a exploração de minérios, a metalurgia, a indústria de auto-peças e os serviços mecânicos de manutenção dos veículos) e as obras de infra-estrutura destinadas à sua circulação. Somente nos processos citados já teríamos o envolvimento de forte movimento econômico e, portanto, de significativo poder político. Mas a rede de negócios e interesses em torno do automóvel vai bem mais longe, envolvendo inclusive o coração da política energética, estratégica para qualquer projeto de poder nacionalista ou imperialista. Exploração, refinamento e comercialização do petróleo, com as extensas e significativas redes de distribuição constituem, na verdade, a parte mais importante na disputa pelo poder no mundo. As últimas guerras promovidas pela nação mais poderosa do globo confirmam tal assertiva. O argumento falacioso que justificou a invasão do Iraque pelos Estados Unidos não resistiu até o final do governo Bush. O presidente foi obrigado a reconhecer que, diferentemente do havia anunciado ao mundo, não havia armas químicas estocadas no Iraque. As razões da guerra foram outras. Como afirma Harvey: “O acesso ao petróleo do Oriente Médio é, portanto, uma questão de segurança crucial para os Estados Unidos, bem como para economia global como um todo.” Ou ainda: “Há igualmente um aspecto militar envolvido nessa discussão: os militares são movidos a petróleo.”<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Ver a respeito dessas razões o livro de David Harvey, *O novo imperialismo*. *Op. cit.* Ver também ARANTES, Paulo. *Extinção*. São Paulo: Boitempo, 2007. (p. 29-30)

O capitalismo tem necessidade de expansão ilimitada. É de Karl Marx a demonstração da tese de que não é o consumo que determina a produção mas o inverso, a produção é que determina o consumo no modo de produção capitalista. É preciso consumir para alimentar a produção ou, mais exatamente, a acumulação. É preciso, portanto, criar a necessidade do consumo. Produção pela produção e consumo pelo consumo. Uma vasta máquina de propaganda acompanha a indústria do automóvel. A construção de toda uma cultura e de um universo simbólico relacionados à ideologia do automóvel ocupa cada poro da existência urbana. Como já admitimos, o rumo tomado pelo crescimento das cidades impôs a necessidade do automóvel, mas como qualquer outro produto de consumo industrial, e mais do que qualquer outro, ele não escapa ao fetichismo da mercadoria. Ao comprar um automóvel, o consumidor não adquire apenas um meio para se locomover, mas também masculinidade, potência, aventura, poder, segurança, velocidade, charme, entre outros atributos.

## **As cidades e o automóvel na periferia do capitalismo**

Após reconhecer que o automóvel ocupa um lugar central nas relações de poder entre as nações e após reconhecer ainda sua determinação no crescimento e formato das cidades, é necessário verificar como se dá essa relação na periferia do capitalismo, já que esta guarda especificidades que a diferenciam dos países centrais.

Todos sabemos que as relações entre as nações do mundo são assimétricas. Desde a expansão mercantilista até os tempos atuais, dominados pela globalização, as relações internacionais de dependência se aprofundam. Essa dependência é biunívoca, porém não equilibrada, pois alguns países têm uma posição subordinada e, outros, de supremacia no quadro de poder internacional. Os poderes hegemônicos impõem, frequentemente pela força, mas também pela persuasão, modo de vida, valores, cultura, que acompanham as exigências da expansão dos mercados. Entretanto, é importante lembrar que, se a forma de inserção nas relações internacionais é determinante para uma dada sociedade, há que se levar em conta suas especificidades históricas.

No Brasil, de modo bastante semelhante ao de outros países da América Latina, as cidades e as formas de mobilidade guardam diferenças marcantes em relação aos casos dos países centrais, em que pese a mimetização do modo de vida. Essa dominação não se restringe apenas à importação de modelos – como é o caso da cidade ou da vida orientada pela matriz automobilística ou ao parque industrial que tem no automóvel seu carro-chefe –, mas também se estende à produção das idéias, ao desenvolvimento da ciência, da tecnologia e da cultura. Necessidades básicas como o esgoto ou a habitação segura estão ausentes num quadro em que estão presentes eletrodomésticos, aparelhos eletrônicos e até automóveis. De fato, pesquisa desenvolvida durante muitos anos na Faculdade de Arquitetura da Universidade de São Paulo mostrou a presença de bens industriais modernos (incluindo o automóvel usado) convivendo com a falta de saneamento básico ou mesmo de um banheiro com as mínimas condições técnicas de funcionamento nas favelas da metrópole paulistana.<sup>11</sup> Esse é o quadro de uma industrialização calcada principalmente nas demandas da expansão capitalista internacional e não nas necessidades básicas do mercado interno. As conseqüências da dependência subordinada desde os tempos coloniais foram muito bem exploradas por diversos estudiosos da sociedade brasileira – Caio

<sup>11</sup> Durante vários anos das décadas de 1970 e 1980, essa pesquisa foi desenvolvida pelos professores Telmo Pamplona, Yvonne M. Mautner e Erminia Maricato, juntamente com alunos da disciplina de Desenho Industrial.

Prado, Celso Furtado, Florestan Fernandes, Roberto Schwarz, Francisco de Oliveira, entre muitos. Podemos dispensar seu desenvolvimento aqui para nos determos na especificidade da mobilidade urbana, em especial da metropolitana, na era da globalização.

Grande parte da cidade brasileira é construída informalmente à margem da legislação urbanística e até da legislação de propriedade. O mercado residencial formal abrange menos da metade da população em nossas metrópoles. O Estado não controla a totalidade do uso e da ocupação do solo e nem oferece alternativas habitacionais legais. Uma parcela da cidade, aquela que se dirige à maior parte da população e evidentemente às parcelas de rendas mais baixas, é resultado da compra e venda de loteamentos ilegais ou simplesmente da invasão de terras. As favelas constituem a forma de moradia de grande parte da população metropolitana. Não se trata de exceção, mas de regra. Ao contrário do senso comum, a maior parte das favelas não está nas áreas valorizadas pelo mercado, mas na periferia urbana.<sup>12</sup> Até mesmo no Rio de Janeiro as favelas se localizam em sua maciça maioria na zona norte e não na zona sul, como muitos pensam. Essas áreas periféricas, onde são localizados também os conjuntos habitacionais de promoção pública, constituem praticamente uma outra cidade: ilegal, informal, invisível, ou seja, um verdadeiro depósito de gente desprovido de todos os equipamentos e serviços que caracterizam a “cidade”. O transporte é precário, obrigando a população a longas jornadas a pé ou ao “exílio na periferia”, ou seja, grande parte da população, especialmente jovens do sexo masculino raramente deixam o bairro que oferece poucas condições para a prática de lazer, esportes ou cultura.<sup>13</sup>

Na cidade do capitalismo periférico, a saúde, a previdência, a moradia digna e legal, a mobilidade urbana, são apenas para alguns, mas o modo de vida hegemônico subverte qualquer previsão. Por meio de mercado agressivo e de estratégias de publicidade, esses produtos penetram no interior das favelas, disseminando até produtos da revolução digital. Algumas transnacionais (especialmente na área de celulares) desenvolveram uma estratégia especial para entrar no mercado das favelas.<sup>14</sup>

Com a globalização, a partir dos anos 1980, o quadro de pobreza e desigualdade se aprofunda na cidade brasileira. A queda do crescimento econômico tem, como consequência, a queda nos investimentos públicos e privados e o aumento do desemprego. Essa tragédia é acompanhada de ou-

<sup>12</sup> Observa-se em todo o país uma predominância de favelas em áreas ambientalmente frágeis. O mercado imobiliário rejeita localizações de baixa qualidade ou localizações protegidas por legislação ambiental. Pois são exatamente as áreas rejeitadas pelo mercado que “sobram” para o assentamento da população excluída do direito à cidade, já que não lhe resta alternativas. É quase uma regra nas regiões metropolitanas a ocupação de mangues, dunas, beira dos córregos, beira dos rios, várzeas, encostas ou matas.

<sup>13</sup> A expressão “exílio na periferia” foi cunhada por Milton Santos, ao analisar a permanência da população, especialmente masculina e jovem, nos bairros da periferia de São Paulo, sem alternativas de mobilidade na cidade. SANTOS, Milton. *Metrópole corporativa fragmentada: o caso de São Paulo*. São Paulo: Nobel, 1990. As pesquisas “origem-destino” da Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP) têm mostrado que as condições de transporte têm piorado após os anos 80 nas metrópoles brasileiras.

<sup>14</sup> Muitas das observações feitas aqui estão baseadas em experiência pessoal da autora, de 35 anos de convivência com áreas de moradia precária nas cidades brasileiras.

tra: a implementação de políticas neoliberais. Sob inspiração do Consenso de Washington, do FMI e do Banco Mundial, o Estado brasileiro implementa o ajuste fiscal, o corte de subsídios nas políticas públicas, a privatização do patrimônio público, a desregulamentação financeira e trabalhista, atingindo também os serviços públicos. As conseqüências dos recuos nos investimentos públicos não se fizeram esperar: aumento da violência, aumento exponencial da população moradora em favelas, aumento da população moradora de rua, aumento da infância abandonada, retorno de epidemias que já estavam erradicadas, entre outras mazelas.<sup>15</sup>

A área de transportes coletivos urbanos foi uma das mais atingidas. Se a regulação estatal era precária antes de 1980, após o ajuste fiscal a situação piorou. A informalidade ganha uma nova escala com as redes de vans e moto taxis ilegais ocupando os vazios deixados pela ausência do Estado, conforme mostram alguns dos textos que compõem esta edição da revista.

Como já foi mencionado, as determinações gerais decorrentes da expansão capitalista internacional não são as únicas a definir o destino da mobilidade urbana em um país como o Brasil, onde a desigualdade social está entre as maiores do mundo, em que pese o país figurar entre as dez maiores economias.

O Brasil, assim como os demais países do capitalismo periférico, guardadas as diferenças, apresenta especificidades bastante estudadas pelos autores brasileiros citados anteriormente. “Desenvolvimento incompleto ou interrompido”, “capitalismo travado”, “desenvolvimento moderno do atraso”, são conceitos que, embora não totalmente satisfatórios, tentam explicar as características específicas da sociedade brasileira onde produtos, tecnologias, valores oriundos nos setores internacionais de ponta convivem com condições atrasadas e pré-modernas. Entre as características presentes em nossa formação social, ganham destaque, na gestão urbana, o clientelismo, o patrimonialismo, a prevalência dos privilégios (esta condição é notável no judiciário), desprestígio do trabalho não intelectual, retórica que contraria a prática etc. Esta última característica está notavelmente presente nos Planos Diretores: textos detalhistas e bem intencionados convivem com um pragmatismo excessivo na gestão. Por esse motivo é comum encontrarmos planos sem obras e obras sem planos.<sup>16</sup> Os orçamentos públicos, especialmente municipais, privilegiam os investimentos relacionados ao automóvel ou ao sistema viário, porém dificilmente o fazem seguindo o Plano Diretor.<sup>17</sup> Por

<sup>15</sup> Ver a respeito, MARICATO, Erminia, pós-fácio do livro *Planeta favela*, de Mike Davis. São Paulo: Boitempo, 2006.

<sup>16</sup> Ver a respeito: ARANTES, O.; MARICATO, E. & VAINER, C. *A cidade do pensamento único*. Petrópolis: Vozes, 2000.

<sup>17</sup> Ver o caso da cidade de São Paulo durante gestão municipal do prefeito Paulo Maluf, citado em: São Paulo entre o atraso e a pós-modernidade. In: SOUZA, Maria Adélia Aparecida de. *Metrópole e globalização*. São Paulo: CEDESP, 1999.

<sup>18</sup> A evidência da força eleitoral das obras de asfaltamento foi percebida pela autora, quando ocupava a Secretaria Executiva do Ministério das Cidades, em reunião com inúmeros prefeitos. Alguns reconheceram que ganharam eleições com essas obras. A equipe que ocupava a direção do Ministério das Cidades entre 2003 e 2005 tentou reorientar as emendas parlamentares que previam obras parceladas de asfaltamento em numerosos municípios brasileiros sem qualquer orientação urbanística (frequentemente essas obras negavam a orientação do Plano Diretor). Quando isso se revelou impossível, a equipe tentou ao menos garantir a canalização de esgoto e drenagem nas ruas antes do asfaltamento da superfície. Foi tudo em vão. Mais da metade do orçamento do Ministério das Cidades era dirigido a asfaltamento por meio das emendas parlamentares.

**Erminia Maricato** é graduada e doutora em Arquitetura e Urbanismo e professora titular da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP). Foi secretária de Habitação e Desenvolvimento Urbano do município de São Paulo (1989/1992), coordenadora do Programa de Pós-Graduação da FAUUSP (1998/2002), formuladora da proposta de criação do Ministério das Cidades e ministra adjunta (2003/2005).  
erminia@usp.br

outro lado, não é pouco freqüente que urbanistas se detinham nas regras de uso e ocupação do solo e ignorem que o grande promotor que orienta a ocupação do solo é o transporte.

A prioridade dada às obras viárias tem relação com os financiamentos das campanhas eleitorais, com a visibilidade notável dos seus produtos, mas também se prestam muito ao jogo clientelista. A periferia desurbanizada é uma fonte inesgotável de dependência política que afirma a relação de clientela. O asfalto, especialmente, tem forte apelo eleitoral.<sup>18</sup>

Não é intenção eliminar aqui qualquer perspectiva propositiva ou contribuir com o imobilismo, como fazem tantos textos acadêmicos críticos. Sempre há espaço para ação, mesmo na vida profissional e, frequentemente, em condições especiais, até mesmo no aparelho de Estado. Aos pesquisadores, entretanto, impõe-se um mergulho mais profundo, renovador e necessariamente crítico. Este número de *Ciência e Ambiente*, com o qual tive a satisfação de colaborar, oferece análises críticas e propostas para o enfrentamento de um dos maiores problemas ambientais e sociais da humanidade.

Como se instalou entre nós a cultura do “rodoviarismo”, quais foram seus agentes? Como chegamos à tragédia verificada nos acidentes de trânsito, sempre atribuídos a questões de natureza individual? Qual o peso e o custo do automóvel, da indústria de infra-estrutura e da opção energética para o ambiente e para a saúde dos moradores urbanos? O que pode ser constituído com vistas a minimizar o impacto dessa “indústria do automóvel” no meio ambiente e para melhorar as condições de mobilidade da maioria da população urbana? O que pode ser feito na tecnologia do automóvel ou em relação aos combustíveis para diminuir a emissão de gases poluentes? Quais as perspectivas de uma nova política energética? E em relação à cidade, quais modos de transporte ou política de mobilidade e uso do solo podem ser introduzidos? Todas essas questões são abordadas pelos colaboradores desta edição da revista.

Algumas medidas são mais viáveis e não requerem transformações profundas. Outras propostas exigiriam mudanças significativas para sua implementação. Todas elas são decisivas para o movimento de negação dessa tragédia anunciada e dimensionada e contribuem para alimentar a consciência social sobre tema tão fundamental.



## AUTOMOBILISMO QUAL USO, QUAL SIGNIFICADO?

---

*Ronai Pires da Rocha*

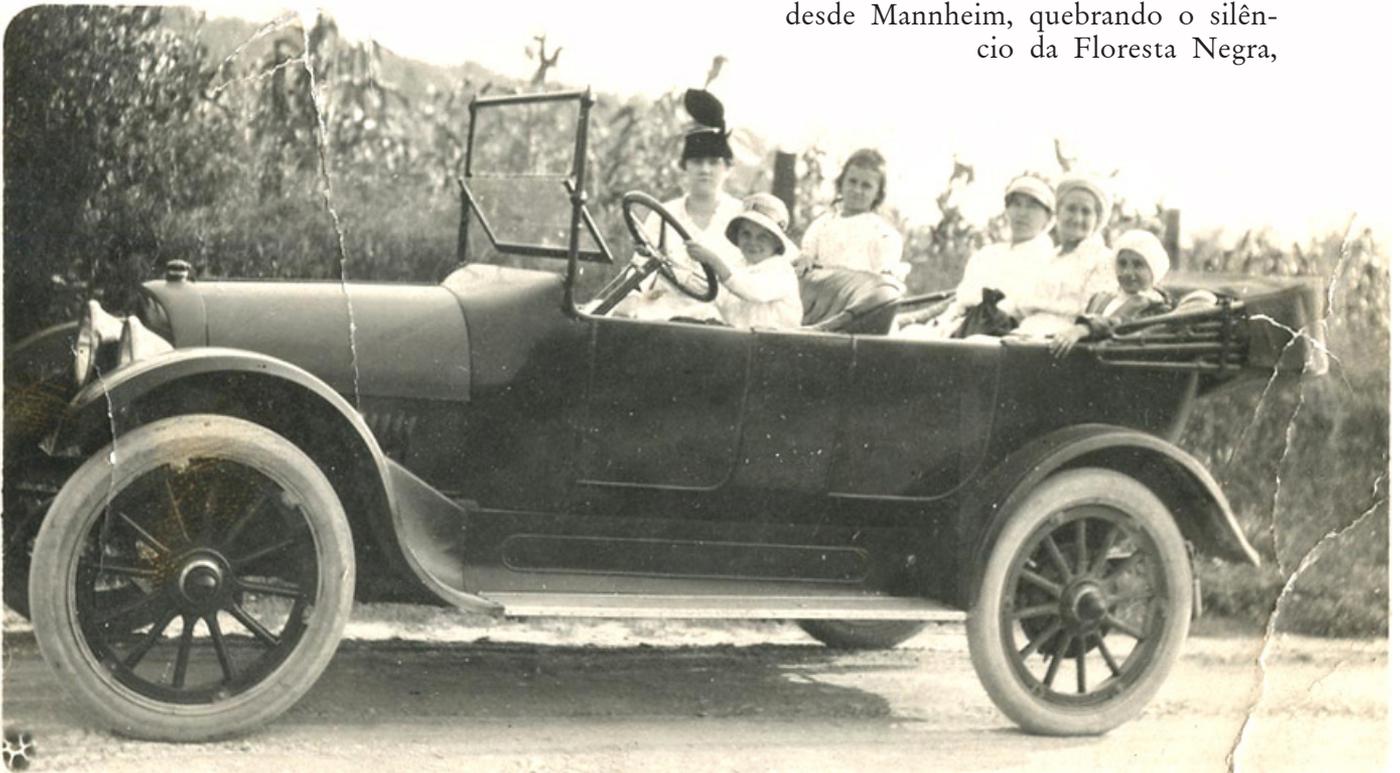
O automóvel se diz de muitos modos. Em pouco mais de cem anos, deixou de ser uma invenção intrigante para se transformar em um dos eixos da economia e da vida nas cidades; passou a ser uma fonte de facilidades para a vida cotidiana, mas também a causa dos mais variados transtornos. O automóvel transformou-se, sob certo ponto de vista, em uma forma dominante de vida e o centro de uma terceira guerra mundial nunca declarada, como diz o poeta Heathcote Williams, no *Autogeddon*; de um lado, o carro drena as energias da Terra e deforma as cidades; de outro, transforma as relações do homem com o espaço e o tempo de uma forma aparentemente irreversível, já que as necessidades humanas de transporte individual parecem ser incontornáveis. Pensar o automóvel, no entanto, não é uma tarefa simples, dada a natureza do próprio objeto, que mistura em si natureza e cultura, necessidade e desejo, economia e arte. No automóvel, não apenas encontramos toda sorte de fetichismo, mas também todo tipo de conseqüências, que vão desde sua possível influência no feminismo até novas formas de engajamento político. Daí a complexidade de se compreender adequadamente seus usos e significados.

## Que coisa é essa, automóvel?

Em 1896, o sr. Karl Benz montou um veículo com três rodas no qual adaptou um motor de combustão interna que podia funcionar enquanto houvesse combustível, pois era dotado de um sistema de refrigeração por meio de água. Um jornal da época saudou o invento como algo que poderia ser extremamente prático para médicos, viajantes e amantes de esportes. O triciclo do Sr. Benz, no entanto, era apenas uma criação engenhosa que foi recebendo aperfeiçoamentos e novas versões, sem que sua praticidade ficasse provada. O Sr. Karl Benz, ciente de quantas melhorias seu invento carecia, duvidava que a coisa viesse a ter sucesso comercial. Dois anos depois da apresentação do primeiro modelo, ele já havia chegado a um triciclo ligeiramente melhor, com um motor de 1,5 CV, um pequeno depósito de gasolina, um freio manual semelhante ao das carroças e sapatas de couro que atuavam sobre as rodas traseiras; mas muito havia a ser feito e o auto não se movia mais do que por algumas centenas de metros, em pequenos testes.

Na manhã do dia 5 de agosto de 1888, o Sr. Benz encontrou um bilhete de sua esposa Bertha, no qual ela lhe comunicava que havia saído cedo com os dois filhos para visitar a mãe que residia em Pforzheim, distante cem quilômetros de Mannheim, a cidade onde moravam. No final do dia, o Sr. Karl recebeu um telegrama de Bertha: ela estava com a mãe, em Pforzheim, mas não havia usado o trem para a viagem e sim o triciclo motorizado. Bertha havia saído ainda madrugada e viajado todo o dia, desde Mannheim, quebrando o silêncio da Floresta Negra,

Copyright: Lauren Capocitti



passando por Weinheim, Heidelberg, Wiesloch e Durlach, chegando ao anoitecer em Pforzheim. Como as estradas eram mais do que precárias, ela decidiu acompanhar o trajeto da ferrovia que ligava as duas cidades, como uma garantia de estar sempre no rumo. A viagem, que hoje pode ser feita em uma hora, foi repleta de incidentes: o carburador entupiu, a corrente de transmissão partiu-se, o isolamento do cabo de ignição se desfez, os freios se desgastaram, a gasolina terminou. Assim, os trabalhos de Bertha não foram poucos. A gasolina era um artigo de farmácia, vendida em vidros pequenos e usada para remover sujeiras. Bertha levou todo o estoque das farmácias que encontrou pelo caminho. Quando o triciclo parou, por causa de uma obstrução no carburador, ela sacou um grampo de cabelo que usava para fixar o penteado e com ele conseguiu limpar o conduto; quando o fio da ignição perdeu o revestimento e o motor apagou, ela tirou a liga de elástico que prendia sua meia de seda e com ele refez a proteção do cabo; quando a corrente quebrou, localizou um ferreiro e o homem providenciou um conserto; quando os freios perderam a eficiência, achou um seleiro que improvisou novo revestimento; e em algumas subidas mais íngremes, diante das quais o pequeno motor se rendia, pedia um empurrão aos fazendeiros que assistiam à passagem da estranha viatura. Ao entrar da noite, Bertha chegou ao destino com seus dois filhos; foi a primeira pessoa a usar um automóvel na forma como estamos acostumados a fazer hoje.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> A viagem de Bertha é contada com maiores ou menores detalhes nos livros que nararam o surgimento do automóvel e em verbetes de enciclopédias virtuais como a *Wikipedia*.

<sup>2</sup> É preciso lembrar aqui que até a viagem de Bertha o cavalo era o meio de transporte individual por excelência e isso era discriminador dos sexos. Havia selas diferentes para homens e mulheres; as mulheres usavam a “sela lateral”, um dispositivo que permitia montar com as pernas para o mesmo lado. Tratava-se de um assento estofado cujo lado direito era protegido por uma grade curva; no cabeçote havia duas pegas e as pernas da mulher pendiam para o lado esquerdo do cavalo. Esse tipo de sela não proporciona à mulher a mesma posição de domínio e segurança que a sela masculina, na qual o cavalo é controlado também pela pressão das pernas do cavaleiro, uma em cada lado do corpo do animal.

Eu não sei o quanto há de verdade e o quanto há de lenda nessa história. O que me importa aqui é seu possível simbolismo. Na pequena cidade de Pforzheim, há hoje um monumento que homenageia essa viagem em tudo carregada de simbolismo: uma mulher, no final do século dezanove, transforma-se em pioneira no uso de um dispositivo de transporte individual; ela toma o carro do marido e vai para a estrada com seus filhos; na estrada ela abre mão do penteado elegante para transformar o grampo de cabelo em ferramenta; abre mão da meia de seda para manter a eletricidade do carro; e vai solicitando tarefas aos homens do caminho, ferreiros, seleiros, fazendeiros, farmacêuticos, todos a serviço de uma mulher encarapitada em uma gerinçõa quase incompreensível, uma carruagem sem cavalos.<sup>2</sup>

Ao tomar conhecimento dessa história, não pude deixar de pensar na complexidade do lugar do automóvel na cultura. O carro é um bem econômico muito importante, por certo, mas e quanto ao mundo de investimentos simbólicos que o ligam a todo tipo de fetichismo? E quanto ao

<sup>3</sup> Ainda hoje existem pessoas que montam seus automóveis artesanalmente nas garagens, como ocupação prazerosa. A grande maioria contenta-se com equipá-lo, lavá-lo, poli-lo.

<sup>4</sup> O escrito de Barthes foi publicado no volume *Mythologies*, Editions du Seuil, Paris, 1957. A crônica era sobre um modelo da Citroën lançado em 1957. A comparação feita por Barthes lembra uma observação semelhante feita por Hannah Arendt: “As catedrais foram construídas *ad maiorem gloriam Dei*; embora, como construções, sirvam decerto às necessidades da comunidade, sua elaborada beleza jamais pode ser explicada por tais necessidades, que poderiam ter sido servidas igualmente por um outro edifício qualquer. Sua beleza transcendia todas as necessidades e as fez durar através dos séculos. A frase de Arendt está em *Entre o Passado e o Futuro* (Perspectiva, São Paulo, 1972), p. 261. Guardadas as proporções, a passagem citada seria adequada para descrever o que aconteceu com os seis automóveis *Bugatti Royale* fabricados no início dos anos trinta. O último que trocou de dono alcançou mais de oito milhões de dólares.

<sup>5</sup> A expressão é de Jean Baudrillard em *O Sistema dos Objetos*. Tradução de Zulmira Ribeiro Tavares. São Paulo: Perspectiva, 2008. p. 74.

mundo da artesanaria ligado a ele?<sup>3</sup> A funcionalidade do objeto parece ficar embaçada diante dos investimentos simbólicos por ele sofrido. Não é fácil pensar o automóvel. São tantos os seus significados e tamanhos os desafios colocados pelas exigências triviais de deslocamento individual, que o tema se torna mais complexo do que podemos imaginar. Essa complexidade foi sugerida, entre outros, por uma crônica de Roland Barthes na qual ele compara os automóveis às catedrais góticas; elas foram a “criação suprema de uma era, concebidas com paixão por artistas anônimos e consumidas como imagem, se não em uso, por toda uma população que se apropria delas como um objeto puramente mágico”<sup>4</sup>.

Aparece assim um dos elementos que sempre esteve associado ao automóvel. Juntamente com os aspectos utilitários de transporte, estão, desde o início, os aspectos de luxo e “nobreza mobiliária”<sup>5</sup>. A descrição do tipo de coisa que um automóvel é parece variar pouco com os tempos. Aquilo que hoje devemos dizer do automóvel em nome de uma descrição mínima da coisa estava já prenunciada desde os tempos pioneiros do Ford modelo T: trata-se de um artefato humano somente tornado possível pelo domínio de conhecimentos técnicos complexos, de ordem mecânica, química e elétrica surgidos com a revolução industrial; é um objeto regulamentado por um conjunto de leis que normatizam sua fabricação, venda, manuseio, manutenção e descarte; para o manuseio, o objeto é dependente de vastos espaços urbanos de deslocamento e guarda do mesmo; o manuseio, por certo, é legislado nos mínimos detalhes; o objeto está ligado a um sistema de manutenção cotidiano de suas condições de uso, com combustíveis e cuidados especiais; é causador de impacto urbano-ambiental sonoro, mecânico, visual, psicológico, causador de toda sorte de acidentes, emissor de partículas nocivas aos seres vivos e aos processos da natureza, causador de todo tipo de acontecimento não intencionado por seus usuários; o objeto é parte do mercado de bens funcionais e de luxo; trata-se de uma mercadoria de relevante importância nos mercados e economias do mundo e em torno dele existem milhares de outras indústrias e milhões de outros empregos; e finalmente, a coisa que se move por si mesma é um objeto-símbolo; Baudrillard sugere que a posse do automóvel transforma-se numa espécie de “diploma de cidadania”. O automóvel é um “objeto sublime”, na medida em que abre um parêntese na cotidianidade dos outros objetos, subvertendo nossas relações com o espaço e o tempo. Isso, certamente, antes da

<sup>6</sup> Alguns sociólogos têm-se debruçado sobre esse intrigante fenômeno. Nos últimos quinze anos esse fenômeno, “*viatures brûlées*”, foi responsável por mais de quinhentos mil automóveis incendiados no período. Na noite de Ano Novo ocorre o pico dessa atividade, quando centenas de automóveis são queimados.

<sup>7</sup> O nome de Bertha Benz lembra o nome de Berta Bovary, a infeliz filha da mais ainda infeliz Madame Bovary. *Madame Bovary* foi publicado em 1856. A ação da novela de Flaubert se passa entre os anos de 1827 e 1846, uma época ainda distante das carruagens sem cavalos. Os personagens de Flaubert se deslocam vagarosamente, montados a cavalo, em carruagens, charretes, cabriolés, tálburis, carroças, diligências e fiacres. As cenas do casamento de Carlos e Ema incluem a minuciosa descrição de uma caminhada de uma légua de todos os convidados, entre a prefeitura e a igreja. Logo nos primeiros dias do casamento, o marido de Ema, “sabendo que ela gostava de passear de carro, achou uma charrete de ocasião a qual com lanternas novas e guarda-lama de couro acolchoado, parecia quase um tálburi”. Como esquecer que a primeira cena de amor entre Rodolfo e Ema Bovary é proporcionada por um passeio a cavalo, depois que Ema providencia “o traje apropriado” e “uma sela de pele de gamo para mulher”. Flaubert não esquece de descrever como Ema “era encantadora a cavalo! Direita, talhe esbelto, o joelho dobrado sobre a crina do animal”. E quando da retomada de seu amor com Leon, Ema Bovary passa a acalentar o sonho de possuir, “para a conduzir a Rouão, um tálburi azul puxado por um cavalo inglês”. É dentro de um fiacre, com cortinas cerradas, desfilando ao acaso nas ruas de Ruão, que acontece o primeiro encontro amoroso entre Ema e Leon.

era dos engarrafamentos, diria alguém mais cauteloso. De qualquer forma, acho que vale a frase: no mercado de bens de consumo duráveis, não há nada que se equipare ao automóvel. E a coisa anda. Isso não é fácil de pensar.

E quanto aos significados políticos? O que pensar sobre os potenciais do automóvel como divisor de águas quanto ao estilo de participação política do cidadão? O tema surge com urgência crescente, e não apenas por causa do furor verde que vem dos ambientalistas. Como deixar de ver que a escolha do automóvel como item de destruição nos protestos de 2005 na França pode indicar um dos alvos preferenciais de movimentos de protestos urbanos os mais variados? Quase cinquenta mil automóveis foram queimados nas ruas dos subúrbios franceses naquele ano.<sup>6</sup>

Voltemos a Bertha. As mulheres, por assim dizer, andavam pouco e devagar, até que Bertha Benz teve a brilhante idéia de roubar o carro do marido. Sua história poderia servir como uma mitologia para simbolizar a complexidade do papel do automóvel na cultura, pois talvez ela tenha feito mais pela emancipação feminina do que usualmente é concedido. Desde seu feito, em 1888, a velocidade da mulher não mais estaria limitada pela sela lateral. O automóvel proporcionaria à mulher um transporte individual igual ao do homem, algo que os cavalos e as carroças ofereciam, mas com restrições importantes.<sup>7</sup> Não é de estranhar que Dona Bertha tenha percebido isso antes de todos os homens e que tenha sido a primeira automobilista da humanidade. E ela não ficou nisso. O automóvel foi usado em competições de velocidade desde os primeiros tempos, pois as corridas eram uma forma de os fabricantes demonstrarem a resistência de suas criações. Quando examinamos as fotografias de corridas da época, não é raro encontrar na linha de partida mulheres ao volante. A própria Bertha Benz aparece em uma fotografia da linha de partida da “*Emancipation Run*”, uma corrida que aconteceu na Inglaterra em 1906; ela aparece ao volante de um Benz, rodeada pela curiosidade de dezenas de homens, seguida por outro carro, com dois motoristas de olhar consternado; Bertha olha para a frente, desprezando o fotógrafo. Devia estar pensando em ganhar mais uma corrida.<sup>8</sup>

Na sua origem, o automóvel parecia ser apenas uma carruagem excêntrica movida por um pequeno motor de explosão interna, alimentado por combustíveis adquiridos nas farmácias; a coisa, no entanto, não apenas tinha virtudes funcionais, práticas; possuía potenciais econômicos e comerciais, bem como era uma fonte dos mais diversos pra-

<sup>8</sup> Lembro aqui a importância concedida pela mulher à novidade representada pela bicicleta moderna criada em 1888, mesmo ano da viagem de Bertha Benz. A história da bicicleta vincula a introdução da chamada bicicleta de segurança (com duas rodas de idêntico diâmetro e uma correia de transmissão, por contraste com a bicicleta com uma roda grande e outra diminuta e ação direta no pedal) com a emancipação feminina que ocorre no final do século XIX e início do século XX. Foi a “época de ouro” da bicicleta. A bicicleta foi conectada aos movimentos e lutas por mudanças nas formas de vestir, até então totalmente incompatíveis com a mesma. As novas formas de transporte individual exigiam outros figurinos, mais funcionais com a tarefa de manipular os pedais das bicicletas e as alavancas das carruagens sem cavalo. Bertha Benz, ao fazer do elástico de sua meia de seda o revestimento do fio da bobina do automóvel, materializou os sonhos da “Rational Dress Society”, que foi fundada por feministas em 1881, em Londres, para lutar contra o figurino vitoriano e seus corseletes.

<sup>9</sup> BAUDRILLARD, Jean. *Le système des objets*. Paris: Gallimard, 1968.

<sup>10</sup> BAUDRILLARD, Jean. *O sistema dos objetos*. *Op. cit.*, p. 76.

<sup>11</sup> BAUDRILLARD, Jean. *O sistema dos objetos*. *Op. cit.*, p. 75.

<sup>12</sup> GORZ, André. *A ideologia social do carro a motor*. O artigo foi publicado originalmente na revista *Le Sauvage*, em 1973. A versão que usei está disponível na rede mundial de computadores, em tradução para o português. Agradeço a Leonardo Palma e Giselle Secco pela indicação desse artigo, extremamente criativo e inspirador.

zeres associados ao deslocamento rápido e à velocidade. A coisa fez tanto sucesso que hoje podemos falar em *cultura do automóvel*. O tema do *automóvel na cultura*, no entanto, é mais arriscado. A importância assumida pelo automóvel na economia desde os tempos do fordismo está fora de discussão, mas o que podemos dizer do tratamento do automóvel pela literatura ou pela filosofia, por exemplo? O tema é abordado por autores como Jean Baudrillard, André Gorz, Robert Kurz, Roland Barthes, entre outros.

Jean Baudrillard, por exemplo, escreveu, nos anos sessenta, um breve capítulo sobre o automóvel no seu *O Sistema dos Objetos*.<sup>9</sup> Temos ali um conjunto brilhante de observações sobre os possíveis significados do automóvel naquilo que o autor chama de “sistema cotidiano dos objetos”. O carro vem a ser para ele “o centro de uma subjetividade nova cuja circunferência não se acha em parte alguma, enquanto a subjetividade do mundo doméstico é circunscrita”<sup>10</sup>. O essencial do objeto-automóvel seria sua capacidade de transformar nossas relações com o espaço e o tempo, oferecendo-nos ao mesmo tempo uma “esfera fechada de intimidade, desligada dos embaraços habituais da intimidade”<sup>11</sup>. O automóvel é poder e refúgio, manipulação e desvelo.

André Gorz publicou, nos anos setenta, um ensaio<sup>12</sup> no qual explora o argumento de que o automóvel, em sua concepção e finalidade, é um bem de luxo, e que a essência do luxo é a de não poder ser democratizado. Gorz oferece como exemplo de luxo a posse de uma mansão à beira-mar: se todas as pessoas tivessem uma desapareceria a exclusividade. A análise ali feita por Gorz não está conectada a uma reflexão sobre bens de consumo; discute a importância de uma “desvalorização ideológica” do automóvel, como parte de uma mudança mais ampla, valorizadora dos transportes coletivos e de outra concepção sobre as cidades e a divisão social do trabalho. O carro matou as cidades e agora vai matar o próprio carro, visto que cada vez mais viveremos em avenidas engarrafadas, andando mais devagar do que os trens e as bicicletas.

Robert Kurz trata o automóvel como símbolo máximo da moderna economia de mercado, como a principal máquina de consumo capitalista; é em torno da indústria automobilística, do uso maciço do carro que o capitalismo gira, diz ele. O fordismo está na base do complexo capitalista que engole a alma humana. Mas os dias do capitalismo automobilista estão contados, acredita Kurz. Ele entende que as torneiras de energia que alimentam o automobilismo estão

se fechando. A dependência de energia fóssil limitada e os processos de destruição do ambiente estariam levando o “capitalismo de combustão” à sua derradeira crise, acentuada pela generalização e radicalização do fordismo. Kurz é cético quanto ao surgimento de energias alternativas para o automóvel e acredita ser um equívoco pensar que a lógica do capitalismo seja compatível com uma outra energia básica que não seja matéria de combustão fóssil.

A comparação feita por Gorz entre automóveis e mansões tem limites importantes. De um lado, uma reflexão sobre o consumo de luxo exige distinções impostas pelo próprio processo de consumo e uso de bens duráveis; uma fenomenologia do consumo mostra ao menos três grupos distintos de bens duráveis: aqueles de uso contínuo, permanente, os de uso apenas regular e os de uso irregular.<sup>13</sup> De outro lado, a expressão “bem de luxo” não designa uma lista fechada de marcas como Prada, Gucci ou Ferrari; também tem a referência indicada relacionalmente às capacidades e expectativas de consumo das pessoas. Ter em casa um aparelho de som do tipo “três em um” foi, certa feita, mostrado como indicador de consumo de luxo por um candidato à presidência em nosso país, para atacar o adversário. Aparelhos de som, máquinas fotográficas e pianos são bens de consumo de uso irregular, comparáveis aos brinquedos das crianças; já o aspirador de pó ou a máquina de lavar louças são bens de uso regular; na categoria do uso ininterrupto estão a casa, a geladeira, por exemplo, não por acaso itens básicos na lista do que devemos comprar em primeiro lugar. E o automóvel? Ele tanto é usado de forma regular, para ir ao trabalho diariamente, ou de forma irregular, para o passeio no feriado. Assim, não devemos guiar nossa reflexão sobre o automóvel como um bem de consumo pelas categorias que temos para pensar o consumo da casa. Um automóvel tanto pode ser tratado como um brinquedo, a ser usado ocasionalmente para finalidades mais voltadas ao lazer, quanto ser usado como um aspirador de pó, para cumprir uma função bem específica. Esses usos são cumulativos com as dimensões simbólicas. Penso que Kurz tem razão em muitos pontos, em especial em ver no automóvel e em sua crescente produção em massa o melhor símbolo para a moderna economia de mercado. Afinal, há mais do que uma feliz coincidência na criação quase simultânea, no final do século XIX, de coisas como a aciaria moderna, o motor a explosão e, logo a seguir, o fordismo. No entanto, há um tom apocalíptico e fortemente datado no ensaio de Kurz, ao dizer que “Auschvitz era... um fenômeno profun-

<sup>13</sup> Sigo aqui algumas sugestões de Albert Hirschmann, no livro *De Consumidor a Cidadão. Atividades privadas e participação na vida pública*. Tradução de Marcelo Levy. São Paulo: Brasiliense, 1983. Devo a ele também uma inspiração mais ampla para minha desconfiança de que o tema do consumo em suas relações com a participação política tem sido negligenciado.

<sup>14</sup> KURZ, Robert. *Os últimos combates*. Petrópolis: Vozes, 1998. p. 359.

damente fordista”<sup>14</sup> ou ao vaticinar a inexistência de alternativas para os combustíveis fósseis. Kurz sugere vínculos entre anti-semitismo e fordismo, e deixa implicada uma pauta de estudos sobre as dimensões culturais e políticas das carroças motorizadas. Os estudos de Gorz e Baudrillard seguem direção semelhante.

É impossível deixar de ver os nexos relevantes entre os aspectos destacados por autores como Gorz e Kurz: o automóvel nos remete para temas como revolução industrial, crise urbana, capitalismo, crise ambiental etc. Mas ao fim e ao cabo fico com a impressão de que os estudos como os de Baudrillard, Gorz e Kurz ainda deixam vastas regiões de análise a descoberto; o automóvel revela-se um objeto bem mais complexo: ele não apenas reúne aspectos dos dois lados da dicotomia cultura/natureza, mas também gera conseqüências não visadas por seus criadores e usuários; por isso deve ser tratado não apenas como uma coisa, mas como um processo que ocorre envolvendo os dois lados das dicotomias mencionadas. O automóvel é um bem material composto por uma enorme variedade de matérias-primas extraídas na natureza; de outro, na forma como ele pode funcionar hoje, é objeto de uma enorme quantidade de leis que regem minuciosamente sua produção e uso. Sua existência gera efeitos secundários não visados pelos produtores e consumidores; esses efeitos impactam o ambiente em muitos sentidos; entre eles, o surgimento da terceira guerra mundial nunca declarada, como diz o poema de Heathcote Williams, *Autogeddon*<sup>15</sup>, a degradação do ambiente, o urbanismo curvado ao mesmo etc. Ninguém compra um automóvel visando com ele matar alguém, mas diariamente morrem no mundo milhares de pessoas atropeladas por carros. A morte em *acidente* automobilístico, pela constância com que ocorre, poderia ser incluída na categoria de morte natural.<sup>16</sup>

Sartre, na *Crítica da Razão Dialética*, escreveu que “o homem está mediado pelas coisas na medida em que as coisas estão mediadas pelo homem”<sup>17</sup>. Podemos considerar essa idéia inspiradora para uma boa compreensão da ação humana; a partir dela, o conceito de *ação* humana, que possui uma relação essencial com o conceito de *intenção*, adquire nuances que não haviam sido destacadas com a mesma clareza e intensidade. Sartre ofereceu alguns exemplos para ilustrar o ponto em questão. Um deles diz respeito ao trabalho feito por agricultores que desmatam as margens dos rios para dar lugar às plantações; os campos assim limpos se transformam lentamente no palco de terríveis inundações. As ações de cultivo, diante de certas disposições da

<sup>15</sup> O poema foi originalmente publicado em *Whole Earth Review*, Fall, 1987, p. 26-29.

<sup>16</sup> Ninguém compra um automóvel visando com ele matar alguém ou morrer, mas anualmente temos milhares de mortes provocadas por automóveis. Um escritor, creio que foi Sartre, disse que esse tipo de morte, pela regularidade com que ocorre, deveria contar como morte natural.

<sup>17</sup> SARTRE, Jean-Paul. *Crítica de la razon dialectica*. Livro I. Buenos Aires: Editorial Losada, 1970. p. 211.

matéria, engendram as enchentes, nunca intencionadas, mas diante das quais caberá reconhecer a mão do homem, a ação mediada pelas coisas e as coisas que mediarão a ação humana. Assim, a enchente é um acontecimento que se dá no espaço e no tempo, que tem uma objetualidade; ela pode ser chamada de “processo”, um misto de fato bruto da natureza que se torna encadeado causalmente com ações humanas deliberadas. Na mesma linha de raciocínio, lembra que os artefatos humanos têm uma característica relevante, que ele ilustra com o exemplo do uso de uma casa. Uma casa, depois de construída, precisa ser mantida: habitada, limpa, consertada periodicamente, sob pena de aos poucos retornar à natureza. Por essa razão ela – e toda uma classe de objetos assemelhados – é chamada de objeto-vampiro, pois eles absorvem sem parar a ação humana, alimentando-se do sangue extraído do homem e vivendo com ele em simbiose. Deixados por si, no devido tempo esses objetos degradam-se. Aqui temos, por certo, uma variação das categorias econômicas de trabalho vivo e trabalho morto. A casa construída é um objeto-morto, é um objeto-vampiro, pois necessita diariamente de trabalho vivo para manter-se. O automóvel, por certo, excede essa vampiricidade.<sup>18</sup>

Que coisa é o automóvel? É possível que o lugar do automóvel na cultura seja maior do que estamos conseguindo imaginar. Uma alternativa de tratamento para esse tema seria levar em consideração o espaço de reflexão representado pela literatura. As ambigüidades do automóvel – essa coisa de artesanaria e técnica e ciência e arte e sociedade e economia e cultura e política e natureza e direito e psicologia e mercado e massas e urbanismo – não poderiam ser melhor caracterizadas pelas forças intuitivas da literatura?<sup>19</sup>

### Automóvel e literatura

Há, na tradição da literatura portuguesa, ao menos um caso de automobilismo explícito. Trata-se do heterônimo de Fernando Pessoa, Álvaro de Campos, que se apresenta como engenheiro e apreciador de viagens e motores.<sup>20</sup> Álvaro de Campos reflete sobre o mundo industrial moderno, sobre viagens e velocidades, em uma atitude cosmopolita. A máquina, os motores e, naturalmente, o próprio automóvel, como se vê na “Passagem das horas”, de 1916, na qual o “automóvel amarelo” aparece já incorporado na paisagem urbana; o automóvel, no mesmo texto, “guiado pela loucura de todo o universo”, “atropela todos os sentimentos normais, decentes, concordantes...”<sup>21</sup>. Esse engenheiro e técnico obcecado pelo sentido das distâncias, das viagens e das

<sup>18</sup> O que eu quero aqui é apenas ilustrar as complexidades da ontologia e fazer o elogio de certos avanços que a fenomenologia nos permitiu. Husserl, Heidegger, Sartre, Merleau-Ponty, entre outros, representaram uma revolução por fazer da *descrição* do fenômeno – aquilo que nos aparece – um cavalo de batalha na filosofia. Tal atitude era metodologicamente original diante de alternativas que, por assim dizer, pareciam desviar da atenção do filósofo sua própria atenção ao mundo. Assim, a fenomenologia, em certo sentido, reinventou o rol dos assuntos da filosofia; em especial, a fenomenologia enriqueceu a temática da ontologia, a disciplina que discute as possíveis respostas para uma pergunta simples e terrível: afinal das contas, o que há?

<sup>19</sup> O que apresento a partir desse ponto são pequenas notas para uma agenda maior. Eu gostaria de ter incluído um trecho sobre o livro de Carol Dunlop e Julio Cortázar, *Os Autonautas da Cosmopista*, mas não foi possível, bem como uma leitura de John dos Passos, *O Grande Capital*, sugerida por Aguiinaldo Severino.

<sup>20</sup> Na “Ode Triunfal” ele sonha em “poder exprimir-me todo como um motor se exprime! Ser completo como uma máquina! Poder ir na vida triunfante com um automóvel último-modelo!” Ele admite mesmo poder “morrer triturado por um motor”.

<sup>21</sup> Para essa e todas as demais citações de Álvaro de Campos usei a seguinte edição: Fernando Pessoa. *Obra Poética*. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 1986. p. 371-373.

velocidades entra no mundo dos automóveis com marca registrada e percurso definido. Datado do dia onze de maio de 1928, Álvaro de Campos escreve o seguinte poema:

*Ao volante do Chevrolet pela estrada de Sintra, / Ao luar e ao sonho, na estrada deserta, / Sozinho guio, guio quase devagar, e um pouco / Me parece, ou me forço um pouco para que me pareça, / Que sigo por outra estrada, por outro sonho, por outro mundo, / Que sigo sem haver Lisboa deixada ou Sintra a que ir ter, / Que sigo, e que mais haverá em seguir senão não parar mas seguir?*

*Vou passar a noite a Sintra por não poder passá-la em Lisboa, / Mas, quando chegar a Sintra, terei pena de não ter ficado em Lisboa. / Sempre esta inquietação sem propósito, sem nexo, sem consequência, / Sempre, sempre, sempre, / Esta angústia excessiva do espírito por coisa nenhuma, / Na estrada de Sintra, ou na estrada do sonho, ou na estrada da vida...*

*Maleável aos meus movimentos subconscientes do volante, / Galga sob mim comigo o automóvel que me emprestaram. / Sorrio do símbolo, ao pensar nele, e ao virar à direita. / Em quantas coisas que me emprestaram eu sigo no mundo. / Quantas coisas que me emprestaram guio como minhas! / Quanto me emprestaram, ai de mim!, eu próprio sou!*

*À esquerda o casebre – sim, o casebre – à beira da estrada. / À direita o campo aberto, com a lua ao longe. / O automóvel, que parecia há pouco dar-me liberdade, / É agora uma coisa onde estou fechado, / Que só posso conduzir se nele estiver fechado, / Que só domino se me incluir nele, se ele me incluir a mim.*

*À esquerda lá para trás o casebre modesto, mais que modesto. / A vida ali deve ser feliz, só porque não é a minha. / Se alguém me viu da janela do casebre, sonhará: Aquele é que é feliz. / Talvez à criança espreitando pelos vidros da janela do andar que está em cima. / Fiquei (com o automóvel emprestado) como um sonho, uma fada real. / Talvez à rapariga que olhou, ouvindo o motor, pela janela da cozinha. / No pavimento térreo, / Sou qualquer coisa do príncipe de todo o coração de rapariga, / E ela me olhará de esquelha, pelos vidros, até à curva em que me perdi. / Deixarei sonhos atrás de mim, ou é o automóvel que os deixa?*

*Eu, guiador do automóvel emprestado, ou o automóvel emprestado que eu guio?*

*Na estrada de Sintra ao luar, na tristeza, ante os campos e a noite, / Guiando o Chevrolet emprestado desconsoladamente, / Perco-me na estrada futura, sumo-me na distância que alcanço, / E, num desejo terrível, súbito, violento, inconcebível, / Acelero... / Mas o meu coração ficou no monte de pedras, de que me desviei ao vê-lo sem vê-lo,*

*À porta do casebre, / O meu coração vazio, / O meu coração insatisfeito, / O meu coração mais humano do que eu, mais exato que a vida.*

*Na estrada de Sintra, perto da meia-noite, ao luar, ao volante, / Na estrada de Sintra, que cansaço da própria imaginação, / Na estrada de Sintra, cada vez mais perto de Sintra, / Na estrada de Sintra, cada vez menos perto de mim...*

<sup>22</sup> A maioria das marcas de automóveis origina-se de nomes de pessoas: Henry Ford, Louis Chevrolet, Armand Peugeot, Louis Renault, Henry Royce, Karl Benz, David Buick, Ettore Bugatti, André Citroën, Walter Chrysler e dezenas de outras, que incluem Honda e Toyota; existem exceções importantes, como a Fiat, Rover, BMW, Volvo, DKW; os automóveis não apenas têm nomes, é comum que seus proprietários lhes façam um segundo batismo familiar.

<sup>23</sup> Como contador e atento a certos temas do comércio da época, Fernando Pessoa acompanhava os acontecimentos na indústria automobilística, como bem atestam seus escritos comerciais. No artigo que dedicou a Henry Ford, a quem chamou de “milionário supremo do mundo”, comenta o pioneirismo desse, ao introduzir em suas fábricas a semana de cinco dias. Não contente com isso, Henry Ford sugeriu que seu exemplo fosse seguido pelas demais fábricas no mundo inteiro. Fernando Pessoa observa aqui uma curiosa coincidência a ser lembrada: os automóveis Ford estavam enfrentando uma dura concorrência por parte de outros fabricantes de “carros baratos”; durante muitos anos “Ford produzia mais de metade dos automóveis fabricados nos Estados Unidos, produz agora cerca de trinta e cinco por cento do total; ...as fábricas Ford se vêem portanto confrontadas com o problema da sobreprodução, forçadas a produzir apenas sessenta e cinco por cento de sua capacidade, e obrigadas pois a trabalhar só quarenta horas por semana.” Assim, conclui Pessoa, a filantropia de Henry Ford é inspirada em Maquiavel, que recomendava que devemos fazer parecer que é de nossa vontade o que fazemos por necessidade. O texto de Fernando Pessoa aqui citado

Pode parecer estranho, em primeiro lugar, ver um poeta incluir uma marca de automóvel<sup>22</sup> no texto do poema. Álvaro de Campos parece à vontade ao fazer isso, pois em seus poemas cita marcas de empresas como “Sud Express”, “Times”, “Canadian Pacific”, e tipos de motores “Diesel”, “Campbell”.<sup>23</sup> Os automóveis Chevrolet, como se sabe, surgiram no mercado americano explorando um nicho de luxo e conforto que não era preenchido pelos produtos Ford. Álvaro de Campos parece apreciar isso ao elogiar a maleabilidade do automóvel que guia. Hesito em dizer o que mais me impressiona no poema, se a ambigüidade do automóvel ou se os deslocamentos de olhar que ele provoca, o tema da nossa vida vista pelo outro, quando somos aquele que passa; e aquele que passa guia um automóvel, e apenas um automóvel é visto ao luar, seja por uma criança, seja por uma rapariga modesta, na janela da cozinha de um casebre modesto, que é atraída pelo ronco do motor e vem olhá-lo, sonhando com o motorista príncipe; casebres vem e vão, ficam para trás, a velocidade do automóvel varia, o guiador acelera ou freia, não importa agora quem ele é, desconfiamos que o automóvel é o portador dos sonhos, e dentro deles, dentro dessa coisa em que estamos fechados somos também uma coisa; precisamos nos transformar em coisa para poder dominar essa coisa que vence distâncias que não terminam nunca. O automóvel se presta como veículo para as angústias excessivas do espírito ao nos emprestar uma sensação de liberdade que, ao ser exercida, nos leva exatamente ao ponto de onde partimos. Mas há uma alternativa: podemos sorrir do automóvel, podemos nos dar conta de que ele nos foi emprestado, de que a dócil mobilidade que ele nos oferece nos leva cada vez mais para longe de nós mesmos. O automóvel nos deixa de coração vazio, ao fim da viagem, menos perto de nós mesmos.

Há alguns anos, a General Motors Company, na sua filial brasileira, veiculou um comercial institucional, de página inteira, nos principais jornais do país, que reproduziu na íntegra o poema de Fernando Pessoa transcrito acima. A intenção era, provavelmente, a de sugerir que o poeta havia se rendido, tanto tempo atrás, à excelência dos veículos daquela marca. Podemos ter nossas dúvidas quanto a isso. O poeta faz questão de indicar uma marca registrada e uma experiência de empréstimo. Aquele carro não é seu, é algo que lhe foi emprestado, como nos emprestam tantas coisas na vida que usamos como se fossem nossas, como nossa própria vida. Guiar um automóvel pode ser uma experiência de estranhamento da própria vida, pode ser uma experiência de ver-nos nos olhos de uma criança que nos espreita do

está no segundo volume da edição da Editora Aguilar antes referida (p. 653).

<sup>24</sup> A viagem de Lisboa a Sintra toma pouco mais de meia hora, já que apenas vinte quilômetros separam os locais.

<sup>25</sup> Wittgenstein escreveu sobre o hábito de dirigir e o automóvel como certa patologia em um fragmento das *Observações sobre os fundamentos da matemática*, Parte II, 1938, § 23. Agradeço a Robson Reis a lembrança dessa passagem: “A doença de uma época se cura mediante a transformação do modo de vida das pessoas, e a doença dos problemas filosóficos somente poderia ser curada mediante um modo de vida e de pensar transformados, não por um remédio que alguém inventasse. Pensa que o uso do automóvel produz e fomenta certas doenças e que a humanidade será acossada por essa doença até que, por uma ou outra causa, como resultado de algum avanço, abandone outra vez o hábito de dirigir”.

<sup>26</sup> Ao contrário de tantos outros itens de consumo produzidos industrialmente, junto à corrente central de produção de automóveis em escala, será mantida a tradição do automóvel produzido em pequena escala, quase artesanalmente. Essa característica parece ter uma conexão importante com o tipo de simbolismo carregado pelo automóvel, ao contrário de outros bens produzidos industrialmente como liquidificadores, colheitadeiras ou condicionadores de ar.

<sup>27</sup> Usei a seguinte edição: LEWIS, Sinclair. *Babbitt*. Tradução de Leonel Vallandro. Rio de Janeiro: Editora Opera Mundi, 1973. Publicado em 1922, *Babbitt* valeu a seu autor a acusação de traidor da pátria. Mesmo o Prêmio Nobel de Literatura, que Lewis ganhou em 1930, não foi suficiente para reconciliar o autor com grande parte de seus compatriotas.

andar de cima de uma casa na beira da estrada, em cuja porta vai ficar nosso coração insatisfeito. O automóvel que nos emprestaram e que guiávamos como um cavalo de príncipe, maleável, por vezes nos surge como uma caixa onde ficamos fechamos e onde nos fechamos, uma caixa que somente podemos dominar se nela nos encerramos. E os sonhos que deixamos na beira da estrada, quem os deixa? Quem somos nós, os guiadores, em dúvida sobre a autoria daquilo que nossa – de quem? – passagem provoca nos casebres de beira de estrada? E quem nos empresta um automóvel? A experiência de dirigir esse automóvel na estrada de Sintra<sup>24</sup> nos leva a um ponto de exaustão, onde se juntam os símbolos de nosso extravio, símbolos que incluem uma logomarca, sinal inequívoco de uma experiência que liga as pontas da metafísica com a economia política.

Álvaro de Campos escreve nos anos vinte sobre a experiência de dirigir;<sup>25</sup> aqui é preciso recordar que desde o ano de registro da primeira patente de um automóvel, em 1886, até 1908, o automóvel era um produto artesanal, feito em baixa escala; apenas a partir da introdução do Ford modelo T, em 1908, é que começa um novo período, cujo apogeu se dará nos anos vinte, a década da fabricação de automóveis em linha. Estima-se que, em 1923, a Ford produzia mil unidades por dia do *Tim Lizzie*, do qual foram produzidas quinze milhões de unidades entre 1908 e 1927. O modelo T foi substituído em 1927 pelo modelo A, do qual foram produzidos mais de quatro milhões de unidades, incluindo uma fábrica que Ford abriu na Alemanha, em 1928. O carro dirigido por Álvaro de Campos, que poderia ser um *Chevrolet* 1927, havia sido criado pelo Sr. Louis Chevrolet para competir com os veículos do Sr. Henry Ford, introduzindo novos padrões de qualidade e conforto no automobilismo. Assim, o final dos anos vinte já conhece a indústria automobilística como ela se imporá cada vez mais: gigantescos processos industriais de produção e montagem que contrastarão com a artesanaria dos primeiros anos.<sup>26</sup>

Uma outra reflexão literária sobre o automóvel, desta vez nos Estados Unidos, encontra-se no romance *Babbitt*, de Sinclair Lewis.<sup>27</sup> O livro conta a história de um empresário de classe média de uma cidade média lutando para ser não apenas um negociante de sucesso financeiro, mas alguém importante em seu meio social. *Babbitt* é construído por Lewis como a quintessência da mediocridade. Como todo herói, no entanto, *Babbitt* fará sua jornada, passando pela perda de sentido e descontentamento, seguido por pequenas revoltas, para daí retornar, submisso e desmoralizado.

zado, à alegre mediocridade cotidiana de sua classe. O romance foi saudado como um dos momentos mais importantes de crítica do nascente *american way of life*.

A cena inicial do romance começa com um Ford. Babbitt está dormindo em uma manhã de abril de 1920, aos quarenta e seis anos, na sua casa em estilo colonial, em um bairro residencial de Zenith, uma cidade americana de aproximadamente quatrocentos mil habitantes. Ele dorme e sonha, quando é acordado pelos barulhos feitos pelo entregador de jornal e por um vizinho que dava partida ao seu Ford: “Também automobilista fervoroso, Babbitt dava à manivela com o chofer invisível, esperava com ele, durante um tempo interminável, que o motor se pusesse a roncar, exasperava-se com ele quando o ruído morria e recomeçava o paciente, o infernal prra-pa-pa, cadência seca e fechada, cadência de manhã friorenta, exasperante e fatal. E só quando a voz do motor elevando-se, lhe indicou que o Ford se pusera em movimento, libertou-se ele dessa tensão ofegante”.<sup>28</sup> O fervor automobilístico de Babbitt começa ao redor de um Ford e invade todo o romance. O automóvel é, de longe, o item de consumo mais importante em torno do qual giram as conversas. George Babbitt e o filho Ted disputam o único automóvel da família, o que faz com que o filho, que “tinha a mania dos automóveis”, reivindique um outro carro para seu uso exclusivo, como muito de seus amigos já têm. Ao lhe ser negado isso, o rapaz constrói um arremedo de automóvel. Ao sair de casa, tema do terceiro capítulo, temos a seguinte descrição dos sentimentos do herói do livro: “George Babbitt, como quase todos os cidadãos prósperos de Zenith, encontrava no seu automóvel poesia e tragédia, amor e heroísmo. O escritório era o seu navio corsário, mas o automóvel era perigosa excursão em terra firme.”<sup>29</sup> E, antecipando algo que será cada vez mais comum nos grandes centros urbanos, Lewis descreve longamente a façanha “viril e magistralmente executada” que é, para Babbitt, encontrar uma vaga e estacionar nas proximidades de seu escritório, já em 1920. Poucas páginas depois, veremos o próprio George conversando em casa sobre sua decisão de “comprar um auto novo”, tema que desperta o maior interesse e opiniões distintas entre os filhos e a própria mulher de George.

*Discutiram a fundo e com ardor os tipos torpedo, a potência dos motores, as rodas de arame, o aço cromado, os sistemas de ignição e as cores de carroçaria. Não era um simples estudo de transportes mecânicos: era muito mais, uma aspiração à nobreza. Na cidade de Zenith, neste bárbaro século XX, o automóvel de uma família era um índice tão*

<sup>28</sup> LEWIS, Sinclair. *Op. cit.*, p. 67.

<sup>29</sup> LEWIS, Sinclair. *Op. cit.*, p. 86. Alguns desses perigos foram desaparecendo com o tempo da vida do automobilista. Sinclair Lewis descreve em detalhes o principal drama do automobilista, que era o de colocar o motor em movimento nas manhãs frias, operação que por vezes exigia fosse colocado éter nos cilindros.

*exato da sua situação social quanto os graus nobiliárquicos o eram da dignidade de uma família inglesa.*<sup>30</sup>

<sup>30</sup> Se Baudrillard leu *Babbitt*, não sei, mas o argumento é o mesmo, como o leitor terá percebido.

E a discussão vai em frente, levando em conta as diferenças sociais e nobiliárias que decorrem da posse de um Buick ou de um Pierce Arrow ou de um Packard de doze cilindros.<sup>31</sup>

<sup>31</sup> Sinclair Lewis explora essa valorização do automóvel em um contexto amplo. Babbitt deixa-se fascinar por todo tipo de novidade tecnológica, chegava mesmo a ter “uma imensa admiração poética aos inventos mecânicos, se bem os compreendesse mal. Eram, para ele, símbolos de beleza e verdade.” Isso incluía ferros de engomar, canetas automáticas, aquecedores de cama elétricos, carburadores, metralhadoras, isqueiros elétricos para automóveis. Babbitt por vezes conversava com seu sabonete e com a escova de unhas.

A obsessão pelo automóvel fica evidente no fato de Lewis fazer com que muitos outros personagens do romance tenham suas ações e opiniões marcadas pelo que dizem ou fazem sobre os carros. Um dos personagens, ao voltar de um ciclo de palestras que havia dado em “cidadezinhas do Estado” comenta o atraso delas dizendo que ali as pessoas “só sabem falar do tempo e do novo modelo Ford.” Em outro momento, a conversa gira em torno da campanha publicitária de um novo automóvel, o Zeeco, “veloz como o antílope, suave como o vôo da andorinha, poderoso como um elefante.”<sup>32</sup> George elogia uma mulher dizendo que ela “está bonita como um auto novo”<sup>33</sup>.

<sup>32</sup> LEWIS, Sinclair. *Op. cit.*, p. 179.

<sup>33</sup> Na seção III do Capítulo VIII.

Essa nova classe média, apesar de hipnotizada pelos bens de consumo, não deixava de dar importância a outros bens culturais. Assim, “tendo já comprado casas, automóveis, quadros e boas maneiras, compravam agora uma filosofia confeccionada.”<sup>34</sup>

<sup>34</sup> LEWIS, Sinclair. *Op. cit.*, p. 391.

George Babbitt considera-se progressista e acredita que sua aceitação apaixonada de qualquer novidade tecnológica comprova isso. No que diz respeito aos grandes temas da política, em especial diante das palavras de ordem que vêm surgindo no mundo em favor de novos ideais de justiça e igualdade econômica e social, ele fica dividido, hesitante. Zenith, como não poderia deixar de ser, é palco de tensões entre patrões e empregados; surgem conflitos trabalhistas que culminam em uma greve que começa com as telefonistas; elas protestam contra uma redução salarial e a greve se alastra para os motoristas de caminhões, bondes, tipógrafos. Todos os jornais exceto um, colocam-se contra a greve. Babbitt, que na sua juventude havia pensado em ser um advogado e defender os pobres, recupera um fio de seus ideais e decide então fazer “profissão de fé pública do seu liberalismo”<sup>35</sup>. Será também um progressista nos ideais político-sociais. Mas seu entusiasmo por um novo mundo de idéias murchará como um pneu furado, pois atrai para si todo tipo de desconfiança. George tenta enfrentar seus amigos conservadores com todo o brio de que dispõe, mas essa disposição não terá sucesso e aos poucos George desiste de sua rebeldia e volta ao caminho da conformidade e da “padronização do pensamento”, um dos temas do livro.

<sup>35</sup> LEWIS, Sinclair. *Op. cit.*, p. 353.

<sup>36</sup> Ao ver um grupo de grevistas que iam para uma manifestação, Babbitt conclui que os odiava “porque eram pobres e porque lhe davam um sentimento de insegurança” (p. 354).

<sup>37</sup> Isso nos levaria a pensar um nexos entre feminismo e ciclismo, por um lado. Parece haver um nexos entre a difusão da bicicleta de segurança, a partir de sua invenção em 1888 e o surgimento de culturas urbanas de diferenciação de novas identidades. O fenômeno pode ter uma pista nos atuais movimentos de oposição ao urbanismo automobilístico, que usualmente fazem da bicicleta o seu ícone. Nos dias de hoje, a bicicleta tem sido uma tecnologia agregadora de várias formas de culturas urbanas de protesto, seja de natureza ambiental ampla, seja de questões urbanas mais restritas. Correndo o risco da ingenuidade, penso que seria possível escrever uma história da bicicleta de segurança, desde 1888, que buscasse possíveis relações da mesma com o surgimento do feminismo e da consciência ambientalista, entre outros movimentos sociais e culturais. Uma história da bicicleta assim escrita provavelmente nos levaria a pensar melhor sobre a forma como certos objetos podem estar ligados ao surgimento de certas identidades de protesto. Soninha Francine que o diga. Eu disse que gostaria de explorar essa idéia, mas por ora consigo apenas lembrar histórias como a de Bertha Benz e ligá-la às perguntas sobre o tipo de meio de transporte individual que uma mulher dispunha no final do século XIX.

<sup>38</sup> Sobre esse tema, novamente considero o livro de Albert Hirschmann, citado anteriormente, uma referência fundamental.

*Babbitt* é um romance que beira o tom de panfleto em sua crítica ao cotidiano de consumo e padronização do estilo americano de vida. O texto caracteriza tanto o clima de intolerância da classe média em relação a qualquer tipo de ideal que possa ser relacionado ao socialismo e comunismo, bem como a dificuldade da mesma em compreender a pobreza e a exclusão social.<sup>36</sup> O feminismo é tratado com bem menos ênfase do que o automobilismo, mas a emancipação feminina não deixa de ser registrada, em especial como uma tendência que já afeta a geração dos filhos de Babbitt. Creio que se pode dizer que o automobilismo, no livro, é o principal símbolo de uma forma de viver caracterizada pelo consumo de produtos cuja tecnologia não compreendemos e que trazem em si excessos para além das funções práticas e triviais que nos prometem satisfazer, como proporcionar transporte. Ali o automóvel é, antes de qualquer coisa, um distintivo social, uma heráldica, um marcador de classe. É evidente para Lewis que o automóvel não apenas reproduz as diferenças sociais e econômicas; ele as amplifica, ele as qualifica. Se já é possível a milhões de pessoas, em 1922, possuir um *Ford* Modelo T, será necessário que exista no mercado o Modelo A e, para além desse, ainda muito popular, que existam automóveis com seis ou oito ou doze cilindros, para consumo e identificação social das camadas ulteriores: surgem os automóveis de Louis Chevrolet, os *Buick*, os *Cadillac*, os *Pierce Arrow*, os *La Salle* e tantos outros.

Qual foi o papel ou a relevância da bicicleta de segurança ou do automóvel nos processos de elaboração de identidade e resistência social? Eu indiquei no início a possibilidade de uma compreensão do gesto de Bertha Benz dentro de uma corrente difusa de elaboração de novas identidades para mulheres e homens, vinculada à disponibilidade crescente de mobilidade individual.<sup>37</sup> Mas não tenho elementos para ir além desse gesto de apontar uma direção de trabalho. A exploração dessa agenda dependeria, entre outras coisas, de uma boa compreensão dos significados e conseqüências políticas do processo de consumo. Como se sabe, os bens de consumo dividem-se, *grosso modo*, em duráveis e não-duráveis; fora dessa divisão, temos todo o setor de serviços – profissionais, governamentais, que englobam finanças, comércio, educação, saúde, lazer. O automóvel, do ponto de vista do consumidor e, em especial, do ponto de vista do consumidor que busca um equilíbrio entre conforto e prazer<sup>38</sup> em suas ações de consumo, é um bem de consumo durável que possui uma conexão ao setor de serviços incomparável a qualquer outro bem durável. O

<sup>39</sup> Ignácio de Loyola Brandão, em *Não verás país nenhum* (Rio de Janeiro, Ed. Codecri, 1982), um romance de ficção científico-política, descreve o fim do uso dos automóveis; a proliferação descontrolada dos carros provocava gigantescos engarrafamentos, até o dia em que aconteceu o “notável engarrafamento” no qual o trânsito foi totalmente congelado; não havendo mais condições de tráfego, as autoridades do tal país foram obrigadas a suprimir o uso do automóvel particular. Numa das cenas mais patéticas, Loyola descreve as pessoas que “continuavam dentro dos carros. Como se pertencessem a ele. Câmbio, volante, freio, condutor. (...) Teve motorista que ficou uma semana, duas, sem abandonar o carro. De vez em quando batiam, pedindo para ir ao banheiro. Recusei, para todos. O que estavam pensando? Que fossem para suas casas. As famílias traziam mudas de roupas, café, comida. E o desespero quando souberam que não circulariam mais? Choravam diante do automóvel, inconsoláveis, lamentando como se fosse um parente morto” (p. 121). Agradeço a Delmar Bressan a lembrança desse romance, cuja primeira edição é de 1981.

Ronai Pires da Rocha é filósofo e professor do Departamento de Filosofia da Universidade Federal de Santa Maria.  
ronairocha@gmail.com

automóvel é um bem de consumo *sui-generis* e assim deve ser tratado teoricamente. Mas o que devemos chamar de “o problema do automóvel”? Não parece ser, a médio prazo, a dependência em relação aos combustíveis fósseis e tampouco parece ser a questão do impacto ambiental. Esses temas atuais e graves podem em breve dar lugar a um cenário no qual os combustíveis fósseis e as emissões nocivas gradativamente somem da cena, na medida em que surgem os veículos movidos a biodiesel, etanol, hidrogênio, gás, eletricidade etc. Essas alternativas existem hoje e sua adoção maciça depende de pesquisas e desenvolvimentos. O problema poderia ser a questão do espaço, da cidade, do trânsito, das estradas, de um modo de vida dependente do uso de um artefato que exige grandes áreas para ser guardado e áreas muito maiores para seu exclusivo deslocamento.<sup>39</sup> Existe hoje uma tendência de miniaturização dos automóveis. Quase todas as montadoras japonesas possuem em suas linhas de produção os chamados “kei cars”, pequenos automóveis de até 660cc, que sugerem uma próxima onda, na medida em que essa miniaturização é combinada com o uso de eletricidade nos automóveis.

Somos hoje no mundo mais de seis bilhões de pessoas; temos hoje no mundo, em uso, ao redor de seiscentos milhões de automóveis. A proporção é pequena, como se vê; à luz dos problemas que vivemos hoje, vinculados ao automóvel – os índices de poluição, os engarrafamentos monumentais etc. – devemos então, baseados na regra de ouro, começar a imaginar como seria viver em um mundo no qual cada ser humano adulto tenha um automóvel; se tiramos desse cenário o problema ambiental, pois esses carros seriam movidos por energias limpas, nos resta saber onde esses automóveis andariam, onde seriam guardados, onde haveria espaço para, nos números de hoje, bilhões de automóveis em condições de uso.

Viver sem Deus não é difícil; basta ver que bilhões de pessoas no mundo praticam uma espiritualidade não-teísta como o budismo e o taoísmo. E sem o automóvel? Parece difícil viver sem ele, pela simples razão que algum tipo de transporte individual não dependente da força física pessoal parece ser necessário ocasionalmente; mas é difícil conceber um mundo no qual cada família tenha um automóvel, mesmo que sejam esses *key cars* e Tata Nanos, todos bem verdes, movidos a eletricidade ou hidrogênio. Por menores que fossem não haveria lugar para todos. O automobilismo como forma de vida parece nos obrigar a conversar cada vez mais e melhor sobre nosso modo de vida.



## CRÍTICA À CULTURA DO AUTOMÓVEL OU TEORIA CRÍTICA DA TECNOLOGIA?

---

*Ricardo Toledo Neder*

Uma teoria crítica da tecnologia para as condições contemporâneas se apresenta, hoje, como preocupação de uma parte da filosofia e da sociologia das ciências e da tecnologia. Tal preocupação é tributária das correntes dos Estudos Sociais de Ciência e Tecnologia que proliferaram a partir dos anos 1980. Também chamadas de construtivistas ou socioconstrutivistas, suas pesquisas procuram captar onde e como estão fincadas as raízes sociais do conhecimento e da tecnologia, como racionalidade instrumental em seu trânsito no mundo do poder, do mercado e da democracia. As perspectivas de valores envolvidos vislumbram quatro vertentes distintas: a instrumentalista, a determinista, a substantivista e a teoria crítica da tecnologia. O leitor poderia esperar que aqui se fizesse uma exposição mais abrangente, porém, é preferível concentrar o interesse na quarta e última visão, situando as contribuições da obra do filósofo contemporâneo Andrew Feenberg. Ele dialoga e polemiza com as demais perspectivas e assim renova a matriz crítica sobre racionalidade instrumental e tecnologia, na tradição da Escola de Frankfurt.

## Quatro perspectivas contemporâneas da tecnologia

O senso comum percebe um *sistema técnico* enquanto suporte instrumental para realizar valores e desejos, e como tal é parte do poder. Mas os *meios tecnológicos*, em si, seriam neutros, pois são vistos como instrumentos do poder. Este é que varia. Os meios técnicos, apesar de todos os desastres, continuam supostamente seguros. Tal vertente foi elaborada pela reflexão filosófica sob a perspectiva do instrumentalismo como relação marcante com o fenômeno técnico P1.

<sup>1</sup> Elaboração do autor com base nas concepções de FEENBERG, Andrew. *Critical theory of technology*. Oxford: Oxford University Press, 1991 e DAGNINO, Renato. *Neutralidade da ciência e determinismo tecnológico*. Campinas: Unicamp, 2008. p. 241.

### Eixo da Tecnologia – "Cadeado" (*lock-in*)<sup>1</sup>

Tecnologia supostamente orientada para a neutralidade e filosoficamente determinada pelo monismo tecnológico; autônoma, progressiva e dotada de códigos técnicos fechados.

#### P1 – Instrumentalismo

Visão moderna otimista da tecnologia baseada no padrão da fé liberal: trajetória única de progresso e de conhecimento ascendente; monismo ou unitarismo tecnológico. A tecnologia é ferramenta para realizar necessidades.

#### P2 – Determinismo

Modernização: conhecimento do mundo natural que serve ao homem para adaptar a natureza. Guiado pelo otimismo marxista diante da tecnologia como força motriz da história.

A *tecnologia-cadeado*, supostamente orientada para a neutralidade e filosoficamente determinada pelo monismo tecnológico, é autônoma, progressiva e dotada de códigos técnicos fechados. O eixo *tecnologia-cadeado* de P1 e P2 é uma simplificação. Na teoria econômica da inovação, chamam a isso "fazer da tecnologia um processo *lock-in*". Para cada encadeamento no mercado por onde circula a tecnologia, uma parte é trancada por direitos de propriedade intelectual (patentes). Um circuito, uma combinatória, um desenho tornam-se (en) cadeados no mercado.<sup>2</sup> Para que a tecnologia-cadeado seja social e economicamente ratificada, é necessário outro componente para o qual serão chamadas as ciências sociais e humanas. É preciso construir a convicção de que a melhor tecnologia vai ser adotada. Mas qual o modelo do melhor estado da arte? Isso não tem sido pacífico. As disputas entre as partes pela inovação sob o capitalismo envolvem algo mais. É preciso o instrumentalismo de P1, mas sem a convicção, fé e ideologia deterministas (P2) as coisas não andam. É necessário difundir que a modernização tecnológica da sociedade é o objetivo central do progresso e vice-versa.

<sup>2</sup> Agradeço ao colega Maurício Amazonas (CDS-UnB) a lembrança sobre o *lock-in* da economia da inovação, numa conversa ocasional.

A necessidade social de dispormos da melhor tecnologia para construir pontes será guiada pelo *melhor estado da arte para construir pontes*. Uma tecnologia assim deve ser eficaz em qualquer lugar do planeta. Logo, não se coloca para P1 se há ou não outros valores que não a eficácia. Coloca-se a questão: *qual o melhor estado da técnica de construir pontes?* Desta escolha decorre o resto. A razão instrumental subjacente a P1 adota, portanto, como irrelevante a questão do determinismo tecnológico. Determinismo (P2) é o modelo de fazer ciência e tecnologia orientadas por valores do mercado. Quem compra uma lâmpada ou uma telha não quer saber se existem valores de um sistema técnico por detrás de tais objetos. A maioria apenas exige garantia de que o objeto adquirido vá funcionar e não quer ser *enrolada* ou que lhe advenham prejuízos, se houver problema.

Essa breve reflexão acerca da importância dos códigos sociotécnicos ocultos na racionalidade funcional é um ponto de partida filosófico e sociológico simples. Mostra como é difícil e complicada a ação coletiva das massas diante da tecnologia. As críticas projetivas o demonstram. São propostas recontextualizantes, para unir elos perdidos, unir aspectos e dimensões valorativas internalizadas no código com outros valores depreciados atualmente.

A crítica lança projetivamente aspectos fundamentais que podem alterar dispositivos internos do sistema técnico. Tais dispositivos – códigos – resultam de acordos tácitos entre gestores, trabalhadores e técnicos, testados *ex situ* e *in situ*. Participaram do processo professores, alunos e pesquisadores, empresários e o Estado. Ao longo do trajeto na sociedade, a tecnologia vai assimilando (e ocultando) dispositivos no e do código técnico. Torna-se uma caixa-preta<sup>3</sup> e, como tal, é desconhecida pelo senso comum das pessoas. Elas não tomam como *real*<sup>4</sup> a relatividade do desenho e do projeto da caixa preta. A ocultação passou a ser ativa e está presente hoje tanto em P1, quanto em P2, mediante um conjunto de percepções e opiniões, valores e posicionamentos. Podemos chamá-lo de “o melhor estado da arte” (*state of the art*) da tecnologia.

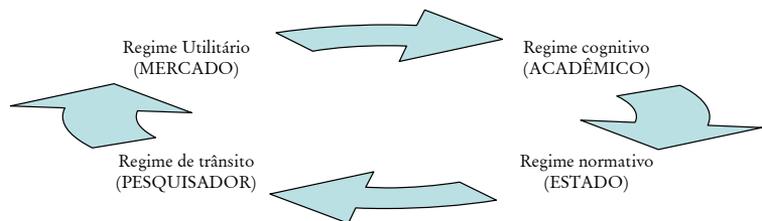
A convicção e a fé na tecnologia industrial do automóvel nunca estiveram dissociadas da política e da esfera pública. Na modernidade dos anos 1950, a empreitada de mudança da capital política do Brasil com a construção de Brasília prova isso. O traçado urbano, a circulação e acessibilidade, as linhas de fuga da cidade foram projetadas a partir de uma decisão política. A mudança e a construção

<sup>3</sup> Tal concepção encontra-se nos trabalhos correntes da sociologia da tecnologia e da ciência pós-1980. Dentre os autores com trabalhos mais representativos podemos citar: LATOUR, Bruno. *Ciência em ação*. Como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. São Paulo: Edunesp, 2000; *A esperança de Pandora*. Bauru/São Paulo: Edusc, 2001; NOBLE, David. *América by design*. Science, Technology and the rise of corporate capitalism. New York: Oxford University, 1977; DAGNINO, Renato. *Neutralidade da ciência e determinismo tecnológico*. Campinas: Unicamp, 2008; CORIAT, Benjamin. *Ciência técnica y capital*. Madri: H. Blume, 1976.

<sup>4</sup> O psicanalista e ensaísta francês, Jacques Lacan, diz que “o real é o que não pode ser imaginado”. Mais ou menos o que a palavra *real* aqui tem como significado: aquilo que o senso comum não pode imaginar.

seguiram códigos *concretizados* pelos sistemas técnicos da indústria automobilística. Tal dimensão pragmática e ao mesmo tempo simbólica pode ser tomada como um princípio geral do determinismo tecnológico. (Veremos adiante se isso é mesmo convincente).

O determinismo esteve subjacente à visão marxista e socialista clássica diante do fenômeno técnico e do progresso capitalista. Sendo uma força motriz da história, o conhecimento do mundo natural serve ao homem para adaptar a própria natureza. Desde os anos 1930 que P1 e P2 concretizam socialmente uma complexa teia de internalização da tecnologia mediada ou regulada por quatro regimes:



O regime cognitivo opera com a regra de exclusão formada pela metafísica matemática e racionalista-empiricista. Outros conhecimentos e saberes são reticulados ou absorvidos seletivamente, excluídos e os demais hierarquizados com esta linha de corte. P1 e P2 foram internalizadas no âmago das ciências humanas e sociais.

O regime utilitário adota o mercado capitalista concreto como arena de disputa da melhor tecnologia, e elimina todas as *tecnologias sociais* geradas pelos demais sujeitos de conhecimento. No regime normativo, o aparelho estatal sanciona a melhor tecnologia ao regulamentar as normas e padrões de uso da sociedade. Ao proceder assim, o Estado – tal como fazia no passado, ao utilizar a metafísica da Religião – sanciona o *imprimatur* nos medicamentos, alimentos, matérias-primas.

### **P3: A tecnologia como portadora de valores**

Mas conhecimentos e saberes não andam sozinhos pela sociedade. Estão encarnados nos pesquisadores. Os sujeitos sociais populares de senso comum – a sua maneira – geram conhecimento interativo e aplicado. Ambos interagem por meio do meu/nosso trânsito na sociedade. Quando atuo em diferentes instituições, movimentos, demandas e exigências – *diálogo* com o conhecimento e saberes de senso comum. Esse trânsito tem um regime regulamentado

<sup>5</sup> Abordei as dinâmicas dos quatro regimes em NEDER, R. T. Tecnologia social como pluralismo tecnológico. In: VII Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología – Esocite. Rio de Janeiro, 2008. PAPER 35537. Publicado na internet na Rede Brasileira de Tecnologia Social – RTS: <http://www.rts.org.br/artigos/tecnologia-social-como-pluralismo-tecnologico>



Martin Heidegger  
(1889-1976)



Jacques Ellul  
(1912-1994)

<sup>6</sup> HEIDEGGER, Martin. *The question concerning technology*. Transl. by W. Lovitt. New York: Harper; Row, 1977.

<sup>7</sup> ELLUL, Jacques, *The technological society*. Transl. by J. Wilkinson. New York: Vintage, 1964.

cuja linha de corte é o código profissional, que impede a livre troca entre saber popular e conhecimento sancionado pelo *imprimatur*.

Assim, diante de uma tecnologia que passa a ter influência crescente na dinâmica real e contraditória da sociedade, outras duas perspectivas levantam seu olhar. P3 e P4, a seguir detalhadas.<sup>5</sup>

### Eixo da tecnologia como substância e *poiesis*

Tecnologia controlada pelo homem, condicionada por valores e geradora de pluralismo tecnológico.

#### P3 – Substantivismo

Meios e fins são determinados pelo sistema. Predomina o pessimismo da primeira geração da Escola de Frankfurt. A tecnologia não é instrumental. Incorpora valor substantivo. Não pode ser usada para propósitos diferentes, sejam individuais, sejam sociais.

#### P4 – Teoria crítica

Opção que oscila entre engajamento, ambivalência e resignação. Reconhece o substantivismo e realiza sua crítica sob o construtivismo sociológico. Tem uma filosofia da tecnologia crítica; é otimista quanto ao desenvolvimento das formas de controle. Vê graus de liberdade. O desafio é criar meios nas instituições para o controle. O foco é a escolha dos valores que regem os sistemas meios-fins alternativos. A perspectiva P3 adota o ponto de vista de que a tecnologia é uma negação da essência humana de cada um, e da sociedade. A manipulação de outros sujeitos pela tecnologia aniquila o nosso potencial de criar e elaborar livremente. Tal impedimento do sujeito social decorre do fato da tecnologia estar sempre impregnada de valores. Entretanto, a característica dessa impregnação reside numa qualidade surpreendente da tecnologia moderna, a ilusão de neutralidade criada pelo instrumento. Quanto mais complexa a tecnologia maior a ilusão de neutralidade.

A filosofia substantivista da tecnologia tem entre seus mais destacados precursores no século XX Martin Heidegger<sup>6</sup> e Jacques Ellul<sup>7</sup>. “Heidegger” – afirma Feenberg – “nos mostra um jarro grego ‘reunindo’ os contextos nos quais foi criado e suas funções (comparando-o a uma moderna hidrelétrica, RTN). Não há nenhuma razão por que a tecnologia moderna também não possa reunir-se com seus múltiplos con-

<sup>8</sup> FEENBERG, Andrew. *Critical theory of technology*. Oxford: Oxford University, 1991. 2. ed. New York: State University of New York, 2006. 216 p.

<sup>9</sup> *Poiesis* é a qualidade que nos habilita a sermos capazes de criar e fabricar, segundo um modelo ou desenho.

<sup>10</sup> Os fundadores da Escola de Frankfurt viram no fenômeno técnico – tal como Heidegger – um destino inexorável da sociedade contemporânea. As contribuições de Adorno e Horkheimer à filosofia da tecnologia os situam na corrente P3. Há um pessimismo fundamental na sua *Dialética do Iluminismo*, para além do qual só há respostas na esfera das artes, da música e da literatura. A vertente P4 é tributária dos formuladores da Escola de Frankfurt, que se basearam nas concepções de Marx sobre o papel fundamental e progressivo da ciência para o capitalismo.

*textos, embora com um pathos menos romântico*<sup>8</sup>. Ao adotar um valor utilitarista no uso do automóvel, por exemplo, tenho que sacrificar outros valores? Isto é verdade. Adoto os do automóvel, e não uso os do ônibus.

Cada tipo de tecnologia carrega uma cesta de valores. O problema foi elaborado pela primeira geração desta abordagem: por que o senso comum toma a tecnologia com a ilusão de neutralidade? A questão é o substrato das correntes da filosofia e sociologia da tecnologia que se seguiram ao longo dos últimos 30 anos, herdeiras de P3.

Na realidade, todo o eixo essencialista (P3-P4) parte da pergunta: Há uma *essência na tecnologia*? Mas P3, ao tomar a tecnologia como dotada de substância ou valores, nega que seja criação ou *poiesis*<sup>9</sup>. A diferença básica entre P3 e P4 foi destacada por Feenberg. Se toda tecnologia é dotada daquela cesta de valores, então, pode ser enriquecida por outros valores antes reprimidos, tidos como bobagens, ou simplesmente esquecidos durante a concepção do código técnico.

Somos todos herdeiros, queiramos ou não, das críticas da ótica P3. A reelaboração de P3 em P4 como Teoria Crítica da Tecnologia, contudo, nascerá do entrelaque das concepções de Adorno e Horkheimer, além das de J. Habermas sobre racionalidade instrumental.<sup>10</sup> Mas receberá especial impulso com Marcuse sobre o papel da tecnologia no capitalismo do pós-II Guerra.

## P4 – Tecnologia, poder e democracia

Weber irá tomar de Marx a concepção P2 e elaborar a teoria das esferas autônomas de racionalização.<sup>11</sup> As heranças entrelaçadas das quatro gerações serão, por sua vez, recriadas na segunda metade do século XX, pela teoria dos meios de J. Habermas.

Para Feenberg, com a crítica ambientalista e ecológica à tecnologia, a partir dos anos 1980, associada às contribuições de Herbert Marcuse e Michel Foucault (1924-1984), foi possível abrir caminho para superar a teoria essencialista da tecnologia de Heidegger. Feenberg fará também a reelaboração da teoria crítica da tecnologia da Escola de Frankfurt buscando superar a concepção crítica de racionalidade de Habermas, autor da teoria dos meios em esferas onde predomina a razão instrumental.



Theodor Adorno (1903-1969) na frente, à direita, e Max Horkheimer (1895-1973) à esquerda. Jürgen Habermas (1929- ) no fundo à esquerda. Heidelberg, Alemanha, 1965. Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Max\\_Horkheimer](http://pt.wikipedia.org/wiki/Max_Horkheimer)

<sup>11</sup> A concepção weberiana de racionalização das diferentes esferas da vida social foi matriz justificadora das teorias adotadas pela maioria das escolas de administração do trabalho nas empresas modernas. Trata-se de uma versão P3 essencialista que adotou, porém, um viés realista: “diante da tecnologia e da racionalização, só nos resta controlar seus efeitos negativos pela administração dos positivos”.

<sup>12</sup> Segundo Feenberg, a idéia de que a tecnologia é neutra, mesmo com as limitações que Habermas levanta, é lembrança do instrumentalismo ingênuo, porque analisa a tecnologia no plano das causas e perde a ação diante das conseqüências. A questão é: “podemos aprender com estes dois pensadores (Heidegger e Habermas) sob o pressuposto de que não somos nem metafísicos nem instrumentalistas, e que rejeitamos tanto uma crítica romântica da ciência quanto a neutralidade da tecnologia?” Assim indaga Feenberg em sua obra *Questioning technology*. *Op. cit.*

<sup>13</sup> Tais correntes são pluridisciplinares e se constituem por abordagens econômicas, sociológicas, políticas e de políticas de gestão sobre os processos envolvidos no trânsito da ciência e tecnologia na sociedade. Estão envolvidas, em sua maioria, com os regimes descritos na seção primeira deste artigo.

Habermas concebe a razão comunicativa e a ação comunicativa, enquanto comunicação livre, racional e crítica nas esferas alternativas, fora da teoria dos meios. A ação técnica tem características apropriadas a algumas esferas da vida, e inadequadas a outras. Feenberg, por sua vez, aponta notável ausência de elaboração das dimensões societárias e políticas da tecnologia na teoria dos meios de Habermas, colocando em evidência o fato de que, para Habermas, a tecnologia é neutra em sua própria esfera, mas, fora dessa, causa as várias patologias sociais que são os problemas principais das sociedades modernas. Assim, Habermas oferece uma versão modesta e desmistificada da crítica da tecnologia.<sup>12</sup>

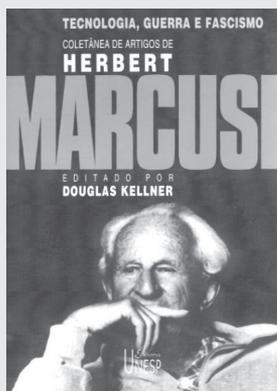
Feenberg, diante dessa posição, muda conceitualmente o *locus* da tecnologia para ocupar uma terceira categoria própria na teoria dos meios universais, com valores do mesmo tipo que atribuímos ao dinheiro e ao poder. Não se trata mais de uma mera base técnica orientada para adequar a racionalidade que poderia ser além de capitalista, socialista ou comunista.

Dessa forma, Feenberg fará a crítica à apologia da tecnologia sob o socialismo real. Os marxistas estavam imbuídos de uma crítica às relações de poder, destacando mais um ambiente de racionalidade instrumental em geral.

Para elaborar a perspectiva P4, Feenberg postula em sua filosofia que é necessário revelar como essa racionalidade instrumental se faz diariamente presente nos sistemas técnicos. A obra de Herbert Marcuse será fundamental para Feenberg tomá-lo como precursor das tentativas de construir uma teoria crítica da tecnologia. Marcuse elaborou aspectos da crítica substantivista de Heidegger (seu antigo professor) e de Adorno e Horkheimer. Rejeitou o pessimismo dessas duas vertentes de P3. Buscou a compreensão do problema da ilusão gerada pela tecnologia, embora não tenha chegado a elaborar precisamente como isto se dá.

A resposta coube a Feenberg, que foi aluno de H. Marcuse, na Universidade de Berkeley na época das revoltas estudantis contra a Guerra do Vietnam nos anos 60 do século passado.

A obra de Feenberg é significativa por duas razões centrais. Com base nos estudos construtivistas contemporâneos<sup>13</sup>, elaborou uma filosofia que tem implicações com a ação social e política, cultural e político-cognitiva numa sociedade dita do conhecimento. Ele nos convida a sermos capazes de reintegrar valores esquecidos ou desprezados à cesta de valores da tecnologia convencional.



Obra póstuma de Herbert Marcuse (1898-1979) *Tecnologia, Guerra e Fascismo* (São Paulo: Edusp, 1999)

Essa obra de Herbert Marcuse (1898-1979) foi concebida para reunir, nos Estados Unidos da América, os artigos inéditos do autor, bem como as cartas que trocou com M. Horkheimer e M. Heidegger. Todos versam direta ou indiretamente sobre as implicações sociais da tecnologia moderna.

Uma das questões centrais é em que medida, mais do que um problema ético ou de validade científica, a tecnologia molda as formas da vida social (cultura, subjetividades, opções econômicas). Marcuse expõe a tese de que, por incorporarmos a tecnologia como parte da nossa realidade, também poderemos viabilizar formas de liberar a razão instrumental para outros fins que alterem a repressão da sociedade de classes baseada na indústria do consumo de massa. Fins estes que atendam às aspirações e interesses construídos em torno de valores estéticos, novos modelos sociais e existenciais, assim como valores de autonomia e organização social da educação e da economia.

<sup>14</sup> A noção de “concretização” provém da obra de outro precursor da filosofia da tecnologia, no século XX, Gilbert Simondon (1924-1989). P4 deve a Simondon as bases de uma teoria da existência do objeto técnico no mundo social, sem a qual não é possível superar a ilusão naturalista do objeto técnico como comparável a qualquer objeto natural (primeira natureza).

<sup>15</sup> VEAKE, Tyler. *Democratizing technology*; FEENBERG, Andrew. *Critical theory of technology*. Op. cit. (2006). As principais obras de Feenberg são *Critical theory of technology* (Oxford: Oxford University, 1991), *Alternative modernity* (University of California, 1995); *Questioning technology* (London: Routledge, 1999). A segunda edição deste último livro apareceu pela Oxford em 2002, sob o título *Transforming technology*. Em 2004 lançou *Heidegger, Marcuse and Technology: the Catastrophe and Redemption of Enlightenment* (London: Routledge, 2004).

<sup>16</sup> Uma viagem para o trabalho exigiria acesso ao serviço de transporte público. Barato, rápido, seguro e confortável, com duração de no máximo 25 minutos. É o que propõe, um tanto ingenuamente, o sociólogo e urbanista holandês J. H. Crawford em seu

Para tanto, a teoria crítica de Feenberg demanda que seja aberta a caixa-preta dos códigos técnicos. Trata-se de conhecer os detalhes dos modos operatórios e da filosofia das formas de subjetivação dos sujeitos. A subjetivação se dá por meio das nossas relações com os objetos e sistemas técnicos e a operação foi chamada de *concretização*<sup>14</sup>.

No interior da crescente e influente perspectiva P4 – que envolve também correntes construtivistas da ciência e da tecnologia –, destaca-se a Teoria Crítica da Tecnologia de Andrew Feenberg. Sua característica é elaborar as condições cognitivas para uma reforma tecnológica, que vai certamente depender de outras instâncias éticas, jurídicas, de novas sociabilidades dos sujeitos na esfera pública. Mas parece fora de dúvidas que ela ocorrerá.

A análise crítica da obra de Feenberg foi realizada por colegas filósofos e pesquisadores nos Estados Unidos, e o resultado publicado numa coletânea de 2006<sup>15</sup>. Feenberg reabriu a crítica aos sistemas técnicos, concordando que é dramático e irremediável o sentido da perda (humana e afetiva) inerente à racionalização técnica.

site *Carfree cities* (“Cidades livres de carros”). A proposta de Crawford é simples, e nada tem de ousada: banir o uso de automóveis em áreas urbanas. Mas, o banimento exige (re)construir as cidades, e os ambientes construídos têm uma história de muitas vidas entrelaçadas, ao contrário das propostas colocadas no papel ou na internet. “As nações industrializadas cometeram um terrível erro ao adotar o carro como principal meio de locomoção nos meios urbanos”, diz no portal. Para confirmar tal visão, avalia que “o automóvel trouxe para as cidades sérios problemas ambientais, sociais e estéticos.” Daí para a prancheta foi um gesto direto e simples: projetou uma cidade modelo sem carros, constituída por 100 bairros circulares, com ruas estreitas que se dirigem para a via central de transporte, divulgou na internet e, com isto, aumentou o caudal de críticas ao automóvel. (Fonte: <http://cienciahoje.uol.com.br/777>). A teoria crítica da tecnologia indagaria: quem serão os sujeitos desse desenho tecnológico? Parece ingênuo, mas é significativo o *Carfree cities*. Trata-se de uma crítica projetiva para uma tecnologia-social-sem-sujeito. Este imaginário está transitando na web. Experimente digitar a expressão em inglês no navegador de buscas e, em menos de 8 segundos, aparecerão 14 milhões de referências cruzadas.

<sup>17</sup> Gorz denuncia um paradoxo ligado à cultura do automóvel: “Ele é imprescindível para escapar do inferno urbano dos carros. A indústria capitalista ganhou assim o jogo: o supérfluo tornou-se necessário”. Outra reflexão levantada por Gorz – e pelos textos seguintes, dos grupos *Aufheben* (alemão) e *Mr. Social Control* (tcheco) – discute a estruturação do espaço urbano. “A verdade é que ninguém tem opção”, lamen-



Andrew Feenberg é atualmente professor de Filosofia da Tecnologia na Universidade Simon Fraser, de Vancouver, Canadá.

anos do século XX, mas ao longo da história o objeto foi sofrendo desvios de implementação. Como se fosse regido por uma técnica pura, aplicada sem outros valores que os do mercado consumidor. Feenberg propõe então a noção de *instrumentalização* secundária (ou societária) para recuperar não somente desvios negativos (poluição, destruição do tecido urbano, imposição de modos de consumo segregadores entre ricos e pobres), mas também dimensões externas positivas, esquecidas dos sistemas técnicos conexos ao objeto. Também podemos chamá-las de dimensões societárias. Não comparecem no desenho e projeto original do objeto. Contudo, durante a instrumentalização societária, há valores que serão ou incorporados ao objeto, ou distorcidos ou rechaçados. A instrumentalização societária do automóvel, por exemplo, ocorreu com base nesse processo de *sobredeterminação*, que afeta outros objetos e sistemas técnicos complexos, originalmente nada vinculados à instrumentalização primária do objeto automóvel. Os valores que orientam os outros sistemas foram esquecidos. Prova disso é o abandono de toda sofisticação para dotar os sistemas coletivos de transporte de massa, nos últimos 50 anos, de valores atrativos (usabilidade, acessibilidade, conforto, flexibilidade, viabilidade econômica...) nas cidades mundiais.

O diálogo filosófico de Andrew Feenberg é orientado para os sujeitos sociais, autores de críticas projetivas, ou seja, as que buscam respostas às distopias do homem no caos do capitalismo moderno. Sua teoria crítica não se pro-

Mas, essa visão tem elementos deterministas, pois atribui à mudança técnica uma mesma essência fixa. Feenberg, noutra vertente, irá reabrir a crítica aos modos operatórios de concretização dos sistemas técnicos. Distingue formas de *instrumentalização* primária e secundária, mescladas no mesmo objeto e respectivo sistema técnico. A primária é reducionista, exclui todas as qualidades externas, bem como valores inúteis à relação meio-fim do objeto.

Um automóvel é fruto de uma instrumentalização primária. Data dos primeiros

ta Gorz. “Não se é livre para ter ou não um carro uma vez que o universo dos subúrbios é projetado em função dele.” Os grupos europeus também destacam a identidade estabelecida pelo carro e a exclusão social por ele provocada. Fonte: <http://cienciahoje.uol.com.br/777> consultado em 20/09/2008. Segundo a mesma fonte, em São Paulo, um estudo da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli/USP) analisou a reação de usuários de automóveis às políticas públicas para reduzir a demanda por transporte individual. Das pessoas consultadas, 58,5% circulam sozinhas em seus carros e não se consideram responsáveis pela poluição do ar da cidade. Apenas 29% dos entrevistados assumiram que seu veículo causa problemas ambientais, e 12,5% não se posicionaram. A pesquisa concluiu que os motoristas da capital paulista só deixariam de usar seus carros se sofressem pressões econômicas, como pedágio urbano ou multas...

<sup>18</sup> FEENBERG, A. Marcuse ou Habermas – Duas críticas da tecnologia. *Inquiry*, 39:45-70, 1996. Tradução de Newton Ramos-de-Oliveira.

<sup>19</sup> Para conhecer a obra de Andrew Feenberg, consultar sua página pessoal na internet onde há textos publicados em português: <http://www.sfu.ca/~andrewf/>. A coletânea de textos significativos do autor será publicada em breve (2009) no Brasil.

**Ricardo Toledo Neder** é graduado e doutor em Ciências Sociais, professor no Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília (UnB) e pesquisador no Observatório do Movimento pela Tecnologia Social – CDS/UnB. [rtnader@unb.br](mailto:rtnader@unb.br)

põe *projetiva*, mas auxilia os críticos projetivos. Para isso deve ser questionada diante das exigências da realidade. Contribuiria ela para uma compreensão alargada das dificuldades da ação social e política de democratização dos sistemas técnicos? Como se situaria diante de valores da reforma urbana e rural, socioambientalista-ecológica, feminista e de gêneros, do trabalho e da produção, das identidades étnicas e da *biopolítica* do consumo e do corpo?

As críticas projetivas buscam preencher a lacuna dos valores rechaçados pelos sistemas técnicos.<sup>16</sup> As alterações sobredeterminadas pela cultura do automóvel também ocorrem no desenho e projeto da maioria das infra-estruturas urbanas. Porém, os desvios negativos de implementação do objeto não se explicitam no senso comum de milhões de motoristas ao volante.<sup>17</sup>

Para Feenberg, a tecnologia é um meio pelo qual a coordenação-ação instrumental substitui a compreensão comunicativa, mediante objetivos marcados pelo interesse em qualquer esfera social.<sup>18</sup> Essa coordenação sufoca as possibilidades de sistemas regulares de consulta e democracia entre os senhores dos sistemas técnicos e a população. A teoria crítica da tecnologia de Feenberg nos convida a conectar tal compreensão aos esforços de resistência dos movimentos em favor da abertura das especificações das tecnologias de informação, farmacêuticas, médicas, midiáticas, ambientais, alimentícias e nutricionais, saberes populares e étnicos.

Hoje, comenta Feenberg, os senhores dos sistemas técnicos são responsáveis pelas decisões que obscurecem, distorcem ou filtram, e mesmo regulam diretamente a aplicação das decisões tomadas sob o estado de direito da democracia política. Eles teriam prevalecido, não houvesse resistência e, sobretudo, crítica projetiva em dois casos históricos. Um é a própria internet como sistema de comunicação universal e de código aberto (luta na qual Feenberg se engajou nos anos 1980, demonstrando seu papel na educação on line); outro é o das resistências para tornar o tratamento de pacientes HIV aberto como política pública.

A obra de Feenberg<sup>19</sup> oferece a reflexão, clara e direta, acerca da importância da democratização de processos internos e ocultos que regem os códigos sociotécnicos. Trata-se do que ele chama de crítica projetiva recontextualizante, capaz de expor publicamente a relatividade das alternativas técnicas. Tal reflexão está na base da concepção de pluralismo tecnológico proposta na teoria crítica da tecnologia.



## A IDEOLOGIA RODOVIARISTA NO BRASIL

---

*Marco Aurélio Lagonegro*

**E**m que circunstâncias o setor automobilístico-rodoviário alcançou hegemonia no país, tornando-se reflexo das relações Brasil-Estados Unidos? Para responder a essa questão, é preciso remontar ao legado institucional de Washington Luiz, o homem público que abria estradas visando a paz social a qualquer custo. A partir de então, a indústria automobilística tornou-se a diretriz do desenvolvimentismo que moldou cidades, gerou metrópoles, rasgou estradas por todo o país e definiu um projeto macroeconômico instrumentalizado como solução a históricos problemas políticos, envolvendo relações intra e inter-classes, a custos sociais e ambientais elevados.

## A ideologia rodoviária

Por rodoviário, ou *ideologia rodoviária*, entendamos um projeto coletivo de adoção de um novo meio de transporte, o automóvel, que exigiu inovações técnicas, institucionais e sociais para sua viabilização.<sup>1</sup> A ideologia rodoviária demandou a eliminação de outras modalidades para impor os interesses de seus formuladores junto ao Estado e induziu a formação de grupos de pressão política, de uma infinidade de empresas do ramo, em particular de uma incipiente indústria de autopeças, embrião da produção automobilística nacional. Com a ideologia rodoviária assimilada pela administração pública da cidade, do estado de São Paulo e depois do país, a implantação e conservação do sistema viário tornaram-se *programa tácito de governo*, refratário a discussões, críticas ou alternativas. A ideologia rodoviária presidiu a formação do *complexo automobilístico-rodoviário*,<sup>2</sup> conjunto de interesses em que assomam a produção automobilística, a indústria petroquímica e a construção pesada, os setores mais protegidos pelo Estado brasileiro.

O rodoviário dominou o Estado brasileiro pelo modo centralizado com que os grupos oligárquicos o impuseram ante um poder público que consideravam *seu*. Em uma democracia liberal, primitiva e imperfeita, líderes políticos, identificados com o primado do rodoviário, firmaram-se acenando ao povo com promessas de afluência espelhadas no modelo norte-americano e enfrentaram seus pares apostando na substituição de importações e na produção nacional de veículos como meta do desenvolvimento. O triunfo do rodoviário brasileiro contou com o concurso de homens públicos que o favoreceram, entre os quais avulta Washington Luiz Pereira de Souza (1869-1957), para quem governar era sinônimo de abrir estradas, e os problemas sociais, caso de polícia.

### Washington Luiz

Fluminense de Macaé, Washington Luiz testemunhou a sangrenta derrocada da escravatura em sua província. Recém-formado em direito na cidade de São Paulo, iniciou a vida pública na intendência (prefeitura) de Batatais e casou-se com uma filha do barão de Piracicaba, deitando raízes entre os grandes da oligarquia agrária paulista. Na virada do século XX, automóveis e caminhões já eram uma realidade para fazendeiros graúdos, que os adquiriam como

<sup>1</sup> ROCHA, Léa Maria da. *O Rodoviário em São Paulo* (dissertação de mestrado). São Paulo: Departamento de Sociologia da FFLCH-USP, 1985. p. 95.

<sup>2</sup> “Programa tácito de governo” e “complexo automobilístico-rodoviário” são expressões da socióloga Maria Irene Szmrecsányi.

ferramentas e símbolos de *status* numa sociedade em processo de modernização acelerada. Os jovens oligarcas Washington Luiz, Sylvio Álvares Penteado (filho de Antônio Álvares Penteado) e Antônio Prado Jr. tornaram-se então os mais ativos publicistas do automóvel e de suas vantagens sobre as ferrovias. Enaltecendo o papel reservado aos transportes rodoviários no país, organizaram corridas e excursões em precárias estradas dos arrabaldes paulistanos, as “bandeiras rodoviárias”. Numa delas, completaram em quinze dias a primeira ligação automobilística entre São Paulo e Rio de Janeiro.

Em sua gestão municipal (1914-1919), a prefeitura paulistana adquiriu as primeiras máquinas modernas de construção de estradas usadas no Brasil. Tomou medidas institucionais de forte impacto político. Uma delas, proposta como deputado estadual, marcou profundamente o rodoviarismo brasileiro. Criminalista e secretário estadual da Justiça e Segurança Pública entre 1908 e 1912,<sup>3</sup> Washington Luiz preocupava-se seriamente com a delinquência, comum e política, num país recém-saído da escravidão legal, em intensa urbanização e que acolhia diariamente milhares de imigrantes pobres; muitos, revoltados. A lei estadual nº 1.406 de 26/XII/1913, de sua autoria, elegeu em seu artigo 1º a construção de rodovias como a forma precípua de trabalho penitenciário em São Paulo.

Modernizante às avessas, prevendo salário e fundo de garantia, a lei nº 1.406 conjugou duas atividades vitais no controle dos movimentos da sociedade: repressão e circulação viária. Assim, ao subordinar a primeira grande repartição rodoviária brasileira à administração carcerária, sujeitou a produção e o consumo do espaço à insegurança social da oligarquia, vale dizer, ao arbítrio de segmentos refratários à ingerência de outros segmentos sociais na gestão da cidade e da sociedade, patente na ascensão política do rodoviarismo e da gendarmeria, nas fases “linha-dura” dos regimes de exceção, o Estado Novo e entre o período de 1969-1974.

Como orador, Washington Luiz expôs sistematicamente sua doutrina rodoviária da economia e da sociedade. Na presidência do estado (1920-1924), participava de comícios, festas, inaugurações e pronunciamentos, ocasiões em que discursava num estilo empolgante e acessível a todos. Historiador, mesclava erudição a bordões populares, cunhando metáforas cintilantes para seduzir o senso comum com sua bucólica utopia de pequenos produtores e seus caminhões repletos dos frutos da terra.

<sup>3</sup> Em sua gestão dessa importante pasta, São Paulo recebeu duas missões francesas, a que organizou a Força Pública, antecessora da Polícia Militar, e a que organizou a Polícia Civil, retirando a instituição do poder dos coronéis e profissionalizando-a. (LOVE, Joseph. *São Paulo: a Locomotiva na Federação Brasileira* (1889-1937). Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1982. p. 165, 175 e 178).

Inicialmente, postulou o “trinômio-síntese” da economia, a produção, o consumo e a circulação, em que esta dá sentido aos outros termos. Considerava prioridade do governo oferecer meios de circulação *bons para o ano inteiro*, isto é, rodoviários. De fato, as ferrovias não têm a rapidez, agilidade e flexibilidade dos meios rodoviários que, além de dispensarem baldeações, operam sem restrições de horário e transportam porta-a-porta, exigências básicas numa sociedade que se pretendia *up to date*. Em seguida, estimulou a formação de empresas fabris e comerciais no setor, afirmando que “todos os investimentos no setor são apenas adiantamentos, que contêm mil remunerações futuras”, além de proclamar sua capacidade de valorizar a propriedade fundiária.

Washington Luiz atuou para a institucionalização do rodoviarismo formando os primeiros grupos de pressão pelo setor. No I Congresso Paulista de Estradas de Rodagem em 1917, realizado em São Paulo e presidido por ele, decidiu-se pela criação da Associação Paulista de Estradas de Rodagem (APER), sendo seu primeiro presidente. Após a instalação da primeira montadora da Ford em São Paulo (1919), criou-se em 1920 a Câmara Americana de Comércio (CAC), ativa patrocinadora da APER e que fazia com que todos os seus integrantes também fossem da mesma APER. Daí por diante, os fatos se precipitaram em favor do rodoviarismo: a CAC e a APER trouxeram para São Paulo os engenheiros Luís Romero Samson e Donald Derrom, que rapidamente se associaram aos principais nomes da oligarquia para fundar a Auto-Estradas S. A., empresa que comandou a explosão rodoviária de São Paulo sobre o “sistema Y” do Plano de Avenidas de Prestes Maia (figura 1). A vinda da montadora da Chevrolet a São Paulo (1925) refletiu o entusiasmo da oligarquia com o rodoviarismo, encorajada para iniciar a escalada que culminou na produção automobilística nacional décadas depois.

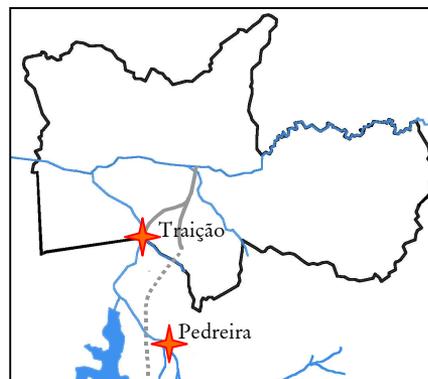
Lançada a semente em São Paulo e uma vez na presidência da república (1926-1930), Washington Luiz radicalizou o teor anti-ferroviário de seus discursos, pregando que as rodovias deveriam complementar as ferrovias, depois concorrer com elas e, enfim, substituí-las, pelos motivos já citados. Concluiu sua missão tributando os insumos automobilísticos para tornar o setor imune a restrições orçamentárias e flutuações da economia. É pouco provável que Getúlio Vargas, seu ministro da Fazenda, ignorasse suas idéias ao impor a industrialização do país em 1937, com a cidade de São Paulo se preparando rapidamente para sediar o complexo automobilístico-rodoviário.

## A metrópole rodoviária

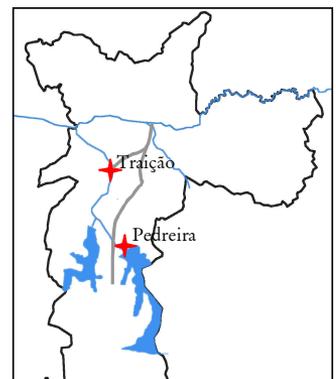
Em 1900, a empresa canadense *The São Paulo Light and Power Co.* instalou-se na capital paulista para gerar eletricidade e operar um serviço de bondes, mas acabou dividindo a oligarquia local à medida que seus interesses se diversificaram. As primeiras indústrias de porte implantaram-se em São Paulo na década de 1880, expandiram-se e tornaram-se grandes consumidoras de eletricidade. A formação da *Brazilian Traction Light and Power*, em 1912, assinalou o desdobramento dos interesses da companhia original<sup>4</sup> e seu alinhamento político à facção industrial do Partido Republicano Paulista (PRP), que tinha como membros Washington Luiz e o futuro presidente do estado Carlos de Campos. Dessa correção de rumos resultou a construção da usina de Cubatão, iniciada em 1927.

As obras do “Complexo da Serra” geraram um vetor de urbanização apontando para o sul da capital paulista, o já mencionado “Y”, tendo por pólos as usinas elevatórias da Traição e da Pedreira, construídas para reverter o rio Pinheiros e alimentar a represa Billings se necessário. A urbanização, ao seu redor, foi tão rápida e intensa que São Paulo incorporou o município de Santo Amaro (1935), situado entre a capital e a cabeceira da serra, onde se represaram as águas dos formadores do rio Pinheiros. Aí surgiu uma outra cidade de São Paulo, diversa daquela de Piratininga, isolada dos principais eixos ferroviários ao sabor da especulação imobiliária, dividida entre bairros “nobres” e populares, vizinhos em função do embrionário complexo industrial do ABC nas “imediações”.

<sup>4</sup> SAES. *A Grande Empresa de Serviços Públicos na Economia Cafeeira 1850-1930*. São Paulo: Hucitec, 1986. p. 23. SZMRECSÁNYI, Tamás. Apontamentos para uma História Financeira do Grupo Light no Brasil. *Revista de Economia Política*, v. 6, n. 1, 1986.



Fonte: Mapa Sara Brasil



Fonte: PMSP.

Figura 1: São Paulo em 1930 e em 1960, com o “sistema Y” ou “ ”.

<sup>5</sup> GATTÁS, Ramiz. *A Indústria Automobilística e a Segunda Revolução Industrial no Brasil*. 11. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1971. p. 40.

No início da década de 1930, industriais paulistas dominaram a tecnologia do aço *whiteheart*, leve e maleável, matéria-prima das autopeças.<sup>5</sup> Consideramos esse o fato fundante da indústria automobilística nacional, pois aí acirrou-se a guerra política por *medidas protecionistas* à indústria nascente, opondo os industriais aos fazendeiros-exportadores hegemônicos na República Velha. Essa disputa encerrou-se em 1956 com a proteção tarifária integral ao veículo fabricado no ABC, sancionada por Juscelino Kubitschek após concessões que neutralizaram as virtudes fordistas da indústria em favor dos valores embutidos na ideologia rodoviarista de Washington Luiz.

## Industrialização

Como já se mencionou, a Light dividiu a oligarquia de São Paulo ao aderir ao projeto de substituição de importações defendido pela ala industrial do PRP. Os oligarcas paulistas contrários à ruptura do pacto liberal viam na industrialização uma aventura irresponsável. Nata de agroempresários exportadores de café, bem informados e competentes, sempre lhes pareceu legítimo aspirar à hegemonia da sociedade. Esperavam que a Light cuidasse dos bondes e nada mais. Mas a empresa arrebatou todos os monopólios de serviços públicos da capital, indispondo-se acerbamente com os oligarcas, sobretudo o prefeito Antônio Prado. Ao se aliar depois aos industriais, motivou o cisma no PRP em 1926, quando os exportadores o abandonaram e formaram o Partido Democrático (PD) presidido por Antônio Prado,<sup>6</sup> brandindo a “moralização da política” para removê-lo do Executivo.

<sup>6</sup> Conselheiro do império, jamais foi republicano.

<sup>7</sup> Engenheiro, jamais foi fazendeiro.

Os grandes entre os remanescentes, liderados por Roberto Simonsen,<sup>7</sup> fundaram em 1928 o Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (CIESP) para pressionarem pelo secundário, quando a demanda por manufaturados se intensificou com a urbanização do país. Assim, colidiam em São Paulo os interesses ligados ao mercado externo e dos que pleiteavam o desenvolvimento do mercado interno. Os democráticos entrincheiraram-se na prefeitura da capital e os republicanos, na presidência do estado.<sup>8</sup> O perrepista radical Washington Luiz estava entre os maiores entusiastas pela industrialização, como deixou claro nos discursos que proferiu durante a I Guerra, quando se comprometeu a capacidade de importar. Essa disposição era compartilhada por Getúlio Vargas, o qual também representava os consideráveis interesses industriais do sul do país, o que não o impediu de se aliar com o PD para apelar Washington Luiz da presidência em 1930.

<sup>8</sup> Segundo SIMÕES Jr., José Geraldo. *O Setor de Obras Públicas e as Origens do Urbanismo na Cidade de São Paulo* (dissertação de mestrado). São Paulo: EAE-FGV, 1990. p. 56.

## Uma opção consciente

A chegada da Chevrolet ao Brasil revelou a que viria a indústria automobilística no país. Havia quem visse o transporte rodoviário como um auxiliar do desenvolvimento e do bem estar coletivo, como Monteiro Lobato, que considerava Henry Ford um empresário sério, irrepreensível, e seus veículos, desbravadores do interior do país. Já a Chevrolet ingressou no mercado brasileiro pelas mãos da CAC e da APER de forma espalhafatosa e festiva. O “Circo Chevrolet”, com faixas em aviões, painéis na encosta dos morros e desfiles de carros de luxo,<sup>9</sup> promoveu a alegria de possuir um símbolo de *status*, oposto ao que se esperava dos sisudos Modelos T da Ford, adquiríveis até pelos operários da empresa. Talvez daí a forma privilegiada com que a Chevrolet se aninhou na oligarquia paulista, desenvolvimentista ou não, e, daí, na vida pública brasileira. De fato, Sylvio Álvares Penteado foi o primeiro concessionário da marca Chevrolet no país,<sup>10</sup> inaugurando uma parceria importantíssima para a institucionalização do rodoviário, cujo clímax foi o fornecimento de veículos para o aparelho de repressão, os camburões Veraneio C-14<sup>11</sup>.

Após o ajuste político de 1932, os paulistas tiveram “carta branca” de Vargas para agir na economia, no que eram insuperáveis. Os democráticos, empolgados com a constituição de 1934, almejavam a presidência da república visando uma espécie de restauração agroexportadora em bases modernas, promovendo a citricultura, inclusive.<sup>12</sup> O programa do candidato Armando de Salles Oliveira para as eleições de 1938 contemplava uma revisão da legislação trabalhista vigente e sua flexibilização, mas, a pretexto de conter os movimentos comunistas, Vargas impôs o Estado Novo. Na versão brasileira de Estado totalitário, comum nessa época, Vargas e a gendarmeria eliminaram a oposição ao projeto de substituição de importações e industrialização do país, vinda da direita, do PD, ou da esquerda, do PCB. Em São Paulo, entrou em cena em 1937 Adhemar de Barros, epígono de Washington Luiz. Criou o Conselho de Expansão Econômica do Estado de São Paulo (CEEESP) dirigido por Simonsen, o qual, junto com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e o Instituto para o Desenvolvimento e Organização Racional do Trabalho (IDORT), atuou como um espécie de estado-maior da economia paulista, sobretudo no que tocava à provisão da infra-estrutura rodoviária e à adaptação da indústria ao cenário de guerra que se avizinhava.

<sup>9</sup> DOWNES, Richard. Autos over Rails: how US Business supplanted the British in Brazil, 1910-1928. *Journal of Latin American Studies*, Londres, n. 24, 2002. p. 573.

<sup>10</sup> REIS, Nestor Goulart. *Memória do Transporte Rodoviário*. São Paulo: CPA, 1997. p. 55.

<sup>11</sup> Atualmente, peruas Blazer, também da Chevrolet.

<sup>12</sup> Em Bebedouro, próximo a Barretos, onde já possuía fazendas de gado, matadouro e frigorífico, Antônio Prado inaugurou a citricultura paulista, um dos maiores fenômenos do capitalismo contemporâneo.

Igualmente decisiva foi a “Política da Boa Vizinhança”, que concluiu a *americanização* da sociedade brasileira frente ao moribundo imperialismo britânico e o refluxo da influência européia. Aplicada ao Brasil durante os sucessivos mandatos de Franklin Roosevelt por Nelson Rockefeller, pretendeu conquistar “pacificamente” o país, seduzindo a população pela difusão das virtudes do *american way of life*, do *glamour* de Hollywood e do prazer de consumir.<sup>13</sup> Junto com Rockefeller, veio sua principal empresa, a Standard Oil (Esso), particularmente ativa na defesa de seus interesses diante do Estado e na transformação do rodoviarismo num dado *a priori* da realidade.

O início da II Guerra forçou a substituição de importações e envolveu o setor de autopeças na luta por medidas protecionistas. As diretrizes do governo Vargas para a implantação de uma indústria de base tornaram-se mais objetivas, coerentes e agressivas, e seu fim explícito foi a produção nacional de automóveis. Após complexas negociações, nas quais a Comissão Executiva do Plano Siderúrgico Nacional jogou simultaneamente com os EUA e a Alemanha nazista, o governo Vargas decidiu-se em 1940 por uma empresa estatal financiada pelo Eximbank norte-americano, a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), que em 1946 começou a produzir aço laminado para a fabricação de chassis e carroçarias para caminhões.<sup>14</sup> Antes mesmo de inaugurar a CSN, Vargas instalou em Xerém (Rio de Janeiro) a Fábrica Nacional de Motores (FNM), que se tornou a maior compradora do setor de autopeças, atendendo à demanda por caminhões até sua fabricação no ABC paulista. A entrega ao tráfego das rodovias Anchieta, Anhangüera e do trecho paulista da Dutra selou a comunhão de interesses entre Adhemar e Vargas, pavimentando a via que o reconduziu à presidência em 1950.<sup>15</sup>

A polarização política entre “direita” e “esquerda”, antes e depois da II Guerra, dividiu a opinião pública, no segundo governo Vargas, entre “entreguistas” favoráveis e “nacionalistas” contrários à exploração dos recursos naturais do país por estrangeiros, sobretudo norte-americanos. O auge dessa contenda foi a campanha pelo monopólio estatal de petróleo e a criação da Petrobrás em 1953. Nesse cenário, setores contrários não só ao monopólio do subsolo, mas ao desenvolvimento e mesmo à produção nacional de veículos uniram-se para enfrentar os nacionalistas identificados com a esquerda e o populismo. Entre aqueles assomaram militares conservadores, a Escola Superior de Guerra (ESG) e a União Democrática Nacional (UDN),

<sup>13</sup> TOTA, Antônio Pedro. *O Imperialismo Sedutor*. São Paulo: Companhia das Letras, 2000. *passim*.

<sup>14</sup> NASCIMENTO, Benedito Heloiz do. *Formação da Indústria Automobilística Brasileira*. São Paulo: IGEOG-USP, 1976. p. 23.

<sup>15</sup> SAMPAIO, Regina. *Adhemar de Barros e o PSP*. São Paulo: Global, 1982. p. 70.

<sup>16</sup> A UDN foi a sucedânea da União Democrática Brasileira (UDB), pela qual Armand de Salles Oliveira concorreria na eleição abortada de 1938.

<sup>17</sup> BANDEIRA, Antônio Mo-niz. *Presença dos Estados Unidos no Brasil*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978. p. 326.

<sup>18</sup> ADDIS, Caren. *Cooperação e Desenvolvimento no Setor de Autopeças*. In: ARBIX, Glauco & ZILBOVICIUS, Mauro (orgs.). *De JK a FHC: a Reinvenção dos Carros*. São Paulo: Scritta, 1997. p. 133.

partido que aglutinou os inimigos que Vargas granjeou durante o Estado Novo.<sup>16</sup>

Ciente da conspiração que liquidaria com seu governo, Vargas sancionou a criação da estatal, criticado até por nacionalistas que queriam tapar brechas abertas à participação estrangeira na exploração do petróleo. Todavia, além de jogar pela primeira vez o Estado brasileiro contra os EUA,<sup>17</sup> a criação da Petrobrás revelou a disposição de seus opositores de limitar o conteúdo estatal e “popular” da empresa, na medida em que, ao fim da II Guerra, tudo parecia apontar para uma fatal emancipação do povo, fosse na perspectiva soviética, na keynesiana ou mesmo do populismo vigente por aqui.

Enfim, após garantir o abastecimento de combustíveis e lubrificantes em tempos de importação comprometida, Vargas ocupou-se da proteção alfandegária às autopeças. A estudiosa da industrialização brasileira, Caren Addis, detectou o alcance histórico da decisão de se implantar a indústria automobilística no país, particularmente pelo fato de produzir um bem com uma capacidade extraordinária de multiplicar e acumular capital, de estimular a economia como um todo, de ensejar “surtos ilimitados de prosperidade”.<sup>18</sup>

Em 1952, a Associação Profissional da Indústria de Peças para Automóveis e Similares do Estado de São Paulo alinhou-se à Comissão de Desenvolvimento Industrial (CDI), subordinada à Presidência da República. De suas oito subcomissões, destacou-se a Subcomissão para a Fabricação de Jipes, Tratores, Caminhões e Automóveis, chefiada pelo ex-presidente da FNM almirante Lúcio Meira, interlocutor do setor junto ao governo. Em meio às críticas dos importadores e à grita da UDN, Vargas abriu em 1953 a I Mostra da Indústria Nacional de Autopeças no saguão do aeroporto Santos-Dumont; no mesmo ano, a International Harvester, a Willys Overland e a Volkswagen inauguraram suas primeiras instalações no país para produzir utilitários e veículos de passeio com elevado índice de nacionalização das autopeças. Em 1954, a Subcomissão foi transformada na Comissão Executiva da Indústria de Material Automobilístico (CEIMA), para adotar mecanismos fiscais que facilitassem a importação de bens de capital.

Após a eliminação de Vargas, seu vice, João Café Filho, pressionado pela UDN, nomeou dois vultos da agremiação para postos-chave na economia, Eugênio Gudin para o Ministério da Fazenda, e Otávio Gouvêa de Bulhões para a diretoria da Superintendência da Moeda e do Crédito (SUMOC). Ambos deflagraram uma guerra de bastidores

munidos de instrumentos burocráticos e visando dificultar a importação do maquinário para a produção automobilística. Se não lograram seus objetivos integralmente, Gudin e Bulhões ao menos conseguiram impedir a nacionalização do setor, fazendo da associação de capitais o regime adotado pelos industriais brasileiros.<sup>19</sup>

Vencidas as resistências a seu nome, Juscelino Kubitschek assumiu para governar “atipicamente”, conjugando estabilidade política com desenvolvimento econômico num cenário caracterizado por fatores internos favoráveis e externos hostis. Dentre os últimos, o principal foi a “doutrina Eisenhower”, exigindo dele adesão total ao anticomunismo e o fim do monopólio do petróleo. Em resposta, o Programa de Metas procurava, entre outras coisas, legitimar sua ação diante da população para neutralizar o esforço desestabilizador da UDN.<sup>20</sup> Valendo-se da “administração paralela” para implementá-lo, criou os “grupos executivos”, o mais importante e produtivo deles, o da Indústria Automobilística (GEIA), presidida por Lúcio Meira. Com recursos dos leilões de divisas e dos empréstimos subsidiados do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE), Kubitschek desafiou os fabricantes de veículos a se instalarem no país, para produzirem o mais rápido possível veículos necessários à consecução da “meta-síntese”, a construção de Brasília. Acenando com ainda mais subsídios a fim de nacionalizar o quanto antes a produção do motor, o GEIA contribuiu para a oligopolização “necessária” do setor num mercado restrito e pouco competitivo. E para acalmar de vez a oposição, sobretudo da UDN, ocupando-se com Brasília, Kubitschek deu preferência à produção de caminhões para atender ao setor agrário e optou pela *associação* entre capitais nacionais e estrangeiros no setor, controlada de perto por uns poucos bancos brasileiros, gerando uma concentração que a tornou difícil de ser desmantelada econômica e politicamente, sacrificando o potencial transformador da indústria e comprometendo, afinal, a massificação dos benefícios da modernização.<sup>21</sup>

Pela política imperial de manutenção do subdesenvolvimento para “não ceder ao comunismo”, os EUA de Eisenhower não acreditavam no mercado brasileiro senão como importador, nem se dispunham a investir na fabricação de carros no país.<sup>22</sup> Obcecados pela Europa, invadiram-lhe o mercado já com os subsídios do plano Marshall, mas algumas de suas indústrias foram salvas por brasileiros que associaram-se a elas para iniciar a produção nacional. Assim, os fabricantes de máquinas agrícolas VEMAG e Emílio

<sup>19</sup> PRADO Jr., Caio. *História Econômica do Brasil*. 11. ed. São Paulo: Brasiliense, 1969. p. 306.

<sup>20</sup> BENEVIDES, Maria Victória de Mesquita. *O Governo Kubitschek: Desenvolvimento Econômico e Estabilidade Política*. 3. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979. p. 211-212.

<sup>21</sup> SHAPIRO, Helen. A Primeira Migração das Montadoras: 1956-1968. In: ARBIX, Glauco & ZILBOVICIUS, Mauro (orgs.). *De JK a FHC: a Reinvenção dos Carros*. São Paulo: Scritta, 1997. p. 35.

<sup>22</sup> NEGRO, Antonio Luigi. Servos do Tempo. In: ARBIX, Glauco & ZILBOVICIUS, Mauro (orgs.). *De JK a FHC: a Reinvenção dos Carros*. São Paulo: Scritta, 1997. p. 91; SHAPIRO, H. *Op. cit.*, p. 45.

Romi licenciaram a produção, respectivamente, da alemã DKW e da italiana Isetta, e um *pool* de empresários paulistas e mineiros, a da francesa Simca. A Volkswagen, Mercedes Benz, Scania Vabis, além da International Harvester e da Toyota vieram como multinacionais majoritárias. A Willys Overland notabilizou-se pela mobilização da burguesia nacional para comprar a empresa mal calculada e quase falida de Henry Kaiser e que, ao se consolidar no mercado brasileiro, inovou ao instalar uma planta em Jaboatão (Pernambuco), deslocando o centro motor do rodoviarismo para fora do eixo São Paulo-Rio de Janeiro-Minas Gerais originário. E em 1958 o Brasil exportou os primeiros veículos para a Argentina e África do Sul, inaugurando mais um de seus ciclos exportadores, consagrando o automóvel como o novo produto-rei da economia nacional.

No regime de 1964, o rodoviarismo assumiu sua face excludente com a *cidade para a classe média motorizada*, representante dos novos papéis na ordem capitalista, num momento em que os centros do sistema, em particular os EUA, refinaram e endureceram os termos das relações de poder que mantinham com a periferia. A cidade de São Paulo foi exemplar nesse sentido. De Prestes Maia a Faria Lima passando por Adhemar, a administração paulistana construiu um sistema viário eficiente para os automóveis e fatal para os usuários do transporte coletivo,<sup>23</sup> na maioria trabalhadores isolados a uma distância segura dos centros em “subúrbios-ônibus”<sup>24</sup> pobres, em áreas de risco, auto-construídos, carentes e violentos.

Em 1969, o AI-5 e o recrudescimento do regime de exceção renovaram o rodoviarismo. Subitamente, saíram de cena as *joint-ventures* européias, dando lugar às multinacionais puras, Ford, Chrysler e a Chevrolet,<sup>25</sup> além da Volkswagen, Mercedes Benz e a japonesa Toyota, em meio à expansão da fronteira agrícola ao longo da “Transamazônica”, no zênite do “milagre econômico”. A inauguração do “Minhocão” paulistano, em 1971, simbolizou a submissão das cidades brasileiras ao rodoviarismo, com o espraiamento indefinido da mancha urbana e o desperdício incalculável de tempo, de recursos e de saúde, como no paradigmático trânsito de São Paulo. Assim como no Estado Novo, o capitalismo brasileiro do auge da guerra fria entrou à força num patamar superior de divisão do trabalho, a um custo político elevado. Como nos tempos de Filinto Müller, nos do delegado Sérgio Fleury, o regime eliminou opositores de ambos os lados do espectro político para aprofundar a produtividade do sistema à custa da intensificação pura e sim-

<sup>23</sup> VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara. *Transporte Urbano, Espaço e Equidade*. São Paulo: Unidas/FAPESP, 1996. *passim*.

<sup>24</sup> Segundo LANGENBUCH, Juergen Richard. *A Estruturação da Grande São Paulo*. Rio de Janeiro: IBGE, 1971. p. 202.

<sup>25</sup> A Ford produzindo o Corcel, a Chrysler, modelos Dodge, e a Chevrolet, não carros de sua produção, mas sob licença da alemã Opel, como o Opala, que, mesclando ao pequeno carro alemão a grandeza americana do Impala, embriagava seus proprietários do orgulho de pertencer à *gentry*.

ples da exploração da mão-de-obra em benefício dos acionistas, especuladores e funcionários *white collar*, salvaguardado pelo aparelho repressor e seus camburões Chevrolet C-14, a encarnação da sociedade idealizada pelo rodoviarismo de Washington Luiz.

### **Conclusão**

Interpretamos a ideologia rodoviarista como uma limitação do sentido de “público” no contexto de polarização entre liberais e positivistas radicais das primeiras décadas da república no Brasil. Ao promover o transporte individual em detrimento das ferrovias, coletivas por natureza, o rodoviarismo como que privatizou as formas *a priori* da sensibilidade ao reduzir o consumo do espaço e do tempo às opções sobre pneus. O fato de os termos das relações Brasil-EUA terem sido ditados pelo rodoviarismo nas reuniões da CAC é um sinal de sua profundidade histórica. E a forma com que se instalou a indústria automobilística foi apenas mais uma entre tantas manifestações do compromisso entre o passado colonial e a modernização imperfeita, característica do século XX brasileiro. Quando o país passou a exportar veículos, iniciou-se uma escalada que culminou no compromisso recente de suprir o mundo de agrocombustíveis, chegando-se, enfim, a um ponto de equilíbrio entre o passado e o futuro, na medida que se instrumentalizou a industrialização em proveito, como sempre, dos centros do sistema capitalista.

Marco Aurélio Lagonegro é graduado e doutor em Arquitetura e Urbanismo.  
marcolagonegro@gmail.com



## SÃO PAULO 2054

---

*Ailton Brasiliense*

**D**e acordo com o levantamento demográfico encomendado por D. Pedro II em meados do século XIX, São Paulo era a capital menos populosa dentre as principais do Brasil. Em 1900, entretanto, já aparecia em segundo lugar. Vinte anos depois, apresentava o maior parque industrial do país e, em 1940, o maior da América Latina. De lá para cá, a população multiplicou-se, bem como os problemas urbanos. Sem um poder público que exercesse efetivamente seu papel organizador dos espaços e disciplinador do trânsito, a iniciativa privada e a política nacional acabaram impulsionando a instalação de um sistema de ônibus e automóveis como eixo ordenador da circulação.

Hoje, apesar do quadro desolador que oferecem diariamente os engarrafamentos crônicos e acidentes de trânsito, fatos alvissareiros parecem lançar luz no fim do túnel. Que cenário poderá ser concretizado em São Paulo até 2054, ano de seu quinto centenário, no âmbito da circulação pública?

## São Paulo no século XIX

Em meados do século XIX, o Imperador D. Pedro II mandou levantar dados sobre a economia e a população do Brasil. Não era exatamente um censo, mas atendia a interesses diversos. Constatou-se que as cidades com maior população, não necessariamente nesta ordem, eram: Rio de Janeiro (então capital federal), Salvador, Recife, São Luís, Belém, Manaus, Porto Alegre, Campinas e, última na lista, São Paulo, com aproximadamente “50 mil almas”.

Nas décadas imediatas, vários acontecimentos mudaram este cenário radicalmente, a saber: 1) a guerra do Paraguai, que obrigou as tropas que seguiam para o front a se abastecerem em São Paulo, estimulando um enorme entreposto de cargas, animais e homens; 2) o sucesso que foi o plantio do café, pelo interior da Província; 3) a implantação das ferrovias para escoar as produções agrícolas e, em contrapartida, viabilizar a interiorização das pessoas e distribuição de cargas vindas do exterior; 4) a guerra de secessão americana, que permitiu que exportássemos produtos para os beligerantes e os substituíssemos no abastecimento de outros mercados enquanto lutavam; 5) as demais guerras européias que expulsaram um enorme contingente para a América, particularmente para São Paulo, e enfim 6) o início da industrialização, alavancada pelos novos comerciantes, empresários e industriais que ali se estabeleceram.

Era por volta do terceiro centenário de São Paulo (1854) e anos subseqüentes.

## São Paulo no século XX

Em um novo levantamento demográfico realizado no ano de 1900, a capital paulista já aparecia em segundo lugar, com aproximados 250 mil habitantes. Uma cidade compacta instalada em cerca de 30km<sup>2</sup>, onde quase todos os deslocamentos eram feitos por tração animal ou a pé. Entretanto, bondes já circulavam e o prefeito da época, preocupado com os acidentes de trânsito, baixou decreto proibindo a circulação de qualquer veículo com velocidade superior à do passo humano, na área central.

Era o primeiro grande salto de São Paulo de sua condição de vila para a de cidade. Fatores externos e internos contribuíram decisivamente para a grande mudança. As ferrovias serviram à implantação de inúmeras cidades e, dentro da capital, para o assentamento de novos bairros, os quais foram instalados às margens dos rios, acompanhando os trilhos. Vinham pelo noroeste, regiões de Campinas e

Jundiaí, através dos vales, entrando e margeando o rio Tietê, cruzando a área central na estação da Luz, virando à direita, na estação do Brás, em direção sudeste rumo ao litoral. Pelo leste, centrada na estação do Brás, na baixada do Tietê, fazia-se a ligação com o Vale do Paraíba. Nessa estação havia um dos maiores entroncamentos de transporte da cidade. Os trens oriundos do noroeste, rumo ao sudeste (Jundiaí a Santos), compartilhavam espaço com os trens com destino ao Vale. Ao longo das ferrovias, indústrias foram implantadas, acompanhadas pela fixação de moradias particulares, quando não por vilas operárias, construídas pelos empresários. Os grandes movimentos de pessoas se davam em função dos turnos fabris. A maioria das viagens, tanto para o local de trabalho como para compras, era realizada a pé. As terras lindeiras às ferrovias eram as mais valorizadas, apesar da proximidade com os rios e suas enchentes, cada vez maiores e mais freqüentes, pelo estrangulamento lento que a cidade lhes ia impondo.

A população cresceu e a economia também, de tal sorte que em 1920 a cidade já era o maior parque industrial do país, contando com estimados 500 mil habitantes. A ocupação territorial começou a estender-se aos locais onde a terra era mais barata, longe das ferrovias, e nesse processo a rede de bondes, instalada pela Light, passou a ser decisiva. Uma rede radial ligava os bairros mais longínquos ao centro histórico. O bairro do Brás, importante área da cidade, começou a perder espaço comercial. Outras centralidades foram-se consolidando e o número de viagens inter-regiões cresceu. Surgiam as primeiras preocupações com o trânsito e, assim, os primeiros regulamentos para o ato de condução veicular. Cresciam os serviços de ônibus recentemente instalados e, aos poucos, uma rede de transporte público foi permitindo deslocamentos maiores.

Em 1940, realizou-se em São Paulo o primeiro censo demográfico, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), apontando que 1,4 milhões de pessoas ali residiam e que a cidade já era o maior parque industrial da América Latina.

Com o crescimento da população, a rede de transporte público não atendia mais com prioridade o deslocamento de pessoas; então, grande número de empresários passou a associar novos loteamentos mais baratos, longe das inundações, a linhas de transporte respectivas. Assim, a cidade acabou tomando como eixo ordenador dos espaços, um sistema de bondes e de ônibus. Sem um poder público que exercesse efetivamente seu papel de organizador e discipli-

nador do uso do solo, a cidade se esparramava pelos morros, pelas várzeas, indisciplinadamente. A iniciativa privada não recebia as diretrizes necessárias a serem cumpridas para coordenar a expansão. O sistema viário surgia tímido, não planejado, e as administrações da circulação, do licenciamento e da habilitação eram frouxas ou inexistentes. Uma cultura de impunidade geral se formava em todos os campos, seja no que diz respeito à ocupação do solo, seja quanto à dirigibilidade veicular. Tampouco se cuidava do deslocamento de pedestres. Mesmo assim, chegava-se ao ano de 1950 com números interessantes.

Numa população de 2,5 milhões de habitantes, ocupando uma área menor que 300 km<sup>2</sup>, circulavam menos de 100 mil automóveis e mais de 50 mil carroças. Havia quase uma centena de quilômetros de linhas de trens e outros tantos de linhas de bondes, além de dezenas de linhas de ônibus. Não existia qualquer integração entre os serviços, mas a grande maioria utilizava-se de apenas uma única condução em seu deslocamento para o trabalho. A mancha urbana se expandia orientada pelos interesses privados, sem regulamentação, acompanhada pelas linhas de ônibus, tornando as viagens longas, demoradas e caras. A cidade consolidava características radioconcêntricas, as viagens tornavam-se marcadamente pendulares. Como as linhas ferroviárias eram mal administradas e pioravam cada vez mais, os passageiros migravam para os ônibus e, por fim, os bondes foram extintos. Desse modo, definitivamente, os grandes estruturadores do uso e ocupação do solo foram abandonados. A cidade passava então a contar com deslocamentos por ônibus e automóveis, praticamente os únicos estruturadores urbanos. Ao mesmo tempo, multiplicavam-se os financiamentos públicos para moradias de baixo custo destinadas às famílias mais pobres, porém localizadas longe das áreas de emprego, aumentando mais ainda o tempo das viagens e seus custos. O metrô instalava-se lentamente, à razão de 1,5 km por ano, contra uma necessidade quatro vezes maior.

A frota de veículos crescia apoiada em farto financiamento e consórcios. A habilitação passava a ser encarada como um direito, tanto pelo público como pelas autoridades. Em decorrência, banalizava-se o rigor dos exames e concediam-se carteiras de habilitação a rodo. Complementarmente, o Estado praticamente abdicava de seu dever de fiscalizar, instaurando-se uma mentalidade que passava a encarar mortes, atropelamentos e batidas de veículos como fatalidades ou meros acidentes. Uma carteira nacional de

habilitação (CNH) passava a ser matéria de compra ou presente dado por agentes públicos. Eventuais multas de trânsito entravam para o mercado de favores, quando não da propina. O número de incidentes de trânsito, chamados insistentemente de acidentes, crescia à proporção do crescimento das frotas. E tudo foi entendido como natural, enquanto dezenas de pessoas morriam e centenas de milhares de outras ficavam feridas. Muitos países conseguiram reverter essa cultura através de códigos mais severos, uma fiscalização mais atuante, processos e campanhas educacionais mais vigorosas. Mas continuamos creditando ao acaso, à fatalidade, a ocorrência dos “acidentes” de trânsito...

Na segunda metade do século XX, o mundo todo teve um enorme crescimento, pelo menos nas duas primeiras décadas. Com o barril do petróleo custando menos de US\$ 2 e o crédito farto, com juros muito baixos, o processo de urbanização foi muito mais intenso que na primeira metade do século. Enquanto em 1950 a população do país pouco passava dos 50 milhões, com 33% ainda na área rural, viramos o século próximos de 180 milhões, com 80% vivendo em áreas urbanas. Tínhamos 450 mil veículos e na virada do século já atingíamos cerca de 40 milhões. Em função do não planejamento urbano, acabamos criando “regiões dormitórios”, em contraste com regiões ricamente providas de emprego, comércio, educação e serviços. Uma das conseqüências do fato foi o agravamento, ainda maior, da pendularidade das viagens urbanas, sendo comum vias no sentido bairro-centro totalmente congestionadas e, no sentido oposto, vias subutilizadas. Com a valorização das terras em áreas centrais, a classe mais pobre se deslocava para a periferia. Quase meio milhão de pessoas abandonaram a área central, entre 1996 e 2007. Distâncias maiores a serem percorridas significavam tempos mais longos, mais frotas, custos mais altos. A relação do número de viagens nas horas de pico, entre fluxo e contra fluxo, era de 4 para 1.

## **São Paulo hoje**

Quanto tem custado nossa irresponsabilidade para com as questões de trânsito e dos congestionamentos? A Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP) se propôs essas questões? Por ventura buscou apoio em instituições como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), o Grupo Executivo de

Integração de Política de Transportes (GEIPOT) e, juntamente com esses órgãos, em parcerias específicas, trouxe luz para esses questionamentos? Nos custos dos “acidentes” de trânsito, chegou-se a R\$ 28 bilhões anuais, em valores de 2005, cifra maior que o orçamento do município mais populoso, São Paulo, no mesmo ano. E qual foi a contrapartida? Dor e sofrimento.

Nos anos de vigência do novo Código de Trânsito Brasileiro (CTB), de 1998 a 2007, foram mortas mais de 350 mil pessoas e, feridas leve ou gravemente, mais de 4 milhões. Mais de 100 morrem e mais de 1.000 são feridas, diariamente. Observou-se ainda que, em decorrência da falta de fiscalização e do desinteresse dos órgãos estaduais responsáveis pela habilitação e pelo licenciamento, aproximadamente 30% da frota, ou seja, mais de 10 milhões de veículos, não só não cuidavam adequadamente da manutenção dos mesmos, como também não os licenciavam, nem pagavam suas multas. Quanto à fiscalização, a mesma coisa aconteceu com os órgãos federais. Perto de 40% da população residiam em municípios em que seus prefeitos negligenciavam suas obrigações e responsabilidades, previstas no CTB. Foi implantada a impunidade pelos órgãos públicos, pactuada com parte da população que sempre se sentiu acima da lei. Além disso, alguns bilhões de reais em multas deixaram de ser recolhidos anualmente, alegando-se falta de verbas para realizar a fiscalização. Quanto aos custos oriundos dos congestionamentos, considerados os gastos hospitalares advindos da poluição, o sistema viário construído a maior, o combustível e as horas perdidas, chegamos ao valor de R\$ 1,5 bilhões, somente no ano de 1998 (pesquisas feitas em 10 cidades).

Cabe destaque especial para as motocicletas, que compõem pouco mais que 10% da frota, mas já computam 20% dos acidentes. Este veículo está sendo usado para entrega de mercadorias e transporte de pessoas, como mototaxi. Um estudo recente realizado na comunidade européia, a partir de 911 casos, constatou que os acidentes com moto são ocasionados principalmente pela inabilidade do passageiro e nas curvas. Em São Paulo, este tipo de serviço parece ainda não existir. Mesmo assim, mais de 400 motociclistas morreram em 2007. O comportamento acintoso de condução veicular, colocando em risco a vida dos próprios motoristas e a de terceiros, é a causa maior desse número. Atualmente, já significam 25% dos mortos. Para cada óbito contabilizam-se, pelo menos, três vítimas gravemente feridas. Essa trágica estatística se deve também ao veto, em

1997, quando da sanção presidencial ao CTB, do artigo 56, que impunha a necessidade de o veículo estar no campo visual do condutor à sua frente, jamais se deslocando entre as faixas de trânsito sem ser visto. Entretanto, outros artigos permitiriam apenas os infratores, se a fiscalização fosse mais rígida.

Quanto aos engarrafamentos, São Paulo começou a medi-los em 1991, quando, no horário de pico, à tarde, chegavam a formar filas de 40 km. Em 2008, a média atingiu 120 km. O crescimento da frota em circulação foi de 40% nesses horários. O aumento de 200% indica o limite entre número de veículos e disponibilidade viária. É impossível viabilizar espaço de circulação para tão grande frota. Se os automóveis, na cidade, revelam uma ocupação de 1,3 passageiros por veículo, enquanto um ônibus pode transportar 40 pessoas comodamente sentadas, então devemos orientar nossos planos para a maximização do uso de transportes coletivos, que possuem capacidade trinta vezes maior do que os individuais. A medida é muito mais racional e econômica para a administração pública.

O fato é que os problemas dos grandes centros urbanos apresentam inércia maior para serem resolvidos, sobretudo em se tratando de uma cidade como São Paulo, cuja região metropolitana comporta 39 cidades! Se a convergência (ou divergência) política pode oferecer (ou desfavorecer) as soluções dos problemas comuns como água, energia, lixo, educação, transporte e outros, o do transporte metropolitano exige soluções ainda não adequadas.

Contudo, fatos novos têm surgido nessa direção. O trânsito teve seu código revisto em 1997, quando se propôs, pela primeira vez, uma Política Nacional para o setor, que começou a engatinhar em 2004. O Estatuto da Cidade, por sua vez, entrou em vigor em 2001, seguido, em 2004, do Plano Diretor. Os organismos estaduais e municipais reformularam em 2006 o Plano Integrado de Transporte Urbano, datado de 1998. E recentemente (2008), a “lei seca” – controle rigoroso do índice de álcool ingerido pelos condutores – começa a surtir efeitos e vidas têm sido poupadas.

Os planos de expansão do metrô começam a ser retomados, no ritmo da real necessidade. As linhas ferroviárias são agrupadas em uma só empresa que não só começa a ser recuperada, como passa a ter plano de expansão de oferta e renegociação urbana, através de propostas de inserção, estimulando as prefeituras a reverem o uso de seu solo lindeiro. Mais corredores de ônibus estão sendo projetados

sem os erros antigos; as novas metodologias de cobrança das viagens, por exemplo, já apresentam bons resultados. Naturalmente, a implantação de todos os ajustes levará algum tempo.

## Rumo ao quinto centenário

No censo de 2000 foram detectadas 180 milhões de pessoas coabitando o país e destes, 80% residindo em áreas urbanas. Ou seja, mais ou menos 140 milhões tornaram-se urbanóides. Para 2050 estão sendo previstos 250 milhões de pessoas, dos quais se esperam apenas 10% no campo, produzindo mais de 250 milhões de toneladas de grãos, anualmente. Em contrapartida, seremos quase 230 milhões nos comprimindo, nas regiões densamente povoadas. Ou seja, nossas cidades receberão quase 90 milhões de pessoas a mais. Esse número foi toda a população brasileira em 1970!<sup>1</sup> Em que cidades irão morar? De que forma irão trabalhar, estudar, buscar lazer, fazer suas compras... Afinal, qual a cidade que queremos? Com qual qualidade de vida? Quanto vai nos custar morar nelas? O que poderemos fazer de hoje até lá para estarmos melhor? E para São Paulo, quantos mais queremos convidar para morar conosco? Com que habilidades? Seremos uma cidade de serviços, de turismo, de negócios, de tecnologia de ponta? Qual nosso plano estratégico? O que não queremos ser?

Parece óbvio que temos de repensar nossa maneira de estar no espaço urbano. Crescer de qualquer jeito custa muito caro. A cidade nasce (com novas construções) e morre (com as demolições) todos os dias. Novas edificações e reformas acontecem diariamente. Se ajustarmos as regras e a fiscalização, cresceremos e reformaremos da maneira adequada. Há espaços para adensar. Há espaços saturados. Não dá mais para continuar tolerando certas situações. É preciso mudar nossa matriz de deslocamento. Estamos concluindo a última pesquisa origem-destino (2007, 2008). Hoje, o número de viagens motorizadas individualmente já é maior que o de transporte público. Temos que expandir a rede do metrô, capacitar a Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM) a oferecer a lotação necessária, expandir as redes de corredores de ônibus municipais e intermunicipais e abrir espaços para outras tecnologias de transporte público, evitando modismos como “fura-fila”. Precisamos ter uma rede de transporte público planejada para toda a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), a exemplo da proposta contida no Plano Integrado de Transportes Urbanos (PITU). É necessário haver den-

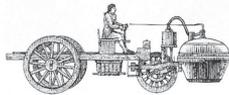
<sup>1</sup> O número de habitantes da nação ficou gravado na música da seleção brasileira de futebol por ocasião da copa de 1970: “90 milhões em ação, p’ra frente Brasil, salve a seleção...”

cidade equilibrada de viagens para garantir ofertas de emprego, de comércio, serviços, lazer, cultura, em harmonia com as demandas. O objetivo é implementar uma política tarifária compatível com o poder dos usuários, assim como uma rede de transporte com alta qualidade, conforto, segurança, confiabilidade e regularidade de acordo com aquilo que a tecnologia do momento puder oferecer. O censo de 2000 apontou para a cidade de São Paulo uma população de 11 milhões de habitantes. Em 2007 foi estimado para a capital um Produto Interno Bruto (PIB) de R\$ 220 bilhões, significando uma renda per capita de R\$ 20 mil reais anuais por habitante. Acredita-se que a população não deve passar de 15 milhões de pessoas até 2050. É provável que a riqueza da RMSP e a de seu núcleo tenha um incremento significativo no futuro próximo, tendo em vista a alta especialização dos negócios que caracteriza São Paulo. A cidade é um grande pólo de negócios, atraindo, por ano, mais de 5 milhões de pessoas vindas inclusive do exterior. Tal número deve triplicar nas próximas décadas. Tudo indica que questões como saneamento básico, saúde, educação, poluição do ar, recursos hídricos, recuperação dos rios devem estar num patamar muito acima do atual. Se, ao mesmo tempo, conseguirmos retomar a lógica do reordenamento urbano, equilibrando as viagens oriundas de motivações diversas – trabalho, moradia, educação, cultura, lazer, compras – é muito provável que teremos uma cidade mais barata, com menos congestionamentos, menos “acidentes” de trânsito, muito menos poluição e com alta qualidade de vida.

Como chegar lá? A cidade carece ainda de um fator fundamental: trata-se da participação da sociedade, que deve priorizar um projeto urgentemente e não esperar que um iluminado surja com soluções mágicas para as questões urbanas. Temos que trabalhar para que as eleições nos permitam escolher o melhor gerente (prefeito) para nosso projeto, assim como os melhores fiscais (vereadores). Precisamos ter no posto de alcaide um estadista que de fato implante as medidas previstas no curto, médio e longo prazos, com a melhor qualidade, pelos menores preços e custos. Caberá a nós, sociedade, acompanharmos a evolução dos fatos, fazendo os ajustes necessários para o sucesso da proposta. Até mesmo plebiscitos devem ser previstos. Recentemente, a Câmara Municipal de São Paulo aprovou projeto de lei que caminha nessa direção, ao exigir que o prefeito eleito apresente, até o centésimo dia após a posse, seu plano de governo detalhado por região e por assunto. É um bom começo.

**Ailton Brasiliense** é graduado em Engenharia Eletrotécnica, assessor da Companhia do Metrô de São Paulo e presidente da Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP).  
[ailtonbrasiliense@yahoo.com.br](mailto:ailtonbrasiliense@yahoo.com.br)

Se concretizarmos o que vem sendo negociado nos PITU propostos, poderemos chegar ao nosso quinto centenário em condições muito melhores das que tivemos em 1954. Teremos entendido que os problemas estudados por técnicos altamente especializados devem ser apresentados à população, que esperamos esteja em perfeitas condições de analisar e optar por aquilo que deverá ser a cidade que ela quer.



## DA RABETA AO 4X4: A EXPANSÃO DA MODERNIDADE (E DE SEU COLAPSO) NA FRONTEIRA NORTE DO BRASIL

---

*Tatiana Schor*

*“Rios, pontes e overdrives,  
impressionantes estruturas de lama.”*

Chico Science

O automóvel e seus elementos, signos de modernização por excelência, compõem um sistema complexo que redefine a configuração do espaço urbano. Numa cidade como Manaus, tal sistema impõe-se nos seus aspectos mais contraditórios. No centro da Amazônia, cercada de enormes rios e cortada por inúmeros igarapés, a cidade assiste à transformação do meio de transporte fluvial em transporte rodoviário. Troca-se a rabeta, pequeno motor utilizado em barcos regionais, pelas enormes camionetes 4x4, lá onde as vias fluviais são mais importantes e presentes que as estradas. Nas cidades equatoriais, o automóvel blindar-se contra o calor, mas aquece cada vez mais o clima urbano. Como explicar esse fenômeno que assola Manaus e as demais cidades brasileiras?

## Da rabeta ao 4x4

Boa Vista, Roraima. Para cada dois habitantes, um carro. Manaus, capital da indústria no coração da floresta. Mais de 1.500 automóveis novos por mês na frota automotora da metrópole regional. Troca-se a rabeta, pequeno motor utilizado em barcos regionais, pelas enormes camionetes 4x4, lá onde as vias fluviais são mais importantes e presentes que as rodoviárias. Manaus, cidade de costas para o rio, afunda-se em viadutos e avenidas tórridas. Nas cidades equatoriais, o automóvel blinda-se contra o calor, isola o seu piloto do entorno, e aquece cada vez mais o clima urbano.

A fronteira de expansão agrícola do país, a fronteira da expansão do capital industrial e imobiliário, a fronteira do arco de fogo que devasta a Amazônia é corroída lentamente pela modernidade representada por seu arauto: o automóvel. É o nosso surfista prateado (preto ou cinza, pois até as cores dos automóveis se homogeneizam em cores sóbrias) avisando-nos do Galactus que vem para engolir a floresta. Dessa catástrofe, nem o quarteto fantástico nos salvará.

A preocupação com a preservação da floresta, da biodiversidade, da regulação do clima vem junto com o próprio nome da Floresta Amazônica. Todos se preocupam, porém, até o presente momento, os principais programas de pesquisa em meio ambiente do Ministério de Ciência e Tecnologia<sup>1</sup> não tratam da questão urbana e das implicações que a opção automobilística acarreta para as questões sociais e ecológicas. É fato também que a Região Amazônica tem entre 60-70% de sua população residentes em cidades, caracterizando-a, nos termos de Bertha Becker, como uma “floresta urbanizada”. A discussão, produção e fomento de ciência e tecnologia que gira em torno de temas ambientais ignoram em suas agendas os centros urbanos e, por conseguinte, as cidades, os povoados e vilarejos. Tratam tais espacialidades como “buracos negros” que devem ser evitados, como se esses ambientes socioecológicos<sup>2</sup> não fossem parte da natureza e não influenciassem o ecossistema. Discute-se a regulação do clima sempre com relação à necessidade da floresta em pé, mas nunca o automóvel – o calor por ele gerado, a devastação que ele implica – é levado em conta. Como de costume, nas discussões ambientais não se toca no ponto nevrálgico da questão.

### Manaus: o caos a 40 graus

Oito e meia da manhã, sol a pino, é verão no norte e véspera de final de semana. Surgem no meio dos carros

<sup>1</sup> Principais programas de pesquisa referidos: o LBA (*The Large Scale Biosphere – Atmosphere Experiment in Amazonia*, ou Programa de grande escala da biosfera – atmosfera na Amazônia), o GEOMA (Rede temática de pesquisa em modelagem ambiental da Amazônia); o PPBIO (Programa de pesquisa em biodiversidade) e o PPG-7 (Programa piloto para a proteção das florestas tropicais do Brasil, proposto pelo grupo dos sete países industrializados, o G-7).

<sup>2</sup> HARVEY, David. *Justice, nature and the geography of difference*. London: Blackwell, 1996.  
HARVEY, David. *Espaços de esperança*. Tradução de Adail U. Sobral e Maria Stela Gonçalves. São Paulo: Loyola, 2004.

parados em mais um engarrafamento vários jovens distribuindo panfletos dos feirões de automóveis que movimentam a capital. Mais carros para uma cidade que corre para se modernizar, construir viadutos, rasgar os últimos vestígios de florestas urbanas para dar espaço à circulação. Essa é Manaus, cidade rodeada por enormes rios e entrecortada por diversos igarapés que lentamente são canalizados para dar lugar a avenidas. A cidade redefine a configuração do seu espaço. Como não poderia deixar de ser, a modernização da sociedade e da cidade encontra no sistema automobilístico seus elementos. Nesse sistema, a modernização se impõe nos seus aspectos mais contraditórios. O trânsito já é realidade para o manaoara e o desejo por mais viadutos, avenidas e pontes constitui parte do ideário de uma cidade modernizada.

Manaus foi-se transformando ao longo do século XX por meio de diversos vetores, dentre os quais, e conforme o século encontrava o seu fim, a ampliação da infra-estrutura necessária para o estabelecimento do sistema automobilístico. São as pontes vetores importantes na determinação da expansão urbana entre as décadas de 20 e 60.<sup>3</sup> Também o Plano Rodoviário do Estado, elaborado em 1949<sup>4</sup>, determinou a reconfiguração do espaço para adaptá-lo às necessidades do automóvel. É nesse período, de 1920-1967, conforme nos apresenta Oliveira<sup>5</sup>, que a opção pelo sistema automobilístico se sedimenta. A construção da Grande Circular em 1955 viabiliza então a expansão da cidade em direção ao leste. O traçado que vem com o Distrito Industrial privilegia o rodoviarismo no presente e no ideário do futuro. Fica clara a opção política pelo sistema automobilístico acima de qualquer outra alternativa possível de transporte e, por conseguinte, de desenho urbano.

Assim, o uso e o consumo do automóvel na cidade de Manaus crescem vertiginosamente. O censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para 2007 aponta um número alarmante de 191.347 automóveis, 54.413 motocicletas e somente 4.841 ônibus para uma população de 1.646.602 habitantes. Metrô, nem pensar. Quanto às catraias, outrora comuns na paisagem, sumiram das estatísticas e do transporte intra-urbano.

Do mesmo modo que os demais indicadores socioeconômicos, a frota de automóveis também representa a desigualdade da e na cidade. A tabela 1 ilustra a distribuição de domicílios com automóvel nas diversas Unidades de Desenvolvimento Humano (UDH) configuradas pelo Atlas de Desenvolvimento Humano de Manaus (2006). Percebe-se que as UDHs com indicadores de desenvolvimento huma-

<sup>3</sup> OLIVEIRA, José Aldemir de. *Manaus de 1920-1967: cidade doce e dura em excesso*. Manaus: Valer, 2003. p. 96.

<sup>4</sup> OLIVEIRA, José Aldemir de. *Op. cit.* p. 97.

<sup>5</sup> OLIVEIRA, José Aldemir de. *Op. cit.*

no mais altos são também as que possuem mais automóveis. A distância do centro, que poderia ser uma variável apontando maior porcentagem de automóveis por domicílio, aparentemente tem pouca relação quando comparada com a renda média desses bairros.

Em todas as UDHs apresentadas na tabela, houve um incremento na porcentagem de residências com automóvel, o que indica uma tendência crescente de incorporação desse veículo à vida das pessoas. Com isso, a importância do automóvel e das políticas pró-carro ganha um ideário, um discurso e uma prática central no planejamento da cidade. Tal qual está escrito, aliás, nos avisos das novas obras de intervenção urbana: *Cuidando do trânsito, cuidando de você.*

Tabela 1: Distribuição e incremento no número de automóveis na cidade de Manaus, 1992-2000.

UDH	Percentual de pessoas que vivem em domicílios com carro (1992)	IDHM 1991	Percentual de pessoas que vivem em domicílios com carro (2000)	IDHM 2000	Distância ao centro geográfico da cidade (km)
Maiores IDH-M's					
Flores - Parque das Laranjeiras	59,92	0,881	69,53	0,943	2,95
Nossa Senhora das Graças - Vieiralves/Adrianópolis	59,92	0,879	69,53	0,941	6,26
Parque 10 - Castelo Branco/Chapada - Conjuntos	57,74	0,869	63,01	0,907	4,81
São José - Área do Sesi/Coroado - Acariquara	52,87	0,834	66,05	0,912	7,56
Aleixo - Efigênio Sales/Parque 10 - Pq. Mindu, Shangrilá	52,87	0,848	66,05	0,915	5,65
Menores IDH-M's					
Igarapé do Quarenta	5,45	0,681	9,83	0,721	9,87
Coroado - Coroado I e II	5,34	0,705	11,61	0,705	6,79
Compensa - Compensa II	3,91	0,668	9,59	0,719	8,20
Colônia Terra Nova	3,58	0,657	7,14	0,708	4,46
São José - São José III e IV	3,58	0,672	16,44	0,742	10,21
Armando Mendes	3,22	0,674	11,04	0,730	10,51
Cidade Nova - Novo Aleixo, Amazonino Mendes	1,83	0,653	9,24	0,725	8,11
Novo Israel/Colônia Santo Antônio	1,74	0,652	14,04	0,725	1,85
Tarumã	1,68	0,617	6,69	0,687	5,66
Zumbi	1,64	0,637	7,19	0,714	9,83
Jorge Teixeira - Jorge Teixeira I e III	1,61	0,628	7,67	0,711	9,85
Tancredo Neves - Parte Alta	1,43	0,657	7,6	0,719	8,88
Colônia Antônio Aleixo/Puraquequara	0,43	0,635	5,14	0,670	16,38
Santa Etelvina	0,00	0,641	7,67	0,692	6,56
Jorge Teixeira - João Paulo	0,00	0,599	5,13	0,695	10,66
Jorge Teixeira - Santa Inês, Brasileirinho	0,00	0,617	7,31	0,667	11,80

Fonte: *Atlas de Desenvolvimento Humano de Manaus* (2006), organizado pela autora.

## A modernidade de rodas

Para se entender o fenômeno que assola Manaus e as demais cidades brasileiras, é necessário destrinchar o objeto *automóvel*. No processo de identificação do homem moderno por meio de seus objetos de consumo, o automóvel tem papel especial (e essencial). O *sistema automobilístico*<sup>6</sup> – tanto pela estandardização de determinadas estruturas urbanas necessárias para seu fluxo, quanto pelo significado do próprio objeto em questão – carrega consigo a modernização dirigida pela forma mercadoria. Essa *modernização automobilística* se apresenta como homogeneizadora de práticas sociais. Trata-se de um complexo sistema produtor de mercadorias que, com uma de suas mercadorias mais impositivas – o automóvel –, a partir da mercadoria-síntese – o dinheiro –, atingiu seu objetivo, produzindo “*uma rede social cuja trama abarca sem lacunas a terra inteira*”<sup>7</sup>. É o *One World*.<sup>8</sup>

Uma forma de se compreender o colapso a que pode conduzir o fenômeno que hoje toma corpo, é analisar o processo de modernização, que esgarçou o tecido social transformando tudo e todos em objetos-mercadorias prontos para exposição e consumo. O automóvel é objeto de desejo e materialização do desgaste socioespacial.<sup>9</sup> Ler o automóvel para além de sua aparência – do belo, veloz, da poluição, do trânsito – é assistir ao *Auge e Declínio* da modernização.

Com o advento do automóvel e a partir de sua generalização, ficam ampliadas as possibilidades de locomoção. O fato é, sem dúvida nenhuma, um aspecto importante em relação tanto à individualidade quanto à sociabilidade do homem, isso porque redefine a autonomia com respeito ao tempo e principalmente ao espaço.<sup>10</sup> Porém, junto com tal apropriação do espaço e do tempo, acontece o inverso: esse tempo e esse espaço tornam-se estranhos aos outros momentos da vida. No Amazonas, onde não existe uma rede rodoviária mas há um conjunto de extensos rios, o tempo e o espaço ainda são medidas concretas de dias e tamanho de motor. A pergunta formulada na mente colonizada pelo automóvel: “quantos quilômetros até Tefé?” recebe como resposta: “na enchente ou na vazante?”; e à questão “quanto tempo até terra firme?” contrapõe-se um glorioso “com que motor?”. As medidas de tempo e espaço referem-se a um conjunto muito mais amplo de variáveis do que as placas indicativas de distância tão difundidas no sistema automobilístico, em que o tempo se transforma em velocidade: em

<sup>6</sup> DUPUY, Gabriel. *Les territoires de l'automobile*. Paris: Anthropos, 1995. (Collection Villes)

<sup>7</sup> KURZ, Robert. *Os últimos combates*. 2. ed. São Paulo: Vozes, 1997.

<sup>8</sup> KURZ, Robert. *Op. cit.*

<sup>9</sup> SCHOR, Tatiana. A apropriação do espaço e a lógica do automóvel. In: CARLOS, Ana Fani; DAMIANI, Amélia Luisa & SEABRA, Odette C. de Lima (orgs.). *O Espaço no Fim de Século: a nova raridade*. São Paulo: Contexto, 1999. p. 144-149.

<sup>10</sup> SCHOR, Tatiana. *O automóvel e a cidade de São Paulo: a territorialização do processo de modernização (e de seu colapso)*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geografia, FFLCH-USP, 1999.

<sup>11</sup> VIRILIO, Paul. *O espaço crítico*. Tradução de Paulo Roberto Pires. Rio de Janeiro: 34, 1993.

<sup>12</sup> LEFEBVRE, Henri. *A vida cotidiana no mundo moderno*. Tradução de Alcides João de Barros. São Paulo: Ática, 1991. (Série Temas)  
LEFEBVRE, Henri. *Le révolution urbaine*. Paris: Gallimard, 1970. (Idées)

<sup>13</sup> KURZ, Robert. *O colapso da modernização: da derrocada do socialismo de caserna à crise da economia mundial*. Tradução de Karen Elisabeth Barbosa. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1993.

<sup>14</sup> KURZ, Robert. Luz verde para o caos da crise. Tradução de Dieter Heideman e Tatiana Schor. *Cadernos do Labor*, série Autores Alemães, ano 1, número 1, Laboratório de Geografia Urbana, FFLCH-USP, 1996.

<sup>15</sup> DEBORD, Guy. *La société du spectacle*. Paris: Gallimard, 1992.

quilômetros por hora<sup>11</sup>; e o espaço em meio: meio para circulação, para locomoção. Não é uma questão de nova tecnologia, essas transformações não se dão por causa deste objeto técnico, o automóvel. É claro que o mesmo possibilita tais formas de alienação, porém ele, por si só, não aliena, afinal o que aliena é a forma mercadoria determinada pelo trabalho característico da modernidade. O problema não diz respeito ao conteúdo da técnica, mas sim à forma que esta assume na modernidade: a de mercadoria.

Vivemos numa Sociedade Urbana<sup>12</sup>, na qual as relações sociais se dão mediadas pelo dinheiro (pela nota real de Real no bolso). O tecido urbano deve então ser visto como um conjunto de manifestações do predomínio de um sistema produtor de mercadorias sobre qualquer outra forma social.<sup>13</sup> Tal modelo de urbanização está chegando ao seu limite – de espaço, de tempo e de saúde.

Entender o significado do termo *automóvel* é compreender como essa mercadoria se insere no cotidiano, como modifica o cotidiano e conseqüentemente o espaço urbano no qual o cotidiano se realiza. Isso porque o automóvel condensa em si duas propriedades fundamentais da sociedade moderna: ser *auto* e *mover-se*. Isto é, o automóvel define-se como propriedade privada, individual e móvel. Portanto, o supra-sumo da mercadoria. Pelo tipo de propriedade que representa, como objeto personalizado e por sua mobilidade, torna-se símbolo da modernização – considerada como um processo que individualiza, transforma tudo em dinheiro e instrumentaliza todo o conjunto de relações sociais que caem nos nexos da valorização.<sup>14</sup>

Além dessas características, o seu uso, seu consumo efetivo, realiza-se na esfera pública e não no âmbito privado e por isso participa da espetacularização da sociedade.<sup>15</sup> É, sem dúvida, o produto perfeito para uma socialização individualizada, pois “liberta” o indivíduo dos constrangimentos sociais do transporte coletivo e das regras de convivência social – afinal estar no carro é sentir-se em casa.

A propriedade privada desenvolve-se em todos os seus termos na sociedade capitalista. É só nela que todos os objetos e aspectos da vida transformam-se em mercadorias. São essas características que fazem o automóvel importante para o desenvolvimento do capitalismo e para a inserção da modernidade nos mais remotos cantos do mundo. Se pensarmos que existe tecnologia para carros mais adaptados ao meio urbano (menores, com materiais recicláveis, elétricos, entre outros) e que existe também tecnologia de transporte

coletivo eficiente e, em alguns lugares, até uma “vontade política” de promover o transporte coletivo, como entender esse reinado do automóvel? Como compreender essa necessidade de ter um carro cada vez maior para se conseguir estacionar cada vez menos, cada vez mais veloz para andar mais devagar? O sentido tem que estar na vida. Então é esta vida – fragmentada e míope – que deve ser compreendida, pois tem como fim outra coisa que não ela: o objeto de consumo, o dinheiro.

A necessidade humana de mobilidade, quando atravessada pela modernização, culmina na mercadoria automóvel e no desenvolvimento do sistema automobilístico. Ainda uma vez lembremo-nos de que o consumo do automóvel, ao contrário do das outras mercadorias, se realiza na esfera pública, tornando-o assim um objeto semi-privado e semi-público. Daí os seus mistérios, representação de poder, status. Essa particularidade cria a possibilidade de analisá-lo na vida imediata. A modernização leva à homogeneização da vida imediata e das práticas sociais (nas quais se incluem as relações e estruturas sociais) por meio da mercantilização de todos os objetos e momentos da vida. Desse modo se constrói o *One World*. Não se trata simplesmente de um processo de homogeneização, é também um processo de individualização, constituindo o indivíduo liberto das relações pessoais de parentesco e religião, liberto igualmente da terra e dos meios de produção. Um indivíduo mônada-dinheiro, no sentido de que ele se relaciona com o outro e com a natureza por meio da forma mercadoria.

### A (des)civilização automobilística

A modernização – muitas vezes chamada de processo de civilização – está relacionada a uma suposta “auto-regulação adquirida”.<sup>16</sup> Aparece como regulada pelo indivíduo, porém a regulação é externa a ele, mônada-dinheiro, que não percebe a totalidade social a não ser em suas esferas separadas (economia, política, educação, público-privado). As transformações nos meios de transporte e, especificamente, no automóvel, com suas novas práticas e necessidades socioespaciais, são elementos que carregam consigo esse processo modernizador/civilizador. Por meio dele se generaliza, junto com as demais mercadorias, uma forma de conduta social (o como guiar e se comportar no volante, por exemplo). Nesse sentido, o processo de aprendizagem, *learning process*<sup>17</sup> necessário a essa auto-regulação, é capital-imposto.

<sup>16</sup> ELIAS, Norbert. *Technization and Civilization. Theory, Culture & Society*, London, vol. 12, n. 3, p. 7-42, 1995.

<sup>17</sup> ELIAS, Norbert. *Op. cit.*

O *learning process* faz parte da idéia e do fato de que em algumas sociedades os motoristas não estão adaptados à *era do automóvel*, necessitando por parte dos governantes programas de *educação de trânsito*. Tal processo não é pacífico, muito pelo contrário, a introdução da modernização, particularmente pelo automóvel, implica morte: a Cruz Vermelha estima que 70% dos óbitos relacionados a acidentes automobilísticos estarão localizados nos países em desenvolvimento no século XXI; quanto à cidade de Manaus, as cifras de mortes violentas causadas pelo automóvel crescem exponencialmente.

O automóvel e o sistema automobilístico são uma forma de territorialização desse processo, pois tornam homogêneas não só as relações sociais, mas também o espaço e o tempo pela potência da máquina e pela standardização dos signos e práticas relacionadas a esse sistema.

Além disso, os limites do consumo dessa mercadoria representam muito bem os limites do processo de modernização. Afinal o automóvel representa um passo adiante no processo civilizatório, no sentido de que diminui as distâncias no mundo e o integra. Mas, constitui retrocesso ou também um processo (des)civilizatório, pois se apresenta como um dos maiores responsáveis por mortes (violentas) deste início de século. Pode-se, nesse sentido, pensar na existência de um limite no processo civilizatório, que é também um limite no próprio processo de modernização. Para melhor compreender tal limite, basta levarmos em conta as duas características principais da modernização aqui analisadas: quanto mais individualizada e homogeneizada a sociedade, maior a supremacia aparente do indivíduo com relação ao coletivo; na verdade, porém, ocorre exatamente o contrário: quanto mais individualizada a sociedade, maior a necessidade do coletivo, mesmo que de uma forma negativa e inconsciente. Ninguém mais produz para o seu próprio consumo, cada um sente-se completamente liberto das relações sociais outras que não sejam as do mercado (nossa segunda natureza, onde tudo pode ser trocado por dinheiro); e quanto maior a homogeneização, mais desesperadora é a busca por ser diferente e único. Essa negação do processo tem como exemplo claro os novos grupos sociais formados nas últimas décadas: os *clubbers*, os *freaks*, *hippies*, *neo-hippies*, *heavy-metals*, *skinheads*, *neo-nazistas*, *hip-hop*, *galerosos*, entre outros, que travam violentos combates entre si e com os que estão ao seu redor.

Os indivíduos estão de tal forma socializados (abstratamente) que, tanto a produção material quanto a de suas

relações podem ocorrer em qualquer lugar do mundo, ao mesmo tempo, e associadas. Pode-se produzir o mesmo automóvel no Brasil ou na Alemanha, pode-se montar um carro em um determinado lugar, sendo que todas as suas peças foram produzidas em outros lugares (veja o caso dos carros Mondeo e Palio). Instituem-se formas de coerção social que não são mais específicas a uma determinada sociedade, mas que estão generalizadas no mundo inteiro, tais como as multas de trânsito: além da forma de coerção, as máquinas são as mesmas (umas tecnologicamente mais avançadas, outras nem tanto) em todos os países.

Esse automóvel do *One World* é, na aparência, cada vez mais individual: o indivíduo o consome, mas o ato é feito em público, no âmbito coletivo. Tem-se então o entrave do processo de modernização: quanto mais o indivíduo quer utilizar o seu carro, menos ele consegue. Afinal se todos tiverem um carro e quiserem consumi-lo ao mesmo tempo, concretizando a individualidade, não poderão evitar o estacionamento forçado – a *trava*.<sup>18</sup> Quanto mais iguais forem os carros, maiores serão as tentativas de modificar as aparências, para tornar cada um único, porém, homoganeamente igual. A trava seria o limite da propriedade privada e a homogeneidade desesperadora, o limite desta sociedade que se transforma crescentemente em espetacular, isto é, puramente voltada para as aparências.

O automóvel como representante fiel do capital, inserido na lógica de ocupação do solo, objetiva-se socialmente nos lugares, sobretudo nas grandes metrópoles. Não só ocupa o espaço e o tempo da sociedade moderna, mas também penetra nas profundezas da vida cotidiana, seja na metrópole, seja na pequena cidade do interior. Essa penetração se dá pelo estresse no trânsito, pela dificuldade de locomoção, pela falta de calçadas, pelo barulho ou pela paisagem que o envolve. Até o não uso é determinado pela necessidade de uso. O automóvel, tenha o indivíduo consciência ou não, faz parte de seu vivido e de seu imaginário.

O significado da penetração do automóvel em todas as esferas da vida nada mais é do que o fato de que o processo de modernização chegou a todos os pontos terrestres. É muito difícil pensar o século XX sem a presença marcante dessa mercadoria. Assim, o capitalismo como momento do processo de modernização no qual domina a esfera econômica, pode mais especificamente ser considerado como automobilístico. Poderíamos falar então de um *capitalismo automobilístico*.<sup>19</sup>

<sup>18</sup> SCHOR, Tatiana. O Automóvel e o Desgaste Social. *São Paulo em Perspectiva*, n° 3, volume 13/jul-set/1999; *Revista da Fundação Seade*, São Paulo, 1999, p. 107-116.

<sup>19</sup> KURZ, Robert. Luz verde para o caos... *Op. cit.*

Retratado na música, na literatura, no cinema, em algumas montagens teatrais, incorporando-se na linguagem cotidiana, o automóvel surge em todos os âmbitos não só como objeto, mas também como metáfora. Enfim, pelo fato de o uso do automóvel impregnar-se no jeito de ser do homem modernizado e de suas relações – eles se reconhecem pelo carro que possuem e não imaginam suas vidas sem *ele* –, podemos falar, então, de uma *cultura automotiva*. Daí nosso interesse estar voltado, neste momento, à questão da imposição do automóvel e da sedimentação da cultura automobilística em uma cidade como Manaus.

### Qual futuro para Manaus?

Manaus se expande ocupando uma área urbana avassaladora. A imagem de satélite abaixo deixa claro o processo de crescimento urbano e a subjacente necessidade de se ter um automóvel para cruzar a cidade.

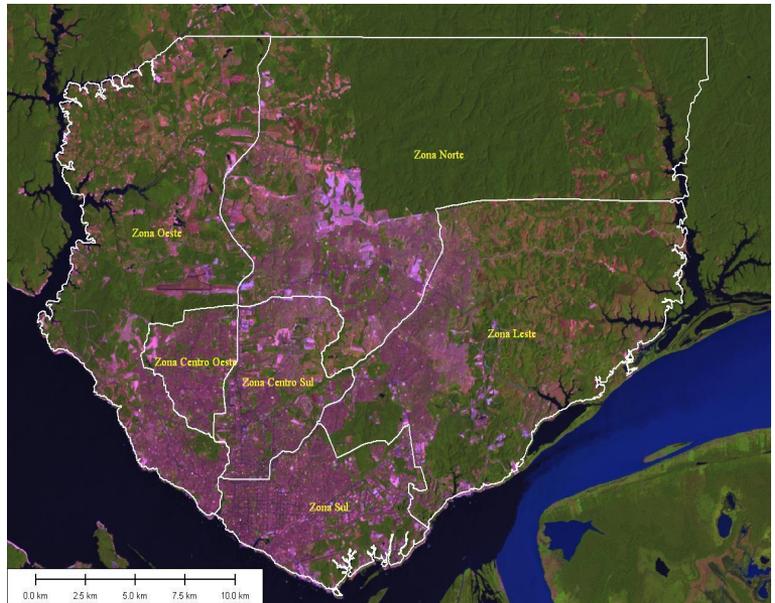


Figura 1: Vista de Manaus em imagem de satélite, 2003.

Ter a máquina se mistura com o ser cidadão. Cuidar da fluidez de seu uso significa cuidar do cidadão-usuário, consumidor. A cidade passa a ser compreendida como meio pelo qual o transporte, o deslocamento, ocorre. A estética urbana é aquela das grandes avenidas com palmeiras imperiais nos canteiros centrais, e *shopping-centers* com enormes estacionamentos. É a metrópole modernizada do *One World*.



Figura 2: Porto de Manaus na véspera de Natal, 2007. Acervo NEPECAB.

As alternativas possíveis mas utópicas, como um inovador sistema de transporte coletivo fluvial, são afastadas não só da realidade das políticas urbanas, mas, e principalmente, da imaginação e criatividade dos gestores. Os meios fluviais de transporte coletivo que existiam em Manaus, como os catraieiros, não só são abandonados, mas, e principalmente, são desestimulados. Uma cidade de costas para o rio e sua paradoxal opção pelo transporte rodoviário refletem essa mentalidade. O rio ainda impede a total dominação do sistema de rodovias, afinal as cidades interioranas são abastecidas e conectadas pelos barcos. Em Manaus, capital que abastece o interior, os carros fazem o encontro das águas.



Figura 3: A esperança de rabeta, Comunidade Boa Vista, Rio Negro/Amazonas, 2007. Acervo NEPECAB.

**Tatina Schor** é graduada em Economia, doutora em Ciência Ambiental, professora adjunta do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Amazonas e pesquisadora do Núcleo de Estudos e Pesquisas das Cidades na Amazônia Brasileira (NEPECAB).  
[tschor@ufam.edu.br](mailto:tschor@ufam.edu.br)

As alternativas possíveis de um desenho urbano na dimensão do corpo se esvaem na crítica da “falta de fluidez”. Todo conhecimento de transporte ribeirinho é perdido quando a rabeta é substituída pelo 4x4, quando se prefere rasgar a floresta e a cidade com estradas, pavimentar caminhos quando muitos outros já existem, só que não comportando o tipo de sociedade em vigor, dominada pelo colapso automobilístico.

Do 4x4 percebe-se o de fora da janela como ameaçador. Da rabeta, olha-se o futuro com esperança. Quem sabe esse futuro promissor chegará um dia, quando o cifrão (\$x\$) não for suficiente para manter-nos vivos.



## A POLÍTICA DE MOBILIDADE URBANA E A CONSTRUÇÃO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS

---

*Renato Boareto*

O processo de urbanização verificado nos países em desenvolvimento, principalmente na última metade do século passado, resultou em grandes concentrações populacionais em um número reduzido de cidades, tornando explícito o conflito entre as pessoas de diferentes níveis de renda pela apropriação e pelo uso dos espaços públicos. O sensível aumento da motorização dos indivíduos, traduzido na ampliação da frota de automóveis e motos, gera uma crise que diariamente é ilustrada por congestionamentos e disputas pelo uso da rua entre os vários tipos de transporte, motorizados ou não, seja para a acessibilidade das pessoas, seja para o transporte e distribuição de mercadorias ou para a prestação de serviços.

O conceito de mobilidade urbana é novo para o governo federal e para a maioria das cidades brasileiras. Uma política que se proponha a enfrentar os problemas urbanos deve ter como objetivo a reversão do atual modelo de mobilidade, priorizando instrumentos de gestão urbanística, princípios de sustentabilidade ambiental e inclusão social.

<sup>1</sup> DAVIS, Mike. *Planeta favela*. São Paulo: Boitempo Editorial, 2006.

<sup>2</sup> DAVIS, Mike. *Op. cit.*

<sup>3</sup> DUPAS, Gilberto. A questão ambiental e o futuro da humanidade. *Revista de Política Externa*, volume 16, n. 1, 2007.

<sup>4</sup> DAVIS, Mike. *Op. cit.*

<sup>5</sup> PROAM. Instituto Brasileiro de Proteção Ambiental. *Termo de Referência para metrópoles saudáveis*. São Paulo, 2008.

O planeta urbanizou-se mais depressa que as previsões do Clube de Roma contidas em seu relatório de 1972, que tratava dos limites do crescimento. Segundo Davis<sup>1</sup>, 95% do futuro crescimento da humanidade ocorrerá nas áreas urbanas dos países em desenvolvimento, cuja população dobrará para 4 bilhões de pessoas na próxima geração. O estudo da Agência Habitat da ONU, *State of the World Cities – 2006*, estima que o maior crescimento urbano se dará nas cidades pequenas e médias, que abrigam 53% da população urbana. Com efeito, no ano de 2007, a população urbana mundial ultrapassou a rural, um terço dela vive em favelas (1 bilhão de pessoas), das quais 90% estão em países em desenvolvimento. O crescimento urbano sofre maior pressão da migração entre cidades do que da mudança da área rural para a urbana. Erminia Maricato, no posfácio da obra de Davis<sup>2</sup>, afirma que em vez de cidades de ferro e vidro sonhadas pelos arquitetos, o mundo está, na verdade, sendo dominado pelas favelas.

Tal processo está se tornando mais intenso neste início do século XXI nos países asiáticos, onde também se registra aumento acelerado de renda e motorização. Segundo Dupas<sup>3</sup>, se países como a China e a Índia, que concentram 25% da população mundial, atingirem, nos próximos dez anos, o padrão de renda médio verificado no Brasil e no México e seu conseqüente padrão de consumo, serão necessários recursos para se reproduzir o PIB dos Estados Unidos, sem que o planeta tenha tais recursos. Ainda conforme Davis<sup>4</sup>, os riscos naturais são ampliados pela pobreza urbana e novos riscos serão criados pela interação entre pobreza, poluentes, trânsito e infra-estrutura em colapso. Como exemplo, podemos citar a poluição atmosférica que, nos grandes centros urbanos, tem no transporte individual uma de suas maiores fontes; embora atinja a todos democraticamente, seus efeitos são mais graves sobre a saúde da população mais pobre, seja pela exposição crônica, seja pela falta de recursos para o tratamento das doenças.

Verificam-se, desse modo, as pressões ambientais urbanas, decorrentes, por um lado, da urbanização da pobreza, por outro, da reprodução do padrão de consumo de países desenvolvidos pela parcela mais rica dos países em desenvolvimento, o que se manifesta na política de mobilidade urbana e nas suas externalidades negativas. Assim, iniciamos o século XXI construindo verdadeiras sociedades de risco. Esses riscos, segundo documento do PROAM<sup>5</sup>, seriam resultantes dos ambientes deteriorados por processos sociais, ecológicos, econômicos, culturais e políticos

que se materializam na metrópole e criam situações de exposição para seus habitantes. Tais situações, por sua vez, são mais críticas para grupos sociais mais pobres, resultado do processo histórico de desenvolvimento capitalista subordinado, como se observa na região da América Latina e Caribe.

Mitchell<sup>6</sup> afirma que uma metrópole depende de duas coisas básicas para funcionar: um bom planejamento de uso do solo, somado a um sistema de transporte eficiente. Para Hillel<sup>7</sup>, por sua vez, é o padrão de consumo nas cidades que determina o que vai acontecer com o planeta.

O Brasil possui grande diversidade de municípios, considerando aspectos como população, frota de veículos e divisão entre os modos de transporte utilizados. Somam-se a tais aspectos o orçamento das prefeituras, a renda per capita e sua situação econômica, que pode ser de desenvolvimento, estagnação ou empobrecimento. Dos 5.561 municípios existentes, segundo o Censo 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 437 têm população superior a 60 mil habitantes, começam a ter sistemas de transportes públicos, os quais, ainda que embrionários, já são acompanhados de conflito no uso do espaço público destinado à circulação. O conflito é mais explícito nas 34 cidades que têm população superior a 500 mil habitantes e nas 14 com mais de um milhão.

Na maioria dos países, incluindo o Brasil, os problemas de locomoção enfrentados diariamente no meio urbano são com frequência objeto de uma análise fragmentada, que dissocia sistema de transporte público, circulação de veículos particulares e uso do solo. Os sistemas de transporte normalmente se preocupam com aspectos inerentes à sua operação. Os responsáveis pelo trânsito, por sua vez, centram suas análises na garantia da fluidez de veículos, na expansão do sistema viário e na segurança. O uso e a ocupação do solo são predominantemente enfocados a partir de uma relação de mercado, quando a função social da terra urbana precisaria ser efetivamente garantida, apesar de as garantias já estarem previstas no Estatuto da Cidade e demais instrumentos urbanísticos disponíveis.

O fato é que a ampliação do sistema viário assume importância significativa e as administrações municipais dedicam muitos esforços e recursos a essa expansão, que adquire dinâmica própria e se transforma em um fim em si, com grandes obras que se autojustificam. O planejamento e a execução das obras normalmente são feitos por distintos órgãos da administração pública, reforçando o atual modelo de pensar as cidades. Parte-se do pressuposto de que a

<sup>6</sup> MITCHELL, Bill. Cidades engasgam com automóveis. *Mega Cidades*, OESP, agosto 2008 (entrevista).

<sup>7</sup> HILLEL, Oliver. Metrôpoles não são vilãs ambientais. *Mega Cidades*, OESP, agosto 2008 (entrevista).

<sup>8</sup> BOARETO, Renato. A mobilidade urbana sustentável. *Revista dos Transportes Públicos*, Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP), n. 100, p. 45-56, 2003. Este e os cinco parágrafos seguintes foram originalmente apresentados no artigo citado aqui.

cidade não tem limites para sua expansão, que o transporte coletivo ou o individual superam os eventuais obstáculos e que cada habitante terá, um dia, seu automóvel.<sup>8</sup>

O processo de urbanização em curso propicia a fragmentação do espaço, criando bairros residenciais cada vez mais distantes dos locais de trabalho e de lazer, além de expulsar a população mais carente para a periferia dos grandes centros. Esse tipo de ocupação gera vazios urbanos, e a infra-estrutura construída para a circulação de automóveis, ou mesmo para o transporte coletivo, provoca o surgimento de áreas degradadas física e economicamente. A lógica dos investimentos reforça tal forma de ocupação, com as cidades menores reproduzindo o modelo de desenvolvimento das cidades maiores, apesar da demonstração diária dos problemas daí decorrentes.

Desse modo, prevalece uma visão de que a cidade pode continuamente expandir-se, resultando em pressão sobre áreas de preservação, desconsiderando-se os custos de implantação da infra-estrutura necessária para dar suporte ao atual modelo de mobilidade, centrado no automóvel, cujos efeitos negativos e custos de circulação são socializados. Essa política não leva em conta todos os dados e tipos de transporte utilizados pela população, conforme tabela 1. A maioria dos formuladores de políticas urbanas entende o automóvel como desejo natural e destino final de todas as pessoas e que, assim que possível, todos os usuários de transporte coletivo deverão migrar para aquele veículo, justificando então, o atual modelo.

Tabela 1: Mobilidade Urbana no Brasil – Cidades com mais de 60 mil habitantes.

Dados de Mobilidade		Viagens (milhões/ano)	Percentual
Não-Motorizado	A pé	19.667	38,9%
	Bicicleta	1.363	2,7%
	Subtotal	21.030	41,6%
Coletivo	Ônibus Municipal	11.283	24,2%
	Ônibus Metropolitano	2.047	4,4%
	Metroferroviário	1.501	3,1%
	Subtotal	14.831	31,8%
Individual	Automóvel	13.762	28,9%
	Motocicleta	995	2,1%
	Subtotal	14.757	31,1%
Total		50.618	100,0%

Fonte: Associação Nacional de Transportes Públicos, 2005.

Entretanto, o que realmente se verifica nos grandes centros urbanos é uma série de desvantagens: perda da mobilidade das pessoas (sobretudo das mais carentes), congestionamentos, aumento da poluição, desperdício de energia, acidentes, mortes e crescimento da frota de veículos particulares em circulação.

<sup>9</sup> MARICATO, Erminia. *Brasil, cidades: alternativas para a crise urbana*. Petrópolis: Vozes, 2001. p. 50.

Maricato<sup>9</sup> afirma que o ambiente construído reflete as relações sociais e participa ativamente da própria reprodução dessas relações; muitos planos urbanos têm ou tiveram a pretensão de dar rumos à esfera urbanística sem enfrentar questões sociais, transformando apenas o ambiente construído. A atual política de mobilidade urbana não peca pela falta de planejamento, mas pela visão distorcida daqueles que não percebem os atuais problemas decorrentes do modelo adotado ou não se conscientizaram ainda das vantagens do transporte coletivo ou não motorizado. A formação dos técnicos que lidam com o tema reproduz tal visão política; essa postura e as cidades que baseiam suas ações apenas considerando o automóvel, constituem uma linha de vanguarda do atraso. Ainda, conforme Maricato, desmistificar a representação hegemônica dominante sobre o urbano configura um grande passo. Nesse processo, as reflexões críticas e analíticas são fundamentais e é preciso e viável anunciar uma nova sociedade a cada momento em cada lugar.

## A cidade sustentável

O conceito de cidade sustentável, assim como o conceito de desenvolvimento sustentável, tem sido objeto de vários estudos e definições, desde a elaboração do Relatório Brundtland em 1987, até ganhar destaque a partir da Conferência Mundial das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992. Na ocasião, foi aprovado o documento da Agenda 21, propondo diretrizes de sustentabilidade para a gestão do território. Não se pretende neste artigo esgotar o assunto, mas apontar alguns aspectos que precisam ser considerados na discussão sobre urbanização, mobilidade urbana e seus efeitos sobre a vida das pessoas.

A urbanização em larga escala ainda está por acontecer e, na medida em que a humanidade se torna mais urbana, maior é a demanda de consumo de energia per capita, segundo Alier<sup>10</sup>. Na atualidade, tanto as cidades quanto o campo tendem a deslocar os problemas ambientais para uma escala espacial mais extensa e uma escala temporal mais

<sup>10</sup> ALIER, Joan M. *O ecologismo dos pobres*. São Paulo: Contexto, 2007.

ampla. A tendência à urbanização e à utilização crescente do automóvel apresenta-se como um dinamismo que ainda não se materializou plenamente em países como Índia, China ou Indonésia. As cidades grandes e prósperas estão irremediavelmente baseadas no emprego de combustíveis fósseis e na externalização dos custos ambientais. Por definição, as cidades seriam insustentáveis, pois abrigam uma densidade de população demasiado alta para se auto-sustentar. Alier questiona quais seriam as implicações em termos de uso do solo, consumo energético, poluição do ar e mudanças climáticas, ao se vulgarizar o uso do automóvel em todo o planeta.

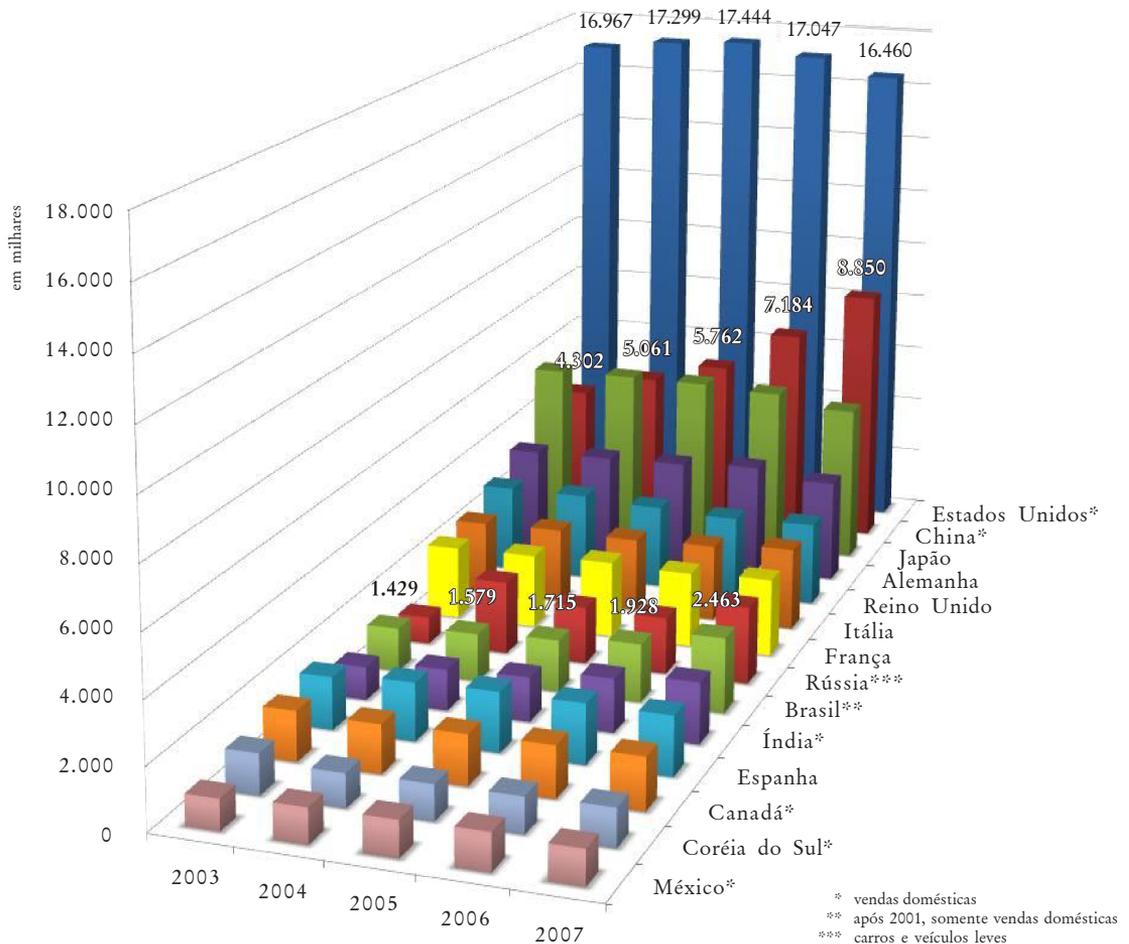


Figura 1: Países com o maior número de licenciamentos de veículos novos em 2007 (em destaque, Estados Unidos, China e Brasil – números em milhares).

Fonte: Instituto de Energia e Meio Ambiente/Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores (Fenabreve/Anuário 2007).

Em 2007, o Brasil foi o 9º país no licenciamento de veículos, conforme a figura 1; no primeiro semestre de 2008, atingiu a 7ª colocação, ultrapassando a Rússia e a França. Verifica-se também sensível aumento da frota nos países que estão passando por intenso processo de concentração urbana, como a Índia e a China.

Antecipando-se aos fatos, antes da Carta de Atenas, aspectos de uma concepção ecológica das cidades já estavam presentes nas obras de Patrick Geddes, Lewis Mumford (década de 1920 nos EUA), Radhakamal Mukerjee (Índia) e Ebenezer Howard, com suas propostas de “cidades-jardim”, no início de 1900. Alier destaca que

*... ainda que Mumford compartilhasse da visão ecológica de Geddes, da cidade como um centro de apropriação e dissipação de energia – assim como da intensificação do ciclo de materiais – isso, todavia, não o induziu ainda a realizar uma análise empírica do uso de energia e de materiais pelas cidades. Esta análise teve que aguardar a década de 1970, quando o metabolismo urbano foi estabelecido como um campo de estudos nas mãos de autores como S. Boyden e K. Newcombe.*

<sup>11</sup> MARTINELLI, Patrícia. *Cidades Sustentáveis*. Programa de Pós-Graduação em Geografia, UNESP/Campus de Rio Claro (resenha).

<sup>12</sup> DAVIS, Mike. *Op. cit.*

Segundo Martinelli<sup>11</sup>, não há cidades sustentáveis, mas a busca por sua sustentabilidade. É necessário pensar as cidades sustentáveis como um processo progressivo da implementação de critérios de sustentabilidade que exigem o reconhecimento de uma série de valores, atitudes e princípios, tanto nas esferas públicas como privadas e individuais.

Para Davis<sup>12</sup>, as cidades são a solução para a crise ambiental global, uma vez que a densidade urbana pode traduzir-se em maior eficiência do uso da terra, da energia e dos recursos naturais; os espaços públicos democráticos e as instituições culturais também oferecem padrões de diversão de qualidade superior ao consumo individualizado. O autor afirma que as cidades do Terceiro Mundo, com poucas exceções, poluem, urbanizam e destroem sistematicamente os seus sistemas fundamentais de apoio ambiental, prejudicando a eficiência ambiental que Patrick Geddes defende como necessária para as cidades. Conforme piora a crise habitacional da maioria das cidades, as favelas também invadem diretamente santuários ecológicos e bacias hidrológicas vitais, somando-se os prejuízos à falta de coleta e tratamento de esgoto.

Maricato destaca, no posfácio da mesma obra, que Davis contribui para a tese da impossibilidade de se separar a sustentabilidade ambiental da condição de pobreza em massa. Pode-se avançar nesta direção, destacando-se a ne-

cessidade de se discutir também o padrão de consumo e a apropriação das vantagens da cidade por parte das pessoas de diferentes rendas. Ao usarem, cada vez mais, o transporte individual, as pessoas de mais alta renda contribuem para piorar a qualidade de vida na cidade, devido ao maior consumo de espaço público para circular e estacionar os seus veículos, ao consumo de combustíveis e à ineficiência energética, além da poluição atmosférica e sonora.

Davis afirma também que os moradores das favelas ou áreas mais pobres da cidade

*têm aguda consciência do perigo que é o trânsito selvagem que engarrafa as ruas da maioria das cidades do Terceiro Mundo. O crescimento urbano desordenado, sem o correspondente investimento social em transporte de massa ou vias expressas com trevos e viadutos, transformou o trânsito numa verdadeira catástrofe para a saúde pública.*

Obviamente o autor não tinha o objetivo de explorar ao máximo a relação entre a falta de planejamento da cidade e a política de mobilidade urbana. Pode-se, no entanto, verificar a tendência natural dos autores que abordam o tema, em não perceber a necessidade de outro modelo de mobilidade urbana associado a uma nova visão de cidade, conforme já citado anteriormente neste artigo, uma vez que a maioria dos investimentos públicos em trânsito reforça o atual modelo de mobilidade e gera maior exclusão social.

A discussão sobre as “cidades globais” também têm reflexos na abordagem dos problemas e projetos relativos à mobilidade urbana. João Whitaker Ferreira<sup>13</sup>, em seu livro *O mito da cidade global*, discorre sobre o processo ideológico em torno da disputa de grupos econômicos por investimentos públicos em frentes imobiliárias, supostamente previstos para dar a São Paulo condições para que seja uma cidade global. Mencionando os grandes investimentos para a expansão do sistema viário na gestão de Paulo Maluf (1993 a 1996) em uma região rica da cidade, o autor chama a atenção para o fato de que a administração investiu R\$ 3 bilhões em 15 obras viárias, destacando-se um túnel sob o Rio Pinheiros e outro sob o Parque do Ibirapuera, que não permitem o tráfego de ônibus. O fato ilustra mais uma vez que a construção da cidade reflete uma visão política da coalizão dos grupos políticos que a governam. Sobre este momento da história de São Paulo, Maricato<sup>14</sup> destaca que as obras não obedeceram a um plano explícito e os congestionamentos aumentaram, já que as obras viárias, voltadas para o automóvel, não obedeceram a um plano que pudesse

<sup>13</sup> FERREIRA, João S. W. *O mito da cidade global: o papel da ideologia na produção do espaço urbano*. Petrópolis: Vozes, 2007.

<sup>14</sup> MARICATO, Erminia. As idéias fora do lugar e o lugar fora das idéias. In: MARICATO, E.; ARANTES, O. & VAINER, C. *A cidade do pensamento único – desmanchando consensos*. Petrópolis: Vozes, 2000. p. 121-188.

dar mais eficiência ao transporte de massa. Para a autora, é a valorização das propriedades fundiárias ou imobiliárias que move e orienta a localização dos investimentos públicos, especialmente a circulação viária. Ela aponta ainda que, nos planos estratégicos de desenvolvimento urbano, a miséria é estrategicamente definida como problema paisagístico ou ambiental e que, assim, partes de nossas cidades podem ser classificadas como “não cidades”, pois as periferias contam apenas com transporte precário e ausência de abastecimento de luz e água. Como resultado de um processo de exclusão territorial de boa parcela dos habitantes, é inevitável a degradação ambiental em áreas ambientalmente mais frágeis, como beiras de córregos, encostas íngremes, mangues, áreas alagáveis e fundos de vale. São áreas que não interessam ao mercado legal de imóveis, por isso sobram para a moradia da população de baixa renda, resultando em poluição de recursos hídricos e dos mananciais, banalização das mortes por desmoronamentos, enchentes e epidemias.

É importante estudar o processo de urbanização verificado principalmente nos países em desenvolvimento, relacionando sustentabilidade ao combate à pobreza e à exclusão social, uma vez que os problemas ambientais também representam ou, ao menos, indicam conflitos sociais decorrentes de desenvolvimento econômico desigual. Grande parcela da população é exposta de forma mais intensa aos riscos ambientais, devido aos aspectos de renda e de direcionamento das políticas públicas. A apropriação do espaço público para o deslocamento urbano é diretamente proporcional à renda, conforme fica demonstrado pelos usuários de automóvel, que ocupam mais espaço e emitem mais poluição que os usuários de transporte coletivo.

As organizações multilaterais têm abordado o tema da cidade sustentável. O Banco Mundial publicou indicadores sobre 142 cidades de 134 países em um estudo denominado “Cidades em um mundo globalizado – 2006” e continua estudando novos indicadores. O Programa *Habitat* das Nações Unidas enfocou a situação da moradia em 1991 e hoje acompanha o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. A ONU criou a Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CDS), que tem como objetivo acompanhar e cooperar na elaboração e implementação da Agenda 21 dos diversos países. A Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS), por sua vez, desenvolve o projeto “Municípios e comunidades saudáveis” desde 1992, coletando 32 indicadores de saúde em várias cidades. Algumas definições sobre desenvolvimento urbano sustentável já foram debati-

das. A Conferência Urban 21, realizada em Berlim, em julho de 2000, propõe tratar-se da “melhoria da qualidade de vida na cidade, incluindo os componentes ecológicos, culturais, políticos, institucionais, sociais e econômicos, sem comprometer as futuras gerações.” Guillen<sup>15</sup> afirma, entretanto, que as cidades não estão crescendo, mas aumentando de tamanho. Antes, realmente cresciam em determinado período, porque mais pessoas compartilhavam os mesmos serviços; mas, hoje, pessoas são agregadas, criando duas cidades justapostas. Por outro lado, Satterthwaite<sup>16</sup> observa que a ambigüidade do conceito de sustentabilidade urbana permite que muitas das grandes agências internacionais reivindiquem a liderança na promoção de cidades sustentáveis, quando na realidade contribuem e muito para um crescimento em que efetivamente não são preenchidas as metas do desenvolvimento sustentável.

A questão tem sido objeto de análises exaustivas. A forma mais comum de se procurar medir os impactos ambientais de uma cidade é a “pegada ecológica”, segundo método desenvolvido por Willian Rees. Esse método procura calcular quanta terra produtiva é solicitada, em hectares, como manancial de recursos ou como área de resíduos, para sustentar uma dada população em seu nível atual de vida e com as tecnologias atuais. São medidos quatro tipos de uso de solo: terra necessária para alimentar uma pessoa (que varia conforme a dieta), terra necessária para a produção de madeira, terra edificada e pavimentada para ruas e estradas e, enfim, a terra necessária para a produção de biomassa, equivalente ao consumo de combustíveis fósseis ou quantidade necessária para a absorção do dióxido de carbono emitido.<sup>17</sup> Por esse cálculo, conclui-se que muitas cidades e países demandam uma área muito maior do que aquelas que ocupam, transferindo custos e impactos ambientais para outras regiões do país e do planeta para sustentar seu padrão de consumo.

Outra forma de avaliação é o Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA), desenvolvido pelas universidades norte-americanas de Yale e Columbia e apresentado no Fórum Econômico Mundial em 2002. Essa metodologia combinou 68 variáveis e 20 indicadores, buscando comparar a capacidade dos países em proteger o meio ambiente não só no presente, mas no futuro também. Com base no ISA e no IDH – Índice de Desenvolvimento Humano – Martins *et al.*<sup>18</sup> propõem um IDH híbrido, combinando ambas as metodologias, que resultam em nova classificação do estágio de desenvolvimento dos diversos países.

<sup>15</sup> GUILLEN, Ramon F. Ecologia urbana e desenvolvimento sustentável: natureza e artefato, fronteira evanescente. In: ALMEIDA, G. & MENEGAT, R. (Org.) *Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental nas cidades, estratégias a partir de Porto Alegre*. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2004. p. 79.

<sup>16</sup> SATTERTHWAITE, David. Como as cidades podem contribuir para o desenvolvimento sustentável. In: ALMEIDA, G. & MENEGAT, R. (Org.). *Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental nas cidades, estratégias a partir de Porto Alegre*. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2004. p. 133.

<sup>17</sup> ALIER, Joan M. *Op. cit.*

<sup>18</sup> MARTINS, Ana R. P; FERAZ, Fernando T. & COSTA, Márcio M. Sustentabilidade ambiental como nova dimensão do índice de desenvolvimento humano dos países. *Revista do BNDES*, v. 13, n. 26, dezembro de 2006.

<sup>19</sup> SATTERTHWAITE, David.  
*Op. cit.*

Satterthwaite<sup>19</sup> traz uma importante reflexão sobre a sustentabilidade e suas definições imprecisas, ao comentar que a sustentabilidade social

*...poderá ser considerada como sendo a sustentação das sociedades atuais e suas estruturas sociais, quando a satisfação de necessidades humanas sem o esgotamento do capital ambiental implica mudanças importantes nas estruturas sociais existentes.*

Tal relação é importante para percebermos que a construção de cidades sustentáveis passa pela mudança do padrão de consumo de espaço urbano para a circulação de veículos e do uso de combustíveis fósseis, exigindo a reversão do atual modelo de mobilidade, bem como uma nova forma urbana, conforme abordaremos na sequência.

<sup>20</sup> VASCONCELLOS, Eduardo A. *Transporte e meio ambiente*. Série Cadernos Técnicos da ANTP, julho de 2007.

Vasconcellos<sup>20</sup> também preconiza a necessidade de maior clareza na discussão sobre sustentabilidade e sua relação com a mobilidade urbana, questionando o que deve ser sustentado e para quem, nos países em desenvolvimento. O autor enfatiza que é preciso 1) preservar a vida, ameaçada pelo elevado número de mortes no trânsito e pelos efeitos da poluição atmosférica; 2) sustentar uma vida equitativa ameaçada pelo consumo desproporcional de energia e espaço; 3) proteger o ambiente físico e os recursos naturais.

Se as abordagens, conceitos e formas de avaliação sobre o desenvolvimento sustentável das cidades são imprecisos e requerem ainda muita discussão, principalmente nos países em desenvolvimento, alguns princípios e diretrizes já estão suficientemente claros para contribuir com a evolução das políticas de mobilidade urbana: 1) combate à pobreza e luta pela inclusão social devem estar presentes desde o início; 2) valores como equidade no uso do espaço público, democratização e controle social, equiparação de oportunidades, acessibilidade às vantagens que a cidade oferece, consolidando o princípio do direito à cidade, devem ser constantemente defendidos em todos os espaços de debate.

### **Política de mobilidade urbana para a construção de cidades sustentáveis**

Existe hoje uma preocupação crescente quanto aos efeitos da política de mobilidade, seja sobre o ambiente urbano, seja quanto a seus impactos regionais e globais, principalmente aqueles relacionados às mudanças globais do clima. Dependendo da região do planeta que for considerada, segundo a Organização para a Cooperação e o Desen-

<sup>21</sup> OECD. International Transport Forum. *Research Findings*, Leipzig, 28-30 May, 2008.

volvimento Econômico (OECD)<sup>21</sup>, o transporte tem a segunda ou terceira participação nas emissões de CO<sub>2</sub> decorrentes da utilização de combustíveis fósseis, dos quais os transportes privado e comercial são os grandes consumidores. Há indicações de que as emissões das atividades de transporte irão dobrar nos próximos 30 anos em todo o mundo, diante de uma meta de redução das emissões globais de carbono da ordem de 50% até 2050.

<sup>22</sup> PNUD. *Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008*.

O Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008, lançado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD)<sup>22</sup>, faz importante relação entre os efeitos da mudança climática e suas conseqüências para os países e populações mais pobres, que não contribuem significativamente para a emissão dos gases do efeito estufa, mas são os mais vulneráveis aos seus efeitos.

Nos países desenvolvidos, o setor automotivo é responsável por cerca de 30% das emissões de gases de efeito estufa, sendo que a busca por padrões de regulamentação de eficiência energética da frota está no seu limite. No mesmo documento do PNUD são apresentadas, na página 29, recomendações para a mitigação das emissões, que visam

*reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> dos transportes através de padrões de eficiência de combustíveis mais exigentes na União Européia, com uma meta de 120g de CO<sub>2</sub>/km em 2012 e 80g de CO<sub>2</sub>/km em 2020 e padrões mais rigorosos de acordo com a Economia de Combustível Média Empresarial (CAFE) nos EUA, com a introdução da tributação na aviação.*

Não se registra nenhuma estratégia para o aumento da participação do transporte público na matriz de deslocamento ou o estímulo aos meios de transporte não motorizados.

Na Conferência das Partes realizada em Bali em novembro de 2007, o tema mobilidade urbana teve uma abordagem muito aquém do esperado. O Plano de Ação recomenda, nos países em desenvolvimento, a elaboração de programas nacionais de mitigação baseados na tecnologia, financiamento e conhecimento, de maneira mensurável, com a produção de relatórios, documentos e resultados facilmente verificáveis.

Tais abordagens, apesar de importantes, têm-se mostrado insuficientes para dar as respostas necessárias, principalmente se analisarmos todos os fatores que compõem a política de mobilidade e a realidade de cada país. Por serem locais onde há maior circulação da frota de veículos e conseqüentemente, maior emissão de CO<sub>2</sub> proveniente do

transporte, as cidades têm recebido especial atenção quanto aos seus impactos ambientais, principalmente sobre as emissões que contribuem para as mudanças globais do clima. Porém merecem ser destacados os efeitos relativos à deterioração da qualidade do ar e seus efeitos imediatos na população, causados pela exposição crônica aos poluentes.

Vários países, individualmente ou através de organizações regionais, estimularam o debate sobre as soluções possíveis de serem desenvolvidas, considerando a abordagem definida pelas Nações Unidas sobre mudanças climáticas, principalmente mitigação e adaptação. As propostas para mitigação dos fatores causadores das mudanças climáticas passam invariavelmente: 1) pela promoção da eficiência energética dos combustíveis e dos veículos; 2) pelo desenvolvimento de combustíveis fósseis mais limpos e 3) por medidas de redução de consumo, incluindo racionalização do uso de veículos, tema este que suscita maior debate devido à política de mobilidade desenvolvida atualmente.

Países como Austrália, Canadá e Estados Unidos já iniciaram programas e ações que estimulam a pesquisa sobre o problema, a partir das cidades e suas políticas de mobilidade. Na Ásia, destacam-se as atividades promovidas pelo *Clean Air Asia* e, na Europa, pode-se mencionar o *Environment Action Programme*. Essas iniciativas têm como foco a construção de cidades sustentáveis, abordando ainda a dependência do automóvel, o consumo de energia, a forma urbana e a “pegada ecológica” de cada cidade. São desenvolvidas também várias metodologias de acompanhamento das políticas locais e de seus efeitos, através da observação da evolução de indicadores de transporte, consumo de energia e emissão de poluentes.

Há iniciativas para estimular a redução das emissões de poluentes, especialmente de dióxido de carbono, provenientes do uso do automóvel. Na França, desde janeiro de 2008, compradores de veículos poluentes – em particular picapes 4x4 – passaram a ser punidos com o aumento de impostos de até R\$ 2,6 mil no preço final. Já os consumidores que escolhem carros de menor potência, que emitam menos de 130 gramas de CO<sub>2</sub> por quilômetro rodado, são recompensados por descontos que podem chegar a R\$ 5 mil. Tal ação, chamada Bonus-Malus, teve resultado imediato e, nos primeiros oito meses do ano, a emissão de CO<sub>2</sub> por novos automóveis vendidos na França caiu 9%. O resultado é melhor do que os objetivos estabelecidos pela União Européia para o período 2012-2020 e foi alcançado graças

às mudanças de consumo, pois a venda de carros menos poluentes cresceu 45% e a dos mais poluentes caiu 40%, segundo matéria publicada no jornal *O Estado de São Paulo*.<sup>23</sup>

<sup>23</sup> NETTO, Andrei. Bônus para carro menos poluidor na França. *O Estado de São Paulo, Estadão Online*, edição de 05/09/2008.

Na Inglaterra, o atual prefeito de Londres revogou o aumento na cobrança da taxa de veículos que emitam mais de 226g de dióxido de carbono por km, mas não alterou as regras do pedágio urbano implantado pelo prefeito anterior, que conta com grande apoio popular e reduziu efetivamente a concentração de poluentes no centro da cidade. No Estado da Califórnia (EUA),<sup>24</sup> conhecido por seus subúrbios espalhados e congestionamentos, foi aprovada uma lei na Assembléia do Estado no dia 25 de agosto de 2008, para diminuir o ritmo das emissões de gases estufa, estimulando um novo planejamento urbano e o maior uso de transporte público. Se a lei vigorar, serão destinados recursos para subsidiar o transporte público em cidades que estiverem desenvolvendo ações para diminuir a dependência do uso dos automóveis, com a promoção de moradias próximas aos locais em desenvolvimento econômico, para reduzir as viagens ao trabalho.

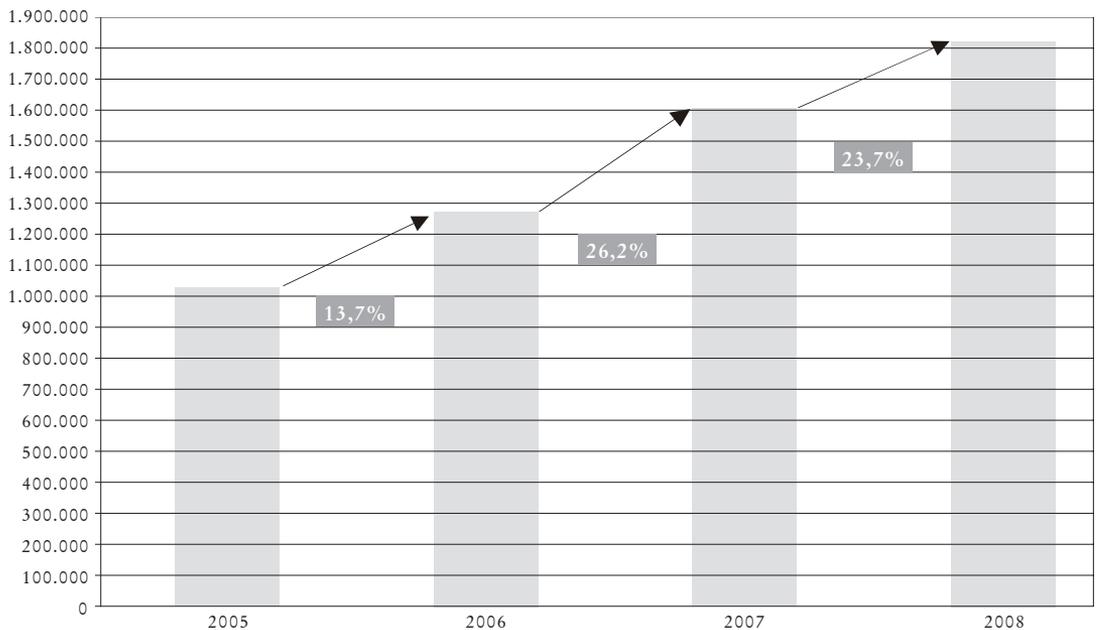
<sup>24</sup> O ESTADO DE SÃO PAULO. Califórnia/EUA poderá ter planejamento urbano contra efeito estufa. *Estadão Online*, edição de 30/08/2008.

O Brasil possui em sua matriz energética uma parcela expressiva de energia renovável, principalmente se considerarmos a política da produção do etanol para o abastecimento de automóveis privados e, mais recentemente, a política do biodiesel, que tem obtido destaque internacional. Hoje há pesquisas para o desenvolvimento da produção de etanol de segunda e terceira gerações.

Os esforços têm sido dirigidos também para o controle e a redução da poluição. Coordenados pelo Ministério do Meio Ambiente, programas como o Proconve (Programa de controle da poluição do ar por veículos automotores) e o Promot (Programa de controle da poluição do ar por motocicletas e veículos similares), estabelecem limites máximos de emissões de poluentes para veículos novos. Porém, o rápido aumento da motorização da população nos últimos anos, resultado da recente estabilidade econômica e da facilidade de crédito, faz com que os ganhos obtidos com a redução individual dos veículos sejam anulados. O crescimento da frota brasileira pode ser observado nas figuras 2 e 3.

Atualmente, o governo federal está desenvolvendo um plano nacional que trata das mudanças climáticas, sob coordenação da Casa Civil da Presidência da República e coordenação executiva do Ministério do Meio Ambiente. O Fórum Nacional de Mudanças Climáticas, reunindo repre-

sentantes de governos e entidades da sociedade civil, apresentou uma abordagem muito tímida do tema, envolvendo basicamente a eficiência energética. No início de setembro de 2008, o Ministério anunciou que divulgará em breve um plano nacional de gerenciamento da qualidade do ar, no âmbito das discussões sobre a Resolução 315 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Essa resolução estabelece limites para emissões de poluentes por veículos a diesel, os quais só poderão ser obtidos com a utilização de Diesel com 50 ppm de enxofre, conhecido como S50.

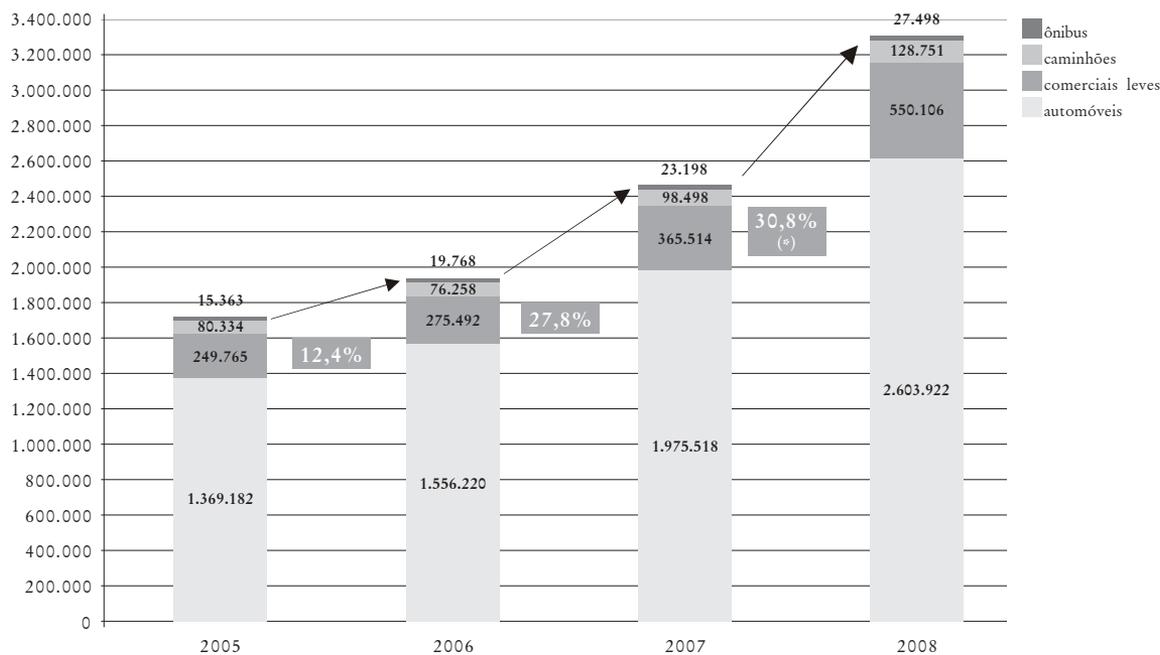


Fonte: Instituto de Energia e Meio Ambiente/Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicleta (Abraciclo)

Figura 2: Vendas internas de motos no Brasil entre 2005 e 2008.

Trata-se, sem dúvida, de uma oportunidade para que a questão da mobilidade urbana seja apresentada em toda a sua dimensão. Há no Brasil um campo de atuação muito extenso para o desenvolvimento dessa política, com vistas à construção de cidades sustentáveis. Isso envolve, além dos aspectos energéticos e de consumo já citados, os fatores que geram necessidade de viagens motorizadas, associados ao modelo de planejamento urbano e a ações que permitam colocar em prática, por parte dos municípios, o avanço teórico obtido pelo Brasil nos últimos anos, principalmente as diretrizes<sup>25</sup> apresentadas pela Secretaria Nacional de Mobilidade Urbana do Ministério das Cidades.

<sup>25</sup> BRASIL. Ministério das Cidades. *Planmob*: caderno de referência para elaboração de plano de mobilidade urbana. Brasília, 2007.



Fonte: Instituto de Energia e Meio Ambiente.

**Figura 3:** Licenciamento de veículos novos no Brasil entre 2005 e 2008.  
 (\*) estimativa baseada no licenciamento de veículos novos de janeiro de 2007 a julho de 2008.  
 Fonte: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea).

### As ações do Ministério das Cidades no período 2003-2007

Até 1988, o governo federal tinha forte participação no setor de transporte público, aprovando tarifas por intermédio do Conselho Interministerial de Preços (CIP), operando sistemas sobre trilhos através da Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU) e mantendo políticas de financiamento – expressas principalmente pelos empréstimos do Banco Mundial na década de 1980. O controle público manifestava-se também pela atuação da Empresa Brasileira de Transportes Urbanos (EBTU) e pela formação de técnicos a cargo do Grupo Executivo de Integração de Política de Transportes (GEIPOT)<sup>26</sup>. A Constituição Federal de 1988 alterou profundamente esse quadro, ao estabelecer a competência local ou estadual para o planejamento, implantação e gestão dos sistemas de transporte público, reservando ao Governo Federal o estabelecimento das diretrizes da política de transporte e desenvolvimento urbano. Nos anos seguintes, houve o desmonte das estruturas federais responsáveis pelo transporte público.

<sup>26</sup> O GEIPOT foi criado pelo Decreto nº 57.003, de 11 de outubro de 1965, com a denominação de Grupo Executivo de Integração da Política de Transportes. O Decreto-Lei nº 516, de 7 de abril de 1969, transformou esse grupo interministerial em Grupo de Estudos para Integração da Política de Transportes. Posteriormente, a Lei nº 5.908, de 20 de agosto de 1973, transformou esse Grupo de Estudos em Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes, preservando a sigla GEIPOT. Em 2002, entrou em processo de liquidação, sendo extinto em 9 de maio de 2008.

Também estão sob responsabilidade local a elaboração dos Planos Diretores de Desenvolvimento Municipal, o Código de Obras e os Planos de Transporte e Trânsito, este último obrigatório para os municípios com população superior a 500 mil habitantes, conforme estabelecido no Estatuto da Cidade. O Código de Trânsito Brasileiro de 1998 consolidou a competência de gestão do trânsito urbano nos aspectos referentes ao uso das vias públicas nos municípios, possibilitando que todo o seu ciclo de gestão ficasse sob a responsabilidade das prefeituras, envolvendo planejamento, projeto, implantação e fiscalização.

A criação do Ministério das Cidades, em 2003, representou grande avanço para uma política de desenvolvimento urbano que considerasse todos os aspectos envolvidos na histórica luta pela reforma urbana no Brasil. Nesse contexto, foi criada a Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana (SeMob). O Departamento Nacional de Trânsito e a Companhia Brasileira de Trens Urbanos foram incorporados ao Ministério, que passou a contar, assim, com todos os órgãos que, direta ou indiretamente, lidam com transporte público e trânsito no âmbito do governo federal. Este retomou, ainda, a elaboração da Política Nacional de Mobilidade Urbana, com o objetivo de estabelecer diretrizes nacionais para a política de transporte coletivo e outros serviços componentes do sistema de mobilidade.

O primeiro avanço registrado nesse período foi a institucionalização da discussão do conceito de mobilidade urbana, conforme exposto anteriormente. Na elaboração de sua política, a SeMob apresentou o tema, como resultado da necessidade de superação de análises fragmentadas sobre transporte e trânsito urbano; transporte sobre trilhos e pneus; sobre parcelamento, uso e ocupação do solo urbano, análises que, historicamente, se mostraram insuficientes para a solução dos problemas de congestionamentos, transporte coletivo, acessibilidade e possibilidade do direito à cidade.

Formulou-se, inicialmente, uma política de “Mobilidade Urbana Sustentável” e, mais recentemente, o conceito de “Mobilidade Urbana para a construção de cidades sustentáveis”. Mais que uma mudança de redação, a frase resulta da reflexão de que a mobilidade é um componente fundamental da cidade, o qual está em constante transformação. Tal política preconizou o reconhecimento dos meios não motorizados de transporte para as viagens de curta distância, a priorização efetiva dos meios coletivos de transporte, a pesquisa de novas fontes energéticas renováveis ou

menos poluentes, a democratização do espaço público, a acessibilidade para pessoas com deficiência e idosos e a promoção do direito à cidade.

Para a implantação dessa política, foram lançados o Programa de Mobilidade Urbana, mais englobante, e o PróMob, que financia municípios com mais de 100 mil habitantes. A SeMob desenvolveu ainda um amplo programa de capacitação de órgãos gestores da mobilidade urbana, financiou o Sistema de Informações de transporte e trânsito e elaborou uma proposta para o barateamento das tarifas de transporte coletivo. Outro avanço foi o Projeto de Lei da Mobilidade Urbana, novo marco regulatório do setor, abrindo programa de financiamento do governo federal, proposta de forma de contratação dos operadores de transporte coletivo, princípios de controle social sobre a política de mobilidade, dentre outras iniciativas.

Por outro lado, foram implementados um amplo programa de capacitação do corpo técnico das administrações e os programas Brasil Acessível e Bicicleta Brasil, que, além de desenvolverem políticas públicas para o setor, financiaram vários projetos municipais. No caso da bicicleta, o Brasil registrou um grande avanço no período, saindo de 99 cidades com aproximadamente 600km de ciclovias em 2002, para 279 cidades com 2.505km.

Enfim, teve início uma ação de apoio à elaboração de Planos de Mobilidade Urbana (PlanMob) pelos 255 municípios com população superior a 100 mil habitantes, envolvendo todos os modos de transportes públicos e os não motorizados. Atenção especial estava sendo dedicada às Regiões Metropolitanas, onde eram esperadas quatro respostas básicas: 1) plano de ação; 2) rede de mobilidade que contemplasse uma infra-estrutura básica de todos os modos de transporte; 3) estrutura de gestão associativa que agregasse os municípios envolvidos e 4) um modelo de financiamento para a infra-estrutura e operação de sistemas de transporte coletivo.

## **Conclusão**

O conceito de mobilidade urbana em si é novo para o governo federal e para a maioria das cidades brasileiras, daí a necessidade de aprofundamento das discussões para sua consolidação e implementação. A incorporação da dimensão ambiental na sua formulação coloca o país em sintonia com as discussões mundiais e proporciona nova oportunidade de reflexão sobre o processo de formação das cidades e os mecanismos de exclusão social. Essa nova abor-

dagem preconiza a democratização do espaço público, a acessibilidade para pessoas com deficiência e idosos, bem como a promoção do direito à cidade. Trata-se de refletir sobre o modelo de cidade que estamos diariamente construindo, manifestado no planejamento urbano e no desenho da cidade e que deve dar suporte a um sistema de mobilidade fundamentado em modos individuais e motorizados de transporte.

Outro aspecto é a urgência de os governos considerarem a mobilidade urbana como o resultado de uma política pública. Normalmente a população percebe as ações destinadas à promoção da habitação ou do saneamento básico como políticas públicas, justificando a clara participação das diferentes esferas de governo na sua implementação. A solução dos problemas de mobilidade, por sua vez, é relegada à esfera privada, como produto das escolhas individuais por modo de transporte, conforme a renda das pessoas. Haveria uma evolução natural na utilização dos modos de transporte, iniciando-se pelo deslocamento a pé, passando pela bicicleta e pela moto e chegando, finalmente, à aquisição do automóvel. Tal visão reforça a idéia de que os investimentos, quase que exclusivos na ampliação do sistema viário, são democraticamente distribuídos para toda a população.

Podemos dividir as cidades brasileiras em dois grandes grupos de práticas relativas à mobilidade urbana. O primeiro grupo reúne as cidades que possuem uma visão tradicional dos problemas locais e investem nas soluções que têm como foco a fluidez dos automóveis, constituindo-se na vanguarda do atraso. O segundo grupo busca maior eficiência do atual modelo, mas incorpora soluções de melhoria da mobilidade das pessoas que não utilizam o carro, como a implantação de corredores de ônibus e cicloviárias. Deve-se constituir, então, um terceiro grupo de cidades, que seria formado por aquelas orientadas para o desenvolvimento sustentável, com a reversão do atual modelo de mobilidade e um novo desenho urbano.

Os investimentos em infra-estrutura para o novo modelo – sistemas sobre trilhos, corredores de ônibus, cicloviárias, calçadas – devem ser combinados também com os instrumentos econômicos de gestão e demanda da mobilidade. Esses instrumentos devem estimular que a livre escolha do cidadão considere os elementos da dinâmica urbana e seus impactos ambientais. Os instrumentos financeiros de gestão têm sido desenvolvidos e implementados em várias cidades, como já citamos, e incluem medidas que encareçam a compra de carros mais poluentes, cobrem o acesso por trans-

porte individual em áreas dotadas de sistemas de transportes públicos, estimulem a integração tarifária entre transporte individual e coletivo. Instrumentos de gestão da demanda incluem restrição de horário, área ou tipo de via.

Uma política que se proponha a enfrentar os problemas urbanos já apontados deve ter como objetivo a reversão do atual modelo de mobilidade que predomina nas cidades brasileiras. Novos instrumentos de gestão urbanística devem estar subordinados a princípios de sustentabilidade ambiental e voltados para a inclusão social. A implementação dessa política envolve o reconhecimento dos meios não motorizados de transporte e a priorização efetiva dos modos coletivos. A ação do governo local deve considerar ainda a redução dos impactos ambientais, através da utilização de novas fontes energéticas renováveis ou menos poluentes para o transporte público, bem como a alteração dos fatores que geram a necessidade de viagens motorizadas ou influenciam a escolha do modo de transporte por parte das pessoas.

**Renato Boareto** é graduado em Gestão Ambiental Urbana. Foi Diretor de Mobilidade Urbana do Ministério das Cidades no período 2003 a 2008 e atualmente coordena a área de Mobilidade Urbana do Instituto de Energia e Meio Ambiente de São Paulo.

[renato.boareto@yahoo.com.br](mailto:renato.boareto@yahoo.com.br)



REVISITANDO O  
“NÃO-TRANSPORTE”  
A TESE DA RUA HUMANIZADA

---

*Nazareno Stanislaw Affonso*

**E**m maio de 1989, no Rio de Janeiro, durante o VII Congresso Brasileiro de Transporte Público, sob a presidência do ambientalista Fernando Gabeira, uma tese muito simples questionava, no seio da comunidade técnica, se os problemas de mobilidade urbana poderiam ser realmente solucionados mantendo-se o atual modelo: proporcionar cada vez mais transporte para atender demandas cada vez maiores, não interessando os custos, pois os desperdícios são pagos pela própria sociedade. Ao questionamento se contrapunha a reconquista do espaço-tempo social pela adoção do “princípio do não-transporte”. Na época, a proposta causou inquietação, mas foi tida como uma simpática utopia. Passados mais de dez anos, a tese permanece atual e viável, conforme demonstram estudos posteriores realizados por órgãos do governo e a implementação de algumas das sugestões por certas cidades brasileiras.

## **Opção brasileira pela mobilidade da exclusão**

Cidades congestionadas, queda progressiva na qualidade de vida, mortos e feridos no trânsito, crescimento do transporte clandestino, transporte público sem prioridade nos investimentos federais, estaduais e municipais são algumas das causas da grave crise de mobilidade por que passa o país. Infelizmente, o futuro aponta para uma piora desse quadro, com a frota de automóveis já atingindo 50 milhões no ano de 2008. Esse número é, por certo, conseqüência da política federal de incentivo ao uso do automóvel através da gasolina a preços subsidiados, dos inúmeros subsídios públicos federais e estaduais para implantação de fábricas ou repassados diretamente às montadoras – o que reduz os impostos para os chamados “carros populares” –, das facilidades de importação de veículos e dos financiamentos extremamente acessíveis a várias classes sociais, entre outros fatores.

No Brasil, optou-se por uma solução de mercado para o transporte público de passageiro urbano, diferentemente do que é praticado na saúde e educação, que são, também, serviços essenciais prestados pelo Estado. Assim, para o Estado, o usuário é um consumidor que deve pagar pela totalidade do serviço, desde o momento em que entra no ônibus, no metrô, ou na ferrovia. No transporte metroviário, por exemplo, por meio da tarifa, os usuários pagam a operação, excluindo-se o investimento. No caso dos ônibus, estão inclusos os investimentos em veículos, garagem e reposição da frota, quando fica velha.

Essa opção fez com que o transporte coletivo se tornasse um luxo ao qual 37 milhões de brasileiros não têm acesso por falta de dinheiro. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), esse é o contingente de pessoas que vivem nos centros urbanos e não podem usar serviços públicos de forma cotidiana. Como conseqüência, o serviço encareceu e perdeu 30% de passageiros nos últimos dez anos, equivalendo à perda de 20 bilhões de usuários, o que corresponde a 29 bilhões de reais, segundo a Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP). A população mais pobre é a que subsidia os custos do transportes para idosos, estudantes e portadores de deficiência, através das gratuidades, além de pagar na tarifa o preço do veículo, dos pneus e do combustível, que são regulados pelo mercado mundial. Essa população paga também os salários dos trabalhadores, só que esse não é indexado internacionalmente.

A crise de mobilidade pode ser exemplificada por São Paulo, onde circulam 3,5 milhões de veículos, sendo a grande maioria automóveis. Rodam no horário de pico apenas 700 mil (ANTP). Portanto, se 10% dos que estão parados resolverem sair em um dia de chuva ou numa greve de metrô, o tráfego nas ruas pode aumentar, no pico, 40% ou mais. Esse caos, criado pela política de mobilidade dominante, privilegia os usuários de automóvel, promovendo isenções de impostos para a indústria automobilística que somam anualmente entre 3 a 7 bilhões (ANTP). A esses subsídios se acrescenta o lucro conseguido pelo “aumento de produtividade nos anos 1990, expressa em números de unidades produzidas por trabalhador”, que “saltou de 7,8 para 19,1. Com isso a indústria, que era empregadora de mão de obra nos anos 1980, vai trocando trabalhadores por robôs na linha de produção”<sup>1</sup>. Em consequência, emprega cerca de 120 mil trabalhadores diretos contra quase um milhão do setor de transporte público.

<sup>1</sup> OKUBARO, Jorge. *O automóvel, um condenado?* São Paulo: SENAC, 2000. 144 p.

## O reino do automóvel

A mundialização e democratização do uso do automóvel foram adaptando as cidades às necessidades do veículo, principalmente em relação às classes médias, formando verdadeiros dependentes de seu uso através de uma cultura automobilística que tem seu próprio modo de vida. Isso encarece os custos urbanos, pois as cidades gastam muito mais em combustível, além de poluir o ambiente, matar os que realizam menos de 30% das viagens, e ainda promover a exclusão social nos espaços públicos.

A mobilidade custa ao Brasil R\$ 82 bilhões, dos quais R\$ 66 bilhões, ou 86%, são consumidos pelo automóvel (ANTP), enquanto na França são 60 milhões de euros, equivalentes a R\$ 160 milhões.<sup>2</sup> Nessa lógica, a via, antes pública, foi privatizada pelo automóvel, que ocupa de 30 a 90% só naquelas em que circulam os ônibus.

Quanto aos acidentes no trânsito, os automóveis são responsáveis por mais de 80% das 350 mil vítimas por ano (DENATRAN), das quais 36 mil são mortas (Ministério da Saúde) e 120 mil, aproximadamente, ficam portadoras de deficiência permanente. Essa tragédia custa à saúde, e computadas as perdas materiais e de horas trabalhadas, o prejuízo atinge anualmente R\$ 5 bilhões nas cidades, e mais R\$ 23 bilhões nas estradas, segundo estudos da ANTP/IPEA. Todos esses custos são rateados com toda a sociedade que, majoritariamente (quase 80%), se desloca a pé, de bicicleta e em transportes públicos.

<sup>2</sup> OKUBARO, Jorge. *Op. cit.*

Outra discrepância é que a população de baixa renda gasta 26% do seu ganho com o transporte contra apenas 10% dos mais ricos, que utilizam os automóveis (ANTP).

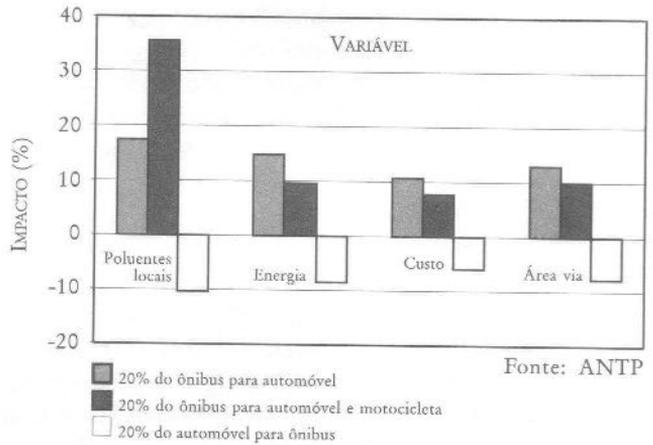


Figura 1: Não-transportes, uma proposta conseqüente.

### Revisitando a tese: "Não-transporte, a reconquista do espaço-tempo social".

Mai de 1989, cidade do Rio de Janeiro, VII Congresso Brasileiro de Transporte Público, organizado pela ANTP. A tese da Comissão de Circulação e Urbanismo estava sendo apresentada para um público que lotava o salão, sob a presidência do ambientalista Fernando Gabeira.

O ambiente era de inquietação, defendia-se no seio da comunidade técnica de transporte uma tese que apresentava um novo paradigma. A tese, muito simples, questionava se a solução para os problemas de mobilidade seria, de fato, proporcionar cada vez mais transporte para atender demandas cada vez maiores, não interessando os custos, pois os desperdícios seriam pagos pela sociedade.

O questionamento já começava pelo título: "Não-Transportes: a reconquista do espaço-tempo social". Apresentava como proposta de base que a solução de se fazer uma via ligando dois pontos não poderia ser apenas uma reta, mas várias curvas que evitassem destruir patrimônios históricos, natureza, parques ou bairros com vida social, reconhecendo tratar-se de valores que se sobrepõem aos interesses econômicos. Mais ainda, afirmava que os transportes urbanos, ao contrário do que acredita o senso comum, contribuem para a fragmentação do tecido urbano, criando com isso distâncias e obstáculos e, conseqüente-

mente, gerando necessidade de mais transportes. Em suma, produzir mais transporte, em vez de contribuir para a resolução dos problemas da falta de acesso à cidade e de comunicação entre as pessoas, agravava os problemas de forma decisiva.

A esses polêmicos argumentos a reação dos técnicos foi de perplexidade. A tese foi tida como uma utopia “simpática” e, como toda utopia, por falta das chamadas “condições ideais”, foi relegada ao futuro, tendo-se incorporado poucas modificações nas políticas e práticas estabelecidas. Com isso permaneceram dois graves erros. Primeiro o de se manter e agravar o ciclo: “necessidade de mais transportes” ⇒ mais desintegração do espaço urbano ⇒ ampliação das distâncias e obstáculos a serem superados ⇒ necessidade de mais transportes”. Segundo, o de se deixar de implantar medidas simples (mas contra o senso comum), de baixo e alto custo, que trazem benefícios sociais e políticos a curto, médio e longo prazo.

As ações de não-transporte visam basicamente diminuir a dependência do cidadão com relação ao transporte motorizado, incentivar a circulação a pé e de bicicleta, com segurança e conforto, reduzir o tempo de deslocamentos, melhorar as condições ambientais e recompor os espaços urbanos, permitindo sua utilização mais democrática. Indiretamente, objetivam também a diminuição dos custos da cidade e a conseqüente redução dos investimentos utilizados para viabilizar a circulação dos automóveis. Enfim, transitam pelo terreno das possibilidades concretas e das necessidades imediatas, com impacto positivo junto à população, para que comece agora a construção de cidades com qualidade de vida, controladas e recriadas pelo conjunto dos seus habitantes.

Um conceito não desenvolvido na tese diz respeito ao desperdício e à improdutividade do sistema urbano de nossas cidades. Tanto pelo senso comum como pela comunidade técnica, é aceita a existência de ruas congestionadas em um sentido e vazias no sentido inverso, bem como de ruas que, nos bairros, permanecem subutilizadas. O mesmo acontece quanto a ônibus, trens e metrô.

As “soluções” do senso comum aos congestionamentos são “naturalmente” construir mais vias, a um custo ainda mais alto, ampliando portanto o desperdício. Surgem também novas “soluções” urbanas, defendendo que se tem de garantir acessibilidade porque as áreas são valorizadas, com vantagens locais fantásticas, justificando a destrui-

ção de bairros populares, a expulsão do comércio "decadente" e das indústrias "mal" localizadas. Nesses lugares se fazem reurbanizações, implantam-se artérias e vias expressas que atraem investimentos imobiliários, produzindo, em pouco tempo, mais congestionamento.

Nossas cidades apresentam desertos de vida social e econômica durante boa parte do dia, por não terem usos compartilhados. Assim, existem bairros sem serviços e centros, bem como áreas industriais vazias à noite e fins de semana. Está na hora de os urbanistas superarem as teorias que privilegiam áreas com especialização de uso, destruindo patrimônios históricos, bairros, centros de serviço e comércio, para construir "novos espaços urbanos" que pretendem substituir a vida social e os valores culturais. Nosso país não pode mais afundar seu futuro comprometendo suas riquezas, destruindo para reconstruir.

O presente é o único tempo em que podemos interferir objetivamente. O futuro desejado só acontecerá a partir de uma ação realizada agora. Nesse sentido, partindo do princípio básico de redução da quantidade de viagens motorizadas, revisitamos as propostas do não-transporte:

a) Romper radicalmente com as soluções que se restrinjam ao compartimento transporte, e voltar a respostas globais comprometidas com a reforma urbana de nossas cidades.

b) "Romper radicalmente com as práticas usuais que reproduzem o atual modelo de produção de mais transporte como solução para os problemas dos transportes urbanos."<sup>3</sup>

c) "Promover um reordenamento profundo das atividades urbanas, ocupando os espaços vazios e descentralizando as atividades econômicas e serviços, de forma a permitir a redução das distâncias, dos tempos de deslocamento e incrementar a autonomia de cada região".<sup>4</sup> Seriam ilhas interligadas e imbricadas no tecido urbano que, remetendo ao paradigma "Descentralização e Autonomia", constituem regiões com a maior independência possível em termos de serviços, empregos, infra-estrutura, comércio, indústria, abastecimento, escolas, lazer etc. O objetivo é propiciar a seus habitantes alternativas de qualidade de vida sem a necessidade de serem obrigados à "sobrevivência" em outros locais, reduzindo a dependência do transporte e permitindo espaços de convivência em bairros autônomos. Esse modelo não implica redução da acessibilidade a outros locais, o "viver" localmente não compromete a capacidade de integração cosmopolita.

<sup>3</sup> Citação da tese do "não-transporte, a reconquista do espaço tempo social", publicada na Revista ANTP, n. 41, junho de 1989, p. 25.

<sup>4</sup> Citação da tese do "não-transporte, a reconquista do espaço tempo social". *Op. cit.*

d) “Priorizar o transporte coletivo em relação ao automóvel, cuja circulação deve sofrer restrições. O transporte coletivo deve ter um padrão de serviço que constitua alternativa de fato ao transporte individual”.<sup>5</sup>

O transporte coletivo no Brasil tem todas as condições para poder prestar atendimento de qualidade aos usuários, reduzindo o tempo de viagem com faixas e vias exclusivas e diversificando os serviços para atingir os vários públicos. Com um transporte coletivo seletivo também é possível atender os usuários de automóveis ou criar estacionamentos públicos ou privados junto às estações de metrô e ferrovias e nas paradas de ônibus, de preferência longe dos centros urbanos.

Segundo a lógica do não-transporte, as obras de metrô e de ferrovias não poderiam parar. Os trolebus e as vias exclusivas de ônibus, controlando o uso irregular pelos automóveis, deveriam ter prioridade nos investimentos públicos. Além disso, reivindica-se o reordenamento profundo do espaço urbano através de políticas que obriguem a ocupação dos espaços vazios, retidos pela especulação imobiliária, e que se descentalizem as atividades econômicas e de serviço, de forma que distâncias e tempos de deslocamentos sejam reduzidos.

Outro ponto essencial à proposta é que se restrinja drasticamente a médio e longo prazo o uso dos automóveis, limitando sua acessibilidade, nos horários de pico, às áreas centrais e a determinadas ruas dos bairros, restituindo o uso social aos espaços públicos de mobilidade.

Nos fins de semana, principalmente nos bairros populares, o poder público definiria quais ruas em que podem circular os carros, ônibus e veículos de carga, deixando as demais para o uso dos moradores. Essa proposta poderia institucionalizar-se durante a semana, segundo regras acordadas entre o poder público e os moradores. Assim, a rua possivelmente tornaria a ser local de encontro, de lazer e de paz, onde talvez pudéssemos ver novamente a “pelada” dos meninos e as cadeiras nas calçadas. Enfim, a idéia é “recompor os espaços urbanos, partindo da redução do tráfego de passagem e criando áreas de convívio, onde a população possa voltar a se apropriar do que foi privatizado pelo uso indiscriminado do automóvel”.<sup>6</sup>

e) “Romper com a atual política tarifária do transporte coletivo, pela qual o usuário paga todos os custos do serviço. Alterar a lógica do “paga quem utiliza” para “paga quem se beneficia”. Assim, o setor produtivo e os proprietários de imóveis urbanos e de automóveis devem participar

<sup>5</sup> Citação da tese do “não-transporte, a reconquista do espaço tempo social”. *Op. cit.*

<sup>6</sup> Citação da tese do “não-transporte, a reconquista do espaço tempo social”. *Op. cit.*

<sup>7</sup> Citação da tese do "não-transporte, a reconquista do espaço tempo social". *Op. cit.*

<sup>8</sup> Citação da tese do "não-transporte, a reconquista do espaço tempo social". *Op. cit.*

<sup>9</sup> Citação da tese do "não-transporte, a reconquista do espaço tempo social". *Op. cit.*

do pagamento do serviço de transporte coletivo"<sup>7</sup>. Acrescentaríamos que é preciso ter vontade política para negociar com o capital e com a sociedade para efetivar o escalonamento de horários das atividades, de modo a estender o horário de pico, reduzindo os congestionamentos, as frotas de ônibus, a poluição e, conseqüentemente, os custos para os usuários.

f) "Desenvolver ações para substituição dos combustíveis atuais por fontes alternativas menos poluentes e para a redução dos níveis de ruído dos transportes urbanos"<sup>8</sup>.

g) "Priorizar os modos de transportes a pé e em bicicleta, garantindo o conforto e a segurança de circulação"<sup>9</sup>.

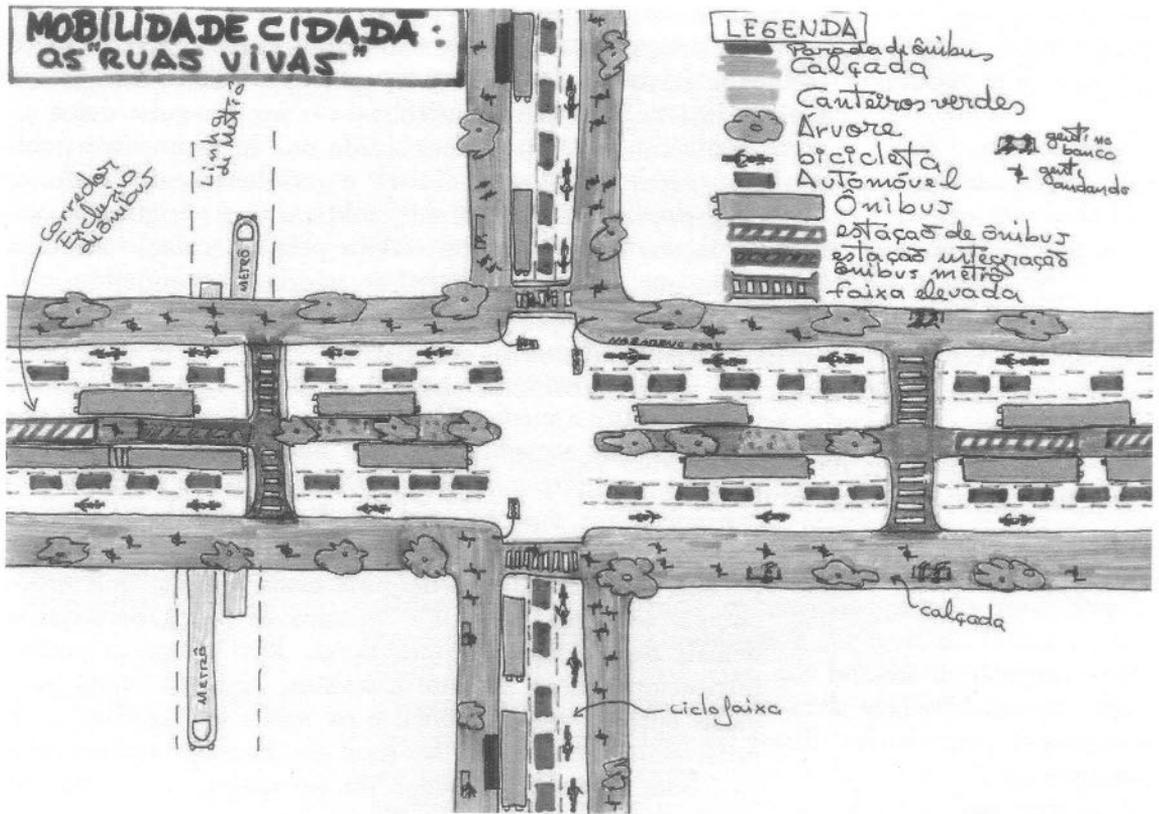


Figura 2: Mobilidade cidadã: "as ruas vivas". Desenho: Nazareno Affonso

Ao invés de vias ociosas nos horários de pico, a tese recomenda utilizar as vias no contra fluxo, como são hoje operadas as "mãos horárias" na Via Estrutural em Brasília e na Avenida Copacabana no Rio de Janeiro, onde, nos horários críticos, ambas circulam no sentido do maior fluxo.

Os deslocamentos a pé e de bicicleta devem ser qualificados com planejamento, iluminação e orientação. A pa-

vimentação adequada exige piso de qualidade e com acessibilidade universal para as pessoas portadoras de deficiência ou de mobilidade reduzida, principalmente nas calçadas públicas em eixos de principais fluxos de pedestres. Por outro lado, a tese denuncia que os investimentos em obras viárias para os automóveis são caros e cheios de desperdícios.

Transformar os estacionamentos nas vias públicas em calçadas alargadas, implantar ciclofaixas e mesmo faixas exclusivas para ônibus constituem alternativas preciosas. Essas áreas públicas, desperdiçadas pelos automóveis, estão acessíveis a baixo custo e são de fácil implantação, sem impacto na população e nas atividades econômicas, requerendo apenas vontade política e quebra do paradigma de que o estacionamento na via é essencial para a economia da cidade.



Figura 3: Carro segregado em calçadas (Madrid).  
Fotografia: Nazareno Affonso

Defender hoje a tese do não-transporte significa também ter uso compartilhado no tempo e no espaço entre pedestres, ônibus, carros e bicicletas. É possível uma rua ser usada por pedestres e veículos, desde que os carros andem a no máximo 6 quilômetros por hora e o tráfego de bicicleta seja demarcado por um desenho na via. Isso já acontece em cidades européias, onde também as vias de automóveis têm seus leitos reduzidos para ceder espaço às bicicletas, e, nas áreas centrais, são reservadas exclusivamente aos pedestres durante o dia e devolvidas à noite aos automóveis, bares e restaurantes.

Uma revolução de valores acontece quando a calçada atravessa a rua e o carro é obrigado a pedir licença ao pedestre. Assim, as crianças podem voltar a ser crianças, os velhos e portadores de mobilidade reduzida podem seguir seu ritmo como cidadãos, enquanto a grama deixa de ser estacionamento de automóveis.

As teses do não-transporte, hoje também chamadas de mobilidade sustentável, têm ainda um longo caminho para se tornarem hegemônicas em nosso país. Felizmente, já



Figura 4: Ciclovía em Paris.  
Fotografia: Nazareno Affonso

há mobilização social por mudanças do atual modelo. É o caso do sucesso do programa Paz no Trânsito de Brasília, em 1997, promovido pela imprensa cidadã, pelo governo e por entidades da sociedade civil que organizaram a Marcha pela Paz no Trânsito, aglutinando mais de 30 mil pessoas em um domingo, para promover uma revolução de atitudes. Esse programa reduziu em três anos mais de mil mortes e três mil vítimas do trânsito violento. Brasília, símbolo do automóvel no Brasil, mostrou ao governo federal, aos parlamentares e a todo o país, a urgência de um novo código de trânsito e o respeito à faixa de pedestres, demonstrando que o povo brasileiro pode dar lições de cidadania.

Todo administrador, a partir de agora, independente de partido, terá de investir em transporte público. Pelo menos, serão necessários quinze anos com investimentos da ordem de 2 a 3 bilhões de reais anuais e mudanças profundas nos municípios, além de campanhas de disciplinamento do uso dos automóveis, para reverter a política de mobilidade da exclusão. Mas, diante dos crescentes congestionamentos de veículos e da urgência na preservação do meio ambiente, a mobilidade cidadã há de prevalecer inevitavelmente, ou perderemos todos, inclusive os usuários de automóveis.

### Desdobramentos da tese

O jornalista Washington Novaes, um dos principais articulistas especializados na área ambiental, resgatou, após dez anos, as antigas teses de 1989, em artigo intitulado “O Caminho no Não-Transporte”, publicado no dia 10 de setembro de 2000 no jornal *O Estado de São Paulo*. Em seu texto, afirma que o tempo provou a absoluta correção das teses e que, se não houver mudança radical nas políticas públicas dos setores implicados, no final da próxima década a situação será profundamente caótica. Basta ver, lembra ele, o que está ocorrendo hoje nas cidades brasileiras. E termina o artigo dizendo que “só resta, então, voltar ao diagnóstico de 1989 – que se comprovou correto – e ver o que estava ali recomendado. O caminho essencial era o do não-transporte: reduzir as necessidades das pessoas por viagens.” Reafirmando, desse modo, o que se propunha

naquela ocasião, conclui: “com o diagnóstico de uma década atrás era correto? Diante dos impasses atuais, valeria a pena considerá-las.”

Com o passar do tempo, a Comissão de Circulação e Urbanismo realizou vários estudos, dando prosseguimento à proposta do não-transporte: no IX Congresso (1993), com a tese “Cidadania de pé no chão”, elencava as várias experiências exitosas do não-transporte, mostrando que a proposta era viver a utopia desde já. Depois, durante o X Congresso (1995), “Circulação DeVida”, uma nova tese antecipava o sucesso das experiências da Paz no Trânsito de Brasília e do Novo Código Brasileiro de Trânsito.

A Comissão apresentou em 1997, no XI Congresso Brasileiro de Transporte Público da ANTP, algo mais direto e polêmico, um conjunto de colagens em forma de transparências, como fazíamos quando crianças e na faculdade, sobre os responsáveis pela crise de mobilidade e sobre a real possibilidade de tornar viável uma utopia da mobilidade sustentável no terceiro milênio. O público reagiu vivamente, colocado-se a favor e contra a proposta.

No espaço de apresentação da Comissão de Circulação e Urbanismo, por ocasião do XII Congresso da ANTP (1999), foi organizada uma mesa para discutir as “Políticas de Restrição ao uso do automóvel em áreas congestionadas”, iniciativa que gerou grande debate, com um público de 140 pessoas para uma sala de 80.



Figura 5: Rua Verde em Belo Horizonte. Fotografia: Nazareno Affonso

Além do trabalho da Comissão de Urbanismo, a tese do não-transporte gerou a constituição, em 1999, do Instituto da Mobilidade Sustentável – Ruaviva, conhecido como ONG RUAVIVA ([www.ruaviva.org.br](http://www.ruaviva.org.br) e [www.ruaviva.blogspot.com](http://www.ruaviva.blogspot.com)). A organização é formada por alguns membros do grupo inicial que elaborou a tese e por novos adeptos da proposta que, junto com o trabalho da ANTP, vem ampliando a discussão para um público vinculado ao meio ambiente e aos movimentos sociais comprometidos com a idéia. Essa organização desenvolve trabalhos de pesquisa, estudos, artigos, textos e eventos para apoiar iniciativas de mobilização social que difundam o novo paradigma que tem como base a Paz no Trânsito e a luta pela acessibilidade universal na mobilidade urbana. Foi, ainda, a responsável por trazer para o Brasil a Jornada Internacional “na cidade, sem meu carro”, sendo também representante oficial do Brasil nessa iniciativa, que começou em 2001.

A idéia de um dia sem carros surgiu na França, em 1997, e em poucos anos conquistou a União Européia. No ano de 2007, mobilizaram-se 1.321 cidades, em 38 países. Na Europa, em 2002, a iniciativa evoluiu para uma semana inteira dedicada à mobilidade (<http://www.mobilityweek.eu>).

As Jornadas Brasileiras “na cidade, sem meu carro”, naquele primeiro ano, conseguiram engajar 11 cidades. As pioneiras foram as gaúchas: Porto Alegre, Caxias do Sul e Pelotas; seguiram-se a paulista Piracicaba; a catarinense Joinville, e seis capitais estaduais: Vitória, Belém, Cuiabá, Goiânia, Belo Horizonte e São Luiz do Maranhão. Em 2002, o número de cidades engajadas subiu, ainda timidamente, para 17. Em 2003, alcançou 23, saltando para 33, em 2004, e para 43, em 2005. Em 2006, 51 cidades do País participaram e, entre essas, havia 17 capitais. No ano seguinte, foram 56 cidades, dentre as quais, 18 capitais. Considerando esses sete anos, mais de 60 municípios brasileiros já se envolveram pelo menos uma vez. O fato de a mídia ampliar a cobertura dos eventos relacionados com a VIII Jornada Brasileira “Na Cidade, Sem Meu Carro”, que acontece anualmente no dia 22 de setembro, constituiu uma das principais conquistas dessa iniciativa em 2008, que teve a adesão de 32 cidades devido ao rigor da justiça eleitoral durante eventos das Prefeituras.

Enfim, lembremo-nos sempre de que, “as cidades são, por definição, o espaço para a construção da cidadania, para o convívio harmonioso e fértil das diferenças, assim como para a celebração da liberdade e das fantasias”.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> SEVCENKO, Nicolau. Mo-saicicos movediços. In: *Pin-dorama revisitada*. São Paulo: Fundação Peirópolis, 2000.

Nazareno Stanislaw Affonso é urbanista da Mobilidade, artista plástico ([www.nazarenoaffonso.arq.br](http://www.nazarenoaffonso.arq.br)), coordenador nacional do MDT – Movimento Nacional pelo Direito ao Transporte Público de Qualidade para Todos, coordenador do escritório de Brasília da ANTP ([www.antp.org.br](http://www.antp.org.br)) e diretor da ONG RUA VIVA. Foi secretário de Transporte de Santo André (São Paulo), Porto Alegre (Rio Grande do Sul) e Brasília (Distrito Federal).

[nazarenosa@uol.com.br](mailto:nazarenosa@uol.com.br)



## MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

---

*Miguel Neves Camargo*

Dois motores diferentes, porém com mesma origem, revolucionaram os transportes. Beau de Rochas, em 1862, publicou uma brochura na qual descreve os princípios básicos de um motor em ciclo de quatro tempos. Esse motor foi construído em 1876 pelo alemão Nicolas Otto e acabou levando o seu nome. O outro é o motor Diesel, ou de ignição por compressão, inventado por um francês filho de alemães, Rudolf Diesel. Derivado do ciclo de quatro tempos idealizado por Beau de Rochas, trata-se de um dos motores térmicos de maior rendimento termodinâmico.

Passados pouco mais de um século, o motor de combustão interna transformou o mundo, e às mudanças seguiram-se preocupações quanto ao futuro daquela invenção. Em 1970 já se dizia que a continuidade da fabricação dos motores Diesel e dos motores a gás de alta compressão dependeria das reservas de combustíveis. Naquela época, praticamente todos os combustíveis usados eram derivados do petróleo. Hoje, sabe-se que, além do petróleo, gás natural, álcool, óleos vegetais e também carvão podem servir de combustíveis. Nesse aspecto, o Brasil tem-se mostrado pioneiro e inovador, criando novas tecnologias para combustíveis alternativos renováveis, oriundos da biomassa. Entretanto, a contínua popularidade dos motores de combustão interna poderá depender da sua capacidade de queimar qualquer tipo de combustível disponível.

## 1 Introdução

Uma grande invenção raramente é obra de um único homem. O motor térmico não escapa a essa regra. Todos os grandes nomes da ciência física deram a sua contribuição, mas o seu desenvolvimento não teria sido possível sem as inumeráveis contribuições de pequenos artífices de uma das maiores invenções da humanidade.

Os motores térmicos são máquinas que têm por objetivo transformar a energia calorífica em energia mecânica diretamente utilizável. A energia calorífica pode provir de diversas fontes primárias, porém, no caso dos motores de combustão, ela tem origem na queima de combustíveis líquidos ou gasosos. Portanto, motores de combustão transformam em energia mecânica, isto é, em trabalho útil, a energia química do combustível.<sup>1</sup>

O trabalho útil é realizado por órgãos em movimento alternativo, por rotores em movimento rotativos ou diretamente realizados pelo empuxe de um jato de gases. Neste artigo só serão tratados motores cujo trabalho útil é realizado por órgãos de movimento alternativo: motores alternativos de combustão interna.

Os motores alternativos podem ser de combustão externa ou de combustão interna. O movimento de seus órgãos internos é gerado pela expansão de um fluido, chamado *fluido operante*. Nos motores de combustão externa, o fluido operante está completamente separado da mistura combustível/ar, sendo o calor da combustão transferido ao fluido operante, através das paredes de um reservatório ou caldeira. Nos motores de combustão interna, por sua vez, o fluido operante, antes da combustão, é a própria mistura de ar e combustível gaseificado. Após, o fluido operante passa a ser uma mistura de gases aquecidos, subprodutos da combustão. O fluido operante funciona também como veículo de calor, posto que introduz calor no motor em certos pontos do ciclo e o retira em outros.<sup>2</sup>

Os motores alternativos de combustão interna se caracterizam por possuírem um cilindro dentro do qual se desloca em movimento alternativo um êmbolo (pistão) que está conectado a um sistema de biela-manivela, transformando assim o movimento alternativo em movimento rotativo. Durante o funcionamento, o motor desenvolve um ciclo relacionado com o movimento do pistão. Tal ciclo tem diversas fases, caracterizadas pela aspiração, pela compressão, pela expansão e pela descarga do fluido operante. Tais fases podem estar distribuídas em quatro tempos de 180° ou

<sup>1</sup> GIACOSA, D. *Motores endotérmicos*. Madrid: Editorial Dossat, 1986. 722 p.

<sup>2</sup> TAYLOR, C. F. *Análise dos motores de combustão interna*. São Paulo: Edgard Blücher, 1971. 558 p.

<sup>3</sup> GIACOSA, D. *Op. cit.*, p. 3-20.

agrupadas em apenas dois tempos de 180°. <sup>3</sup> Neste trabalho só serão estudados motores alternativos de combustão interna de quatro tempos.

## 2 Motores de ciclo Otto e de ciclo Diesel

Dois tipos de motores diferentes, porém com mesma origem, revolucionaram os transportes: os motores de ciclo Otto e os motores de ciclo Diesel.

### 2.1 Modos de funcionamento

Os motores de ciclo Otto, também chamados de motores de ignição por centelha, estão baseados nos princípios teóricos anunciados, em 1862, por Beau de Rochas, segundo os quais a combustão se verifica a volume constante. A brochura publicada pelo inventor foi depois transformada em patente francesa. Entretanto, o motor propriamente dito foi construído pelo alemão Nicolas Otto, em 1876. <sup>4</sup>

<sup>4</sup> BOULANGER, P. *Motores Diesel*. São Paulo: Hemus, 1971. 660 p., v. 3.

A esta categoria pertence a maioria dos motores automotivos, quase a totalidade dos motores de motocicletas e aviões pequenos, barcos de pequeno porte e também muitos motores estacionários de pequeno porte. Podem funcionar em dois ou quatro tempos, entretanto, hoje poucos modelos de dois tempos ainda são fabricados, devido às perdas de combustível não queimado plenamente e à poluição ambiental resultante.

Nesse tipo de motor, a ignição do combustível ocorre devido a uma centelha produzida por uma vela de ignição, no exato momento em que a mistura de ar e combustível está comprimida e pronta para ser queimada.

Os motores de ciclo Otto, geralmente, são motores de quatro tempos.

O primeiro tempo começa quando o pistão se encontra próximo ao ponto morto superior. Neste instante, abre-se a válvula de admissão e, com o movimento descendente do pistão, são aspirados ar e combustível para dentro do cilindro, formando uma mistura inflamável (figura 1). A proporção ideal de ar e combustível seria aquela que, após queimada, não deixasse oxigênio livre e nem combustível sem queimar, ou seja, a combustão seria completa. Essa proporção de ar e combustível é chamada de *relação estequiométrica*.

A mistura real tem uma proporção aproximadamente igual à relação estequiométrica e é preparada por um carburador ou, mais recentemente, por um sistema eletronicamente gerenciado, que injeta a quantidade correta de com-

bustível para cada cilindro, no coletor de admissão próximo da respectiva válvula de admissão. Quando o pistão atinge o ponto morto inferior, a válvula de admissão é fechada, e termina o primeiro tempo, chamado de *admissão*. Normalmente, a válvula de admissão é fechada um pouco depois do ponto morto inferior, para permitir que a inércia do movimento dos gases preencha um pouco mais o cilindro. Este tempo, assim como cada um dos demais, consome  $180^\circ$ , ou seja, meia volta de giro do virabrequim, também denominado de *árvore de manivelas* ou *eixo do motor*. Portanto, o ciclo completo de quatro tempos consome  $720^\circ$ , ou seja, duas voltas completas do virabrequim. Em alguns motores, além da aspiração natural provocada pelo deslocamento do pistão dentro do cilindro, existe um sistema externo que auxilia o enchimento do cilindro, provocando uma pressão maior na mistura de admissão. Tais motores são chamados de *motores sobrealimentados*. Normalmente é usado um turbocompressor para essa função. A sobrealimentação é muito comum em motores Diesel. Em motores Otto, só pode ser usada em altas rotações, para não se perder o controle da aceleração.

No segundo tempo, chamado de *compressão*, a mistura ar/combustível admitida no cilindro é comprimida até o motor atingir novamente o ponto morto superior, completando a primeira volta (figura 2).

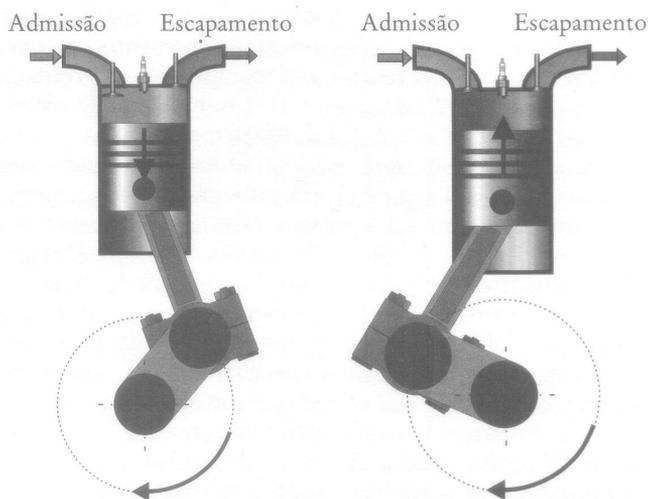


Figura 1:  
Primeiro tempo: Admissão<sup>5</sup>

Figura 2:  
Segundo tempo: Compressão<sup>6</sup>

<sup>5</sup> CAMARGO, M. N. Como funciona um motor de ciclo Otto. *Cultivar Máquinas*, Pelotas, ano III, n. 29, abr. 2004, p. 22-26.

<sup>6</sup> CAMARGO, M. N. Como funciona um motor... *Op. cit.*

O terceiro tempo chama-se *combustão* ou *expansão*. Somente nesse tempo, que corresponde à próxima meia volta, o motor gera energia útil (figura 3).

Um pouco antes de o pistão atingir o ponto morto superior, ainda durante a compressão, a vela de ignição produz uma centelha que dá início à combustão da mistura ar e combustível. Essa combustão deve ocorrer de maneira progressiva, formando uma frente de chama que se propaga até queimar toda a mistura. A combustão gera calor, que provoca uma expansão dos gases aí contidos e conseqüentemente eleva a pressão.

A vela de ignição produz a centelha um pouco antes do ponto morto superior porque a queima do combustível não é instantânea, e necessita um certo tempo para se propagar, de modo que a pressão máxima ocorra quando o pistão já ultrapassou o ponto morto superior e está descendo, entretanto não demasiado tarde. Tal antecipação do ponto de ignição é chamada de *avanço da ignição* e é medida em graus. Se o ângulo de avanço for menor que o ângulo ideal, se diz que o motor está *atrasado*. Neste caso, o pico de combustão ocorre quando o pistão já se deslocou, a ponto de não causar grande acréscimo de pressão, devido ao aumento do espaço gerado pelo deslocamento do pistão. Sendo assim, o motor perde potência, isto é, diminui o rendimento. Se, por outro lado, a antecipação for muito grande, diz-se que o motor está *adiantado*. Neste caso, o pico de pressão ocorre quando o pistão ainda não atingiu o ponto morto superior, causando um esforço muito grande sobre biela e virabrequim, pois a pressão age contra o sentido de rotação do motor, produzindo um ruído seco, como uma batida. Diz-se, então, que o motor está *grilando*. Na realidade, o que ocorre é uma detonação. Devido a essa ignição antecipada, a pressão ocasionada pela expansão dos gases quentes atinge valores elevados ainda no ciclo de compressão, de tal forma que a pressão total ultrapassa o limite suportável pela porção da mistura ar e combustível ainda não queimada, e esta entra em ignição instantaneamente, produzindo uma detonação.

O ângulo ideal de avanço da ignição varia com a rotação do motor, já que com o aumento da rotação o tempo disponível para a combustão é cada vez menor. Os motores dispõem de dispositivos automáticos de avanço da ignição.

A pressão gerada pela combustão empurra fortemente o pistão para baixo. O movimento linear do pistão dentro do cilindro é transformado em movimento rotativo pelo sistema biela-manivela, formado pela biela e pela manivela do virabrequim.

O quarto e último tempo, dito *descarga* ou *escapamento*, começa no ponto morto inferior. Próximo do ponto morto inferior, a válvula de escapamento é aberta e os gases resultantes da combustão são expelidos para o cano de descarga, enquanto o pistão sobe até o ponto morto superior (figura 4). Nesse ponto a válvula de descarga é fechada, simultaneamente se abre a válvula de admissão e novo ciclo se inicia.

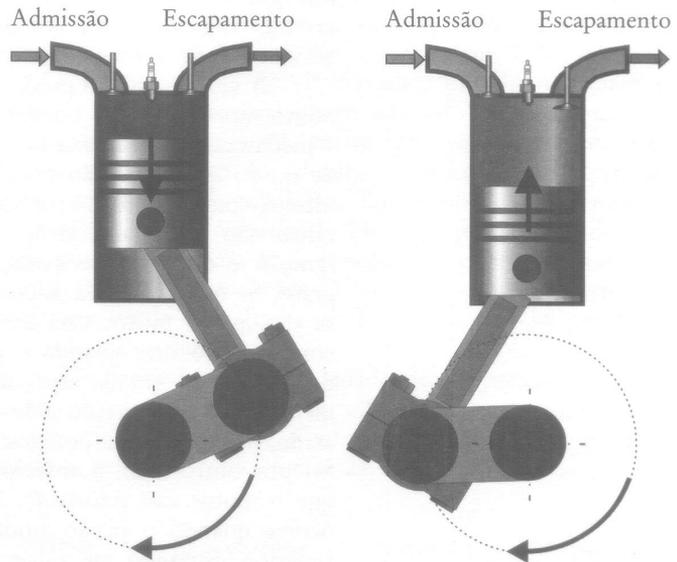


Figura 3:  
Terceiro tempo: Expansão<sup>7</sup>

Figura 4:  
Quarto tempo: Descarga<sup>8</sup>

<sup>7</sup> CAMARGO, M. N. Como funciona um motor... *Op. cit.*

<sup>8</sup> CAMARGO, M. N. Como funciona um motor... *Op. cit.*

Inspirado no sistema de quatro tempos de Beau de Rochas, Rudolf Diesel, nascido em Paris, filho de imigrantes alemães, concebeu em 1890 a idéia que mais tarde resultaria no motor diesel, cuja patente obteve em 1892. Nesse motor de ignição por compressão, o deslocamento do pistão aspira, pela válvula de admissão aberta, o ar que será comprimido. Este ar pode ser aspirado normalmente ou sofrer o efeito de um turbo-compressor que irá favorecer o preenchimento do cilindro, aumentando a taxa real de compressão e o volume de oxigênio (ar) admitido pelo cilindro. Este é preenchido apenas com ar, sem combustível.

Na fase de compressão, as válvulas ficam fechadas como nos motores Otto, entretanto, apenas o ar é comprimido. Nesta fase, o ar é aquecido por compressão dentro

do cilindro. No final da compressão, o óleo Diesel é injetado dentro de uma pré-câmara ou da câmara de combustão (volume residual do cilindro no final da fase de compressão) e sofre uma ignição espontânea causada pela alta temperatura do ar. A ignição ocorre porque a temperatura do ar comprimido é maior que a temperatura de ignição do combustível Diesel.

Na fase seguinte, a alta pressão resultante da combustão empurra o pistão através do cilindro, produzindo um deslocamento linear, o qual, pela biela, é transformado em movimento rotativo no virabrequim.

A injeção do combustível é feita através de uma bomba injetora, dosadora de alta pressão e um bico injetor instalado de tal maneira a injetar o combustível Diesel diretamente dentro da câmara de combustão.

## 2.2 *Formação da mistura ar e combustível em motores de ciclo Otto*

Para um motor de ciclo Otto funcionar, deve haver a combustão de um elemento combustível com o ar atmosférico. Para facilitar o processo, o combustível deve ser finamente pulverizado e misturado com ar em uma proporção correta, antes de entrar no motor.

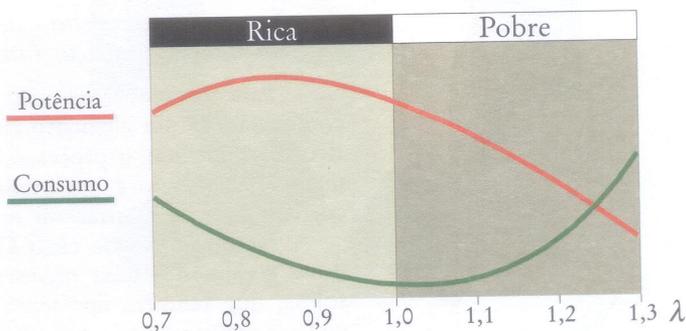
Nos motores de ciclo Otto, o combustível empregado é geralmente uma mistura de hidrocarbonetos, a gasolina, que também apresenta outros compostos químicos que reagem entre si e com os componentes do ar, durante a combustão, formando uma série de poluentes.

Os hidrocarbonetos são substâncias químicas compostas de carbono e hidrogênio. A combustão é uma reação química entre o oxigênio do ar com o carbono e o hidrogênio do combustível, resultando água ( $H_2O$ ) e gás carbônico ( $CO_2$ ). Quando existe excesso de combustível em relação à quantidade de ar admitido, diz-se que a mistura está *rica* e sobra combustível sem queimar, que sai semiqueimado pelo cano de descarga, causando poluição. Quando há falta de combustível em relação à quantidade de ar admitido, a mistura é *pobre*. Nesse caso, não é aproveitada toda a potência que o motor pode gerar.

Em regime normal de funcionamento, a mistura deve ser mais próxima possível da mistura estequiométrica, porque esta apresenta o melhor equilíbrio entre potência, consumo e emissão de poluentes. Entretanto, em algumas faixas de rotação e carga, a mistura deve ser enriquecida e, em outras, empobrecida. Para facilitar a partida do motor, deve ser temporariamente enriquecida ou quando se necessita de

um brusco acréscimo de potência, por exemplo, durante a aceleração em uma ultrapassagem. Quando o motor é pouco solicitado, a mistura pode ser empobrecida para reduzir o consumo. Em geral se obtêm maiores potências com a mistura relativamente rica, por outro lado, obtém-se menor consumo com uma mistura relativamente pobre.

Pode-se entender então que a relação real de ar e combustível difere da relação ideal (estequiométrica). Para determinar a intensidade dessa diferença, estabeleceu-se a *relação lambda*. *Lambda* indica quanto ar a mistura real tem a mais do que teria se fosse usada a relação estequiométrica. Quando a relação *lambda* for igual à relação estequiométrica, diz-se que *lambda* é igual a 1. Portanto, uma mistura pobre tem *lambda* maior que 1 e uma mistura rica tem *lambda* menor que 1 (figura 5).



$\lambda = 1$ : Melhor solução entre potência, consumo e poluentes

Figura 5: Relação entre a quantidade de combustível e ar em um motor de ciclo Otto (relação *Lambda*).<sup>9</sup>

Do exposto se pode concluir que para cada situação de funcionamento instantâneo do motor, em função da carga aplicada, da rotação e até mesmo da temperatura, o valor de *lambda* deve variar para se obter a melhor condição de funcionamento.

### 2.3 Composição do fluido operante

A energia química do combustível se libera sob forma de calor quando o combustível queima na presença de oxigênio. Logo, é necessário introduzir, no motor, combustível e ar, contendo oxigênio. Após a queima, na câmara de combustão, a mistura se transforma em vapor d'água, dióxido de carbono e nitrogênio contido no ar que não interfere na combustão. Encontram-se também porções de outros gases,

<sup>9</sup> BOSCH, R. Programa de aprendizagem KH Jetronic. Plochingen: Robert Bosch, 2002. CD-ROM.

<sup>10</sup> GIACOSA, D. *Op. cit.*, p. 107-112.

como monóxido de carbono, hidrogênio, metano e oxigênio, em especial quando a combustão é incompleta por excesso de ar.<sup>10</sup>

## 2.4 O ar atmosférico

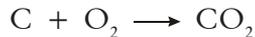
O ar atmosférico é composto, em volume, de aproximadamente 21 partes de oxigênio e 79 partes de nitrogênio e outros gases. Um metro cúbico de ar à pressão atmosférica normal de 760 mm Hg e na temperatura de 0°C pesa 1,2928 kg, logo, um quilograma de ar nas mesmas condições ocupa 0,77351 metro cúbico.

Ao ser feito o cálculo da quantidade de ar necessária para a queima completa do combustível em um motor, deve-se considerar que apenas 21 partes do volume de ar são oxigênio e, somente este irá reagir com o combustível. Os demais gases presentes na mistura não participam da combustão, entretanto, fazem parte do volume a ser comprimido.

## 2.5 Quantidade de ar necessária para a combustão.

### *Relação estequiométrica.*

Os combustíveis mais usados nos motores de combustão interna são misturas de hidrocarbonetos, compostos essencialmente de carbono e hidrogênio. Os dois elementos se combinam com o oxigênio conforme as fórmulas seguintes:



Onde:  $\text{CO}_2$  e  $2\text{H}_2\text{O}$  são produtos da combustão.

Não foi considerado o nitrogênio por ser um gás inerte, que não participa da reação.

Considerando-se o peso atômico do hidrogênio igual a 1, do carbono igual a 12 e do oxigênio igual a 16, pode-se ter:



Nesses casos, conclui-se que 12 kg de carbono (C) mais 32 kg de oxigênio ( $\text{O}_2$ ) formam, após a queima, 44 Kg de gás carbônico, dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Também é certo que 2 kg de hidrogênio mais 16 kg de oxigênio formam 18 kg de água ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Essa relação de massas que produzem uma reação sem deixar sobras de reagentes é a chamada relação estequiométrica.

Assim, sabendo-se a fórmula química de um combustível, é possível determinar matematicamente a sua relação estequiométrica com o ar. Deve-se considerar sempre que o ar tem 21% de oxigênio em volume.<sup>11</sup>

<sup>11</sup> GIACOSA, D. *Op. cit.*, p. 107-112.

## 2.6 Calor desenvolvido pela combustão

Da mesma forma que se pode calcular a relação estequiométrica a partir das equações das reações químicas que se desenvolvem durante a combustão, também é possível calcular a quantidade de calor desenvolvido por tais reações.

Sabendo-se que a transformação de 1 kg de carbono em CO<sub>2</sub> produz 34,080 kJ e a combustão do hidrogênio gerando água produz 120,161 kJ por kg de hidrogênio, pode-se facilmente calcular o total de calor gerado na combustão de uma determinada quantidade de um determinado hidrocarboneto de fórmula conhecida. Entretanto, como a maioria dos combustíveis, inclusive a gasolina, são formados pela mistura de inúmeros hidrocarbonetos às vezes não perfeitamente determinados, são aplicados métodos experimentais para precisar a quantidade de calor gerada pela queima de uma unidade de combustível.

## 2.7 Tonalidade térmica

A tonalidade térmica, ou potencial térmico, é a quantidade de calor que se desenvolve por unidade de volume de mistura, a temperatura e pressão constantes. A potência que se obtém de um motor depende da tonalidade térmica do combustível empregado. Quando se trabalha com mistura de combustíveis, é mais correto o emprego do conceito de tonalidade térmica, já que cada um dos combustíveis componentes tem poder calorífico diferente. Entretanto, é necessário conhecer o poder calorífico individual de cada combustível, o que pode ser feito por método experimental.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> GIACOSA, D. *Op. cit.*, p. 107-112.

## 2.8 Emissões de CO e CO<sub>2</sub>

Para estudar as emissões resultantes da combustão, existem duas formas de abordagem. A primeira é considerar o que o motor está emitindo, e a segunda é levar em conta o potencial do combustível.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> DELAVIA, D. *Combustíveis para motores endotérmicos – enfoque para o gás natural*. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 21 p.

O que o motor está emitindo tem relação com o projeto e o mapeamento do motor gerenciado eletronicamente, ou a regulagem do motor carburado. O potencial do combustível, por sua vez, está relacionado com a sua composição. Por exemplo, ao se avaliar a emissão de monóxido de carbono para a relação ar/combustível que gera máxima

potência, será constatado um valor elevado de monóxido de carbono, porque esta relação de mistura é rica em combustível. Entretanto, se o combustível for substituído por gás hidrogênio puro, na mesma relação ar combustível de máxima potência, não existirá monóxido de carbono. Por analogia, verifica-se que quanto maior o percentual de hidrogênio na molécula (menos carbono), menor será a emissão de monóxido de carbono na região de mistura rica.

À medida que o motor começa a trabalhar com uma mistura rica em combustível, o monóxido de carbono aumenta sensivelmente. Para determinar se a mistura está rica ou pobre de combustível, nos motores dotados de gerenciamento eletrônico, usa-se a sonda *lambda*. A sonda *lambda* é um sensor que determina um número empírico, denominado *lambda*, utilizado para medir o oxigênio livre (não queimado) nos gases de escapamento.

O dióxido de carbono máximo teórico é calculado pela reação de combustão na relação estequiométrica (balanço de massa). Na tabela 1 estão os valores de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) máximo teórico para alguns combustíveis.

O menor dióxido de carbono teórico também significa menor monóxido de carbono na região rica. Portanto, verifica-se que o GNV (gás natural veicular) tem excelente potencial para tornar um motor pouco poluente. Na verdade, é o melhor entre os combustíveis atualmente disponíveis. A tabela 1 mostra as emissões de CO<sub>2</sub> para gasolina, álcool e gás natural.

<sup>14</sup> DELAVIA, D. *Op. cit.*

Tabela 1: Emissão de CO<sub>2</sub> para gasolina, álcool e gás natural.<sup>14</sup>

Combustível	% carbono	% hidrogênio	% oxigênio	CO <sub>2</sub> máx. calculado (%)
Gasolina	86,37	13,63	0	13,34
Etanol	52,14	13,13	34,73	12,24
GNV	76,02	23,98	0	9,79

Sob o aspecto do efeito estufa, deve-se considerar não somente o dióxido de carbono máximo do combustível, mas também toda a cadeia de sua produção. Para o caso do etanol, por exemplo, temos que considerar a indústria de nitrogenados (adubação do solo), maquinário agrícola, caminhões transportando a cana do campo até a usina, a fermentação, geração de CO<sub>2</sub> na usina (caldeiras) etc. No caso do GNV, o dióxido de carbono agregado é bastante baixo, pois, na maioria dos casos, ele já existe praticamente pronto no subsolo.

Na prática, outros fatores de projeto devem ser observados ao analisar a redução de dióxido de carbono quando se passa a utilizar GNV. Num motor de ciclo Otto, quando se está em carga parcial e utilizando um combustível líquido, ao ser acionado o acelerador, ocorre um aumento na pressão absoluta do coletor (redução do vácuo). Isso faz com que o combustível que estava sendo vaporizado condense, molhando a parede do coletor. Desse modo o motor irá falhar por mistura pobre, pois a mistura admitida naquele momento ficou sem aquele combustível que condensou. A situação é contornada com sistemas de enriquecimento nos transientes. Basicamente, ocorre aumento do pulso de injeção para os veículos com injeção eletrônica, acionando automaticamente a bomba de aceleração (injeção de combustível adicional em forma líquida) nos motores carburados. Assim, o motor passa por curtos períodos de mistura muito rica (bastante monóxido de carbono) cada vez que o acelerador é acionado. Com o gás o problema acima não ocorre, porque ele não condensa. Por conta disso, o monóxido de carbono fica bastante reduzido se comparado a combustíveis líquidos.

Outro fato importante quando se usa um combustível líquido e se deseja uma potência máxima, é o seguinte: a partir de certa posição do acelerador (aproximadamente 70% a 80%), a central de injeção aumenta o pulso de modo a enriquecer para a máxima potência, o que resulta num índice de monóxido de carbono entre 3,5% a 4%. Nos veículos carburados existem circuitos enriquecedores para esse fim (válvula de máxima, econostat etc.).

O enriquecimento no regime de máxima potência, quando são empregados combustíveis líquidos, é necessário porque o  $\lambda$  de potência máxima situa-se na região rica, em torno de 0,89 para a gasolina e 0,85 para o etanol. Esse valor é uma característica do combustível. Para o caso do GNV, o  $\lambda$  de máxima potência é próximo do estequiométrico, em que a percentagem de monóxido de carbono fica geralmente bastante reduzida (da ordem de 0,5% a 1% dependendo da composição do gás). Quando se usa GNV, não é necessário enriquecer a mistura durante as acelerações nem para atingir a máxima potência. Isso resulta em baixa emissão de monóxido de carbono, chegando a reduções da ordem de até 70% (quando a adaptação do motor para GNV for feita de forma correta).

Além das vantagens já expostas referentes às emissões, há a vantagem construtiva, pois se evitam complexidades na conversão de motores de gasolina para gás natural.

## 2.9 Taxa de compressão

*Taxa de compressão* é a relação entre o volume do cilindro, quando o pistão está no ponto morto inferior, e o volume do cilindro, quando o pistão se encontra no ponto morto superior (figura 6). Os motores de ignição por compressão podem trabalhar com altas taxas de compressão.

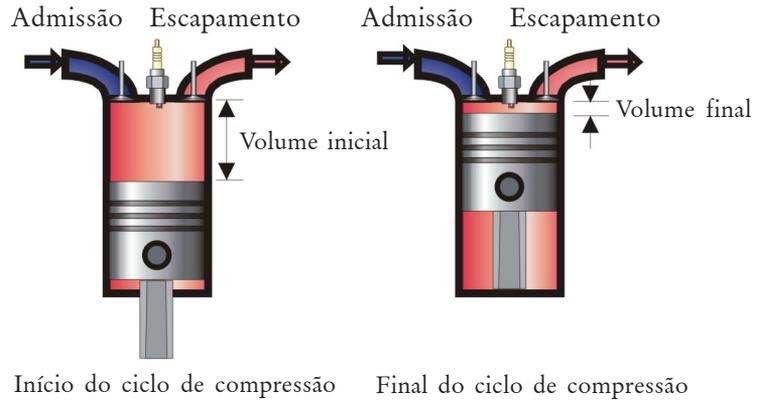


Figura 6: Taxa de compressão.<sup>15</sup>

O rendimento termodinâmico de um motor cresce com o aumento da taxa de compressão.<sup>16</sup>

Nos motores de ignição por compressão, como a taxa de compressão é mais alta, o rendimento termodinâmico também é maior. Para um motor de ciclo Otto trabalhar com taxa de compressão alta, é necessário que o combustível suporte esta compressão sem detonar.

## 2.10 Rendimento

O rendimento total de um motor pode ser entendido pela seguinte equação:<sup>17</sup>

$$\eta_{tt} = \eta_m \eta_{ht} \eta_{hv}$$

Onde:

$\eta_{tt}$  = rendimento total;

$\eta_m$  = rendimento mecânico;

$\eta_{ht}$  = rendimento termodinâmico;

$\eta_{hv}$  = rendimento volumétrico.

Define-se o *rendimento mecânico* como a relação entre a energia líquida disponível no motor e a energia mecânica gerada pelo motor antes de subtrair as perdas por atrito. Em geral, o rendimento mecânico é elevado e a sua melhoria obtida pela redução do atrito.

<sup>15</sup> CAMARGO, M. N. Potência extra. *Cultivar Máquinas*, Pelotas, ano III, n. 26, jan. 2003, p. 18-22

<sup>16</sup> GIACOSA, D. *Op. cit.*, p. 126-128.

<sup>17</sup> GIACOSA, D. *Op. cit.*, p. 126-128.

Quanto ao *rendimento termodinâmico*, trata-se da relação entre a parcela de calor transformado em energia mecânica pelo motor e o calor total gerado pela queima do combustível. O rendimento termodinâmico é muito importante, porque define a intensidade da transformação da energia no motor. É significado pelas seguintes equações:

$$ht = 1 - \left( \frac{1}{1 - r^{(k-1)}} \right)$$

para ciclos Otto e

$$ht = 1 - \left( \frac{1}{1 - r^{(k-1)}} \right) \cdot \left( \frac{t'^k - 1}{k(t' - 1)} \right)$$

para ciclos Diesel onde:

$h_t$  - Rendimento termodinâmico.

$k$  - Relação entre o calor específico à pressão constante e o calor específico a volume constante.

$t'$  - Relação entre o volume inicial e o volume final da fase de combustão à pressão constante.

$r$  - Taxa de compressão.

O *rendimento volumétrico* relaciona o volume de ar realmente aspirado pelo movimento do pistão dentro do cilindro com a capacidade volumétrica teórica do cilindro. O volume de ar aspirado pelos motores em geral é bastante menor que o volume teórico do cilindro, devido a perdas de carga (atrito fluido) na tubulação de admissão e as obstruções naturais dos canais de ar, incluindo no caso dos motores de ciclo Otto, a própria borboleta do carburador. Nos motores Diesel, o rendimento volumétrico pode ser aumentado com o emprego de turbo compressores. O rendimento volumétrico é muito importante, porque define uma taxa de compressão real menor que a taxa de compressão de projeto, reduzindo, portanto, o rendimento termodinâmico, que depende da taxa de compressão.

### 3 Combustíveis

Os combustíveis para os motores de combustão interna podem se classificar em sólidos, líquidos e gasosos.<sup>18</sup>

Os combustíveis sólidos não têm aplicação prática, porque as tentativas feitas para introduzi-los pulverizados no motor evidenciaram graves inconvenientes, dentre os quais a corrosão por abrasividade.

<sup>18</sup> GIACOSA, D. *Op. cit.*, p. 85-106.

Os combustíveis gasosos podem ser classificados em gases líquidos e gases permanentes.

Os gases líquidos são uma mistura de hidrocarbonetos parafínicos: propano, butano etc., junto com olefínicos, propileno, butileno, isobutileno e outros, que à temperatura normal podem ser liquefeitos a uma pressão relativamente baixa,  $\pm 680\text{kPa}$  ( $7\text{kg/cm}^2$ ). Tais gases, quando submetidos à pressão atmosférica, evaporam-se voltando ao estado gasoso. Normalmente são armazenados em cilindros de aço e podem ser transportados e manuseados com relativa segurança. No Brasil, por questões de segurança e devido a subsídios para uso como gás de cozinha, este tipo de gás só pode ser usado em motores estacionários ou em veículos especiais de uso restrito, como empilhadeiras.

Quanto aos gases permanentes, há o metano natural ou fabricado e o gás de coque, essencialmente formado de hidrogênio e metano e outros gases leves. São gases que não se liquefazem em temperatura ambiente e, para armazená-los, é necessário comprimi-los a pressões da ordem de  $20\text{MPa}$  ( $\approx 200\text{kg/cm}^2$ ), em cilindros especiais de aço com parede espessa. Desses gases, o mais empregado é sem dúvida o gás natural.

Entretanto, os combustíveis líquidos foram os que encontraram até o presente maior aplicação para motores de combustão interna. E os que se destacam são os derivados do petróleo. Os principais combustíveis líquidos postos à venda no comércio são os hidrocarbonetos obtidos pela destilação do petróleo, e no Brasil, o álcool (etanol,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ).

Os hidrocarbonetos se classificam em dois grandes grupos: carburantes e óleos, os quais se distinguem entre si essencialmente por sua volatilidade, isto é, por sua capacidade de se evaporar e, por conseqüência, sua capacidade de se misturar homoganeamente com o ar. Os carburantes são usados, sobretudo, nos motores de ignição por centelha, enquanto os óleos destinam-se a motores de ignição por compressão. Entre os carburantes está incluída a gasolina.

Os óleos compreendem os óleos médios e pesados, que procedem da destilação de petróleo mineral cru ou de alcatrão, os quais se chamam respectivamente de óleo Diesel e óleo combustível (*fuel oil*). Considera-se o querosene ou óleo refinado o produto intermediário entre os carburantes e os óleos.

O benzol e os álcoois podem ser classificados como carburantes. O benzol é um subproduto do carvão, obtido da transformação do coque. Seu principal componente é o benzeno ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ).

Os álcoois têm uma composição similar à dos hidrocarbonetos, entretanto, possuem em sua composição átomos de oxigênio. Os álcoois mais usados como combustíveis são o álcool metílico ou metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) e o álcool etílico ou etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ).<sup>19</sup>

<sup>19</sup> GIACOSA, D. *Op. cit.*, p. 85-106.

### 3.1 Número de octanas

Se uma mistura estequiométrica de ar e combustível for comprimida, haverá uma determinada relação de compressão (taxa de compressão) na qual a mistura de ar e combustível entra espontaneamente em combustão, ou seja, a pressão e o conseqüente aumento de temperatura provocam a queima do combustível independentemente de centelha. Como toda a massa de ar e combustível está submetida às mesmas condições, a combustão se dá quase instantaneamente em toda a mistura, provocando uma detonação. A detonação também pode se dar no motor sob condições anormais de funcionamento, seja por excesso de carga, seja por sobreaquecimento, ou ainda por um excessivo avanço da ignição (excessiva antecipação do instante em que ocorre a centelha em relação ao ponto morto superior).

Um combustível para motores de ciclo Otto é considerado melhor, quanto maior for sua capacidade de suportar taxas de compressão elevadas sem detonar, ou seja, quanto maior for sua capacidade antidetonante. Para medir a capacidade antidetonante de um combustível é usado um índice empírico chamado *índice de octanas* ou *número de octanas*.

O número de octanas de um combustível (N.O.) se obtém comparando-o com combustíveis de referência constituídos de uma mistura de isoctano ( $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ) e heptano ( $\text{C}_7\text{H}_{16}$ ). O isoctano, da série isoparafínica, tem uma ótima capacidade antidetonante e para este combustível foi dado convencionalmente o número de octanas igual a 100. Para o heptano da série parafínica, que possui uma capacidade antidetonante muito baixa, foi dado o N.O. igual a zero. Misturando-se os dois combustíveis em variadas proporções, obtêm-se todos os números de octanas possíveis entre 0 e 100.

A determinação do N.O. de um combustível se faz através de motores construídos segundo normas específicas. Esses motores são monocilíndricos e permitem variar a taxa de compressão durante o funcionamento. Como foram normalizados pela *Cooperative Fuel Research Committee*, são chamados de motor C.F.R.

A determinação do N.O. de um combustível é feita por comparação em um motor C.F.R., do combustível desejado e da mistura de isoctano e heptano que inicia a detona-

ção na mesma taxa de compressão do combustível testado. Assim, um combustível que começa a detonar na mesma taxa de compressão que uma mistura de 80% de isoctano e 20% de heptano, apresenta um N.O. igual a 80 ou tem 80 octanas.

Quanto mais alto o N.O. de um combustível, maior a sua capacidade de resistir à detonação e mais alta pode ser a taxa de compressão do motor que o está usando. Como o rendimento termodinâmico depende exclusivamente da taxa de compressão, pode-se afirmar que, para aumentar o rendimento de um motor, deve-se aumentar a taxa de compressão, entretanto esta taxa de compressão fica limitada ao número de octanas do combustível que será usado.

As gasolinas disponíveis no mercado têm um N.O. variando entre 60 e 80 octanas, podendo chegar próximo a 100 octanas nas gasolinas de aviação. Em princípio, a gasolina amarela normal apresenta 72,3 octanas, a gasolina azul, 82 octanas, e a gasolina super, 96 octanas.

O álcool etílico possui um N.O. levemente superior a 100, em geral em torno de 106, e o gás natural, um N.O. bem mais alto, podendo chegar a até 145 octanas, dependendo da sua composição.

### 3.2 RON e MON

Existem dois métodos principais para determinar o número de octanas de um combustível. O primeiro, chamado RON (*research octane number*), que já foi descrito anteriormente, indica o número de octanas através do motor CFR, e o segundo, chamado MON (*motor octane number*), determina o número de octanas do combustível testado, em um motor convencional em alta rotação, ou seja, na condição de funcionamento real em estrada.<sup>20</sup>

A diferença entre os dois métodos reside no número de rotações no qual se efetua o ensaio, na temperatura de entrada do ar, no aquecimento da mistura e no avanço da ignição.

Os valores obtidos para N.O. pelos dois métodos são diferentes. Em geral os valores RON são mais elevados que os valores MON. A diferença entre os dois N.O. se chama *sensibilidade da gasolina (sensitivity)*. Ela indica como as características antidetonantes do combustível se ressentem das condições de funcionamento do motor, em particular, da temperatura da mistura e do número de rotações por minuto. Assim, por exemplo, tomando dois combustíveis de mesmo N.O. RON, terá maior facilidade para detonar em rotações elevadas do motor o combustível de sensibilidade mais elevada. Por essa razão, mesmo que os combus-

<sup>20</sup> GIACOSA, D. *Op. cit.*

tíveis se classifiquem para todos os fins comerciais pelo N.O. RON, para definir de maneira mais completa as características antidetonantes de um combustível, é necessário conhecer os dois N.O..

Na maioria dos países é usado apenas o RON, como é o caso da América Latina, com exceção do Brasil. O RON dá um valor numericamente maior que o MON em até 10 pontos. O Brasil é um dos poucos países que especifica somente MON. Portanto, o índice de octanas real de uma gasolina brasileira é aproximadamente 10 pontos maior que o de uma gasolina estrangeira de mesmo índice de octanas. A especificação mais correta seria a média entre RON e MON, como é feito nos Estados Unidos. Este número médio é chamado de AKI (*Anti Knock Index*) e é o índice normalmente indicado nos manuais de carros importados. Portanto, ao citar um valor de octanagem, deve-se especificar se é ROM, MON ou AKI.<sup>21</sup>

<sup>21</sup> FARAH, M. A. Os Tipos e Produção de Gasolina. In: Curso Básico de Combustíveis e Asfalto, 4., 1994, Esteio. Anais. Esteio: Petrobrás – Refinaria Alberto Pasqualini, 1994. 42 p.

### 3.3 Número de metano (N.M.)

Em alguns combustíveis, em especial os gases como o caso do gás natural, é muito complicado o processo de medição do número de octanas, porque o N.O. desses combustíveis é superior a 100. Para tais casos, foi desenvolvido um método chamado de *número de metano (N.M.)*.

O método se resume basicamente a encontrar uma composição de metano (atribuído valor 100) e hidrogênio (atribuído valor 0) que tenha um comportamento similar à amostra do combustível a ser testado. O teste é feito em motor padrão CFR, portanto é um número RON. Nesse caso, o número de metano passa a ser o percentual de metano da mistura (N.M.).<sup>22</sup>

<sup>22</sup> DELAVIA, D. *Op. cit.*

Para efeito de comparação, foi determinada uma equação empírica que relaciona o N.O. MON e o N.M.

$$\text{N.O. MON} = 0,679 \times \text{N.M.} + 72,32$$

Onde:

N.M. = número de metano do gás testado

N.O. MON = número de octanas MON

(equivalente ao N.M. do gás testado).

### 3.4 Aditivos antidetonantes

Para aumentar a capacidade antidetonante de um combustível, pode-se adicionar sob a forma de mistura pequenas porções de aditivos antidetonantes. Durante muitos anos foram usados como aditivos antidetonantes o chumbo

tetraetila  $Pb(C_2H_5)_4$ , o chumbo tetrametila  $Pb(CH_3)_4$  e o estanho dimetila  $Sn(CH_3)_2$ . Atualmente, esses aditivos são evitados por causarem grandes males ao meio ambiente.

No Brasil, a gasolina tem um percentual elevado de álcool. Como o álcool naturalmente tem um alto N.O., a mistura de álcool na gasolina, que pode chegar a 25%, provoca um aumento do N.O. da mesma, não necessitando outro aditivo antidetonante. Uma gasolina, com N.O. igual a 69, passa a ter um N.O. igual a 75 com a simples adição de 15% de álcool, e passa a ter N.O. igual a 77 com a adição de 30% de álcool.<sup>23</sup>

Em muitos países, atualmente são usados como aditivos antidetonantes, em vez do álcool, outros compostos oxigenados como MTBE (metil tércio butil éter) ou ETBE (etil tércio butil éter) na proporção de 11% a 13%. Durante certo período, tais aditivos também foram usados em alguns estados brasileiros.<sup>24</sup> Alguns países também usam como antidetonantes compostos aromáticos, como: dimetil 1,2 etil 3 benzeno; dimetil 1,3 etil 4 benzeno; dimetil 1,3 etil 5 benzeno; dimetil 1,4 etil 2 benzeno ou ainda tetrametil 1,2,3,5 benzeno. Também esses compostos aromáticos têm limitações em seu uso devido a efeitos poluentes.<sup>25</sup>

### 3.5 Índice de cetano

Em um motor de ignição por compressão, desde o momento em que o combustível é injetado na câmara de combustão até o momento em que se inicia a ignição, ocorre um pequeno período de tempo chamado *retardo da ignição*. Quanto maior for o retardo da ignição, maior será a quantidade de combustível que se acumula na câmara de combustão antes que comece a queima. Assim, quando se inicia a combustão, toda a massa de combustível depositada na câmara entra repentinamente em ignição. Isso causa um gradiente de pressão tão forte que produz um golpe. Pode-se dizer que, nesse caso, ocorre num motor Diesel um efeito semelhante à detonação de um motor Otto.<sup>26</sup>

Um combustível Diesel é tanto melhor quanto menor o retardo da ignição que produz no motor. Nesse caso se diz que o combustível tem uma *boa facilidade de ignição*. A facilidade de ignição é função de muitas características do combustível, tais como, a temperatura de ignição, a viscosidade, o calor específico, etc. e altera-se com a variação da composição química.

Assim, como as gasolinas, o óleo Diesel é composto de destilados do petróleo de todas as séries, entretanto, os de melhor comportamento são os parafínicos, seguidos dos olefínicos, dos naftalênicos e dos aromáticos.

<sup>23</sup> VENANZI, D. *Contribuição à técnica do emprego do álcool etílico em motores de ciclo Otto*. 1972. 206 p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, 1972.

<sup>24</sup> PETROBRAS. *Gasolina: tudo o que você gostaria de saber*. Esteio: Petrobrás – Refinaria Alberto Pasqualini, 2001. 8 p.

<sup>25</sup> FARAH, M. A. *Op. cit.*

<sup>26</sup> GIACOSA, D. *Op. cit.*, p. 92-94.

Para avaliar a maior ou menor facilidade de ignição de um determinado combustível, é feita a comparação direta com um combustível de referência em um motor CFR. A medida da facilidade de ignição de um óleo Diesel é dada por um índice empírico chamado *índice de cetano* (N.C.).

Índice de cetano é um índice empírico que relaciona o combustível que está sendo usado com uma mistura de um hidrocarboneto parafínico de ótima facilidade de ignição chamado *cetano* ( $C_{16}H_{35}$ ), ao qual foi dado o índice 100 e um hidrocarboneto de escassa facilidade de ignição, chamado *alfametilnaftaleno*, ao qual foi dado o índice zero.

O índice de cetano de um combustível é determinado por comparação, em um motor CFR, com uma mistura de cetano e alfametilnaftaleno. A percentagem de cetano nessa mistura determina o índice de cetano.<sup>27</sup>

<sup>27</sup> GIACOSA, D. *Op. cit.*, p. 92-94.

### 3.6 Combustíveis para motores de ciclo Otto

#### Gasolina

O petróleo cru é mistura de um grande número de hidrocarbonetos, ou seja, compostos de hidrogênio e carbono. Contém também pequena percentagem de enxofre, oxigênio e nitrogênio e impurezas como água e areia. Os hidrocarbonetos se diferenciam uns dos outros pelo número e pela disposição dos átomos nas moléculas e se classificam em grandes famílias, de acordo com sua estrutura molecular. Temos, portanto, a série parafínica ou alifática, a série olefínica, a série naftalênica e a série aromática.

A gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos de todas as séries, porém com peso molecular não elevado, e segundo a proporção das diversas séries, variam suas propriedades.

#### Álcool

A tecnicamente bem sucedida experiência brasileira com álcool produziu como combustível o etanol, mais precisamente o etanol hidratado, ou simplesmente álcool hidratado. É considerado álcool hidratado aquele cuja graduação alcoólica é inferior a 94,05 GL. Em ensaios com motores, ficou comprovado que a hidratação ideal é em torno de 6%.

A tabela 2 mostra características de diversos tipos de álcoois hidratados e anidros e gasolina, indicando, entre outras, a sua fórmula, densidade, relação estequiométrica, poder calorífico, ponto de ignição e ebulição e número de octanas. O aumento do número de octanas observado na tabela do etanol anidro para o etanol hidratado é devido à água contida no combustível. O alto calor latente de evaporação da água absor-

<sup>28</sup> SCHLOSSER, J. F. *Alcohol combustible: la experiencia de Brasil*. Madrid: Editorial Agrícola Española, 1995. 174 p.

ve calor da mistura, baixando a temperatura e dificultando a detonação, ou seja, aumentando o número de octanas.<sup>28</sup>

Considerando que o número de octanas mais alto define um combustível capaz de suportar maiores taxas de compressão, e que a taxa de compressão é a única variável que influi no rendimento termodinâmico, é possível afirmar que um motor trabalhando com álcool poderá ter uma taxa maior de compressão e, conseqüentemente, maior rendimento termodinâmico. Dependendo do projeto do motor, o aumento do rendimento termodinâmico poderá compensar a perda devido ao menor poder calorífico do álcool em relação à gasolina. Um motor de ciclo Otto projetado para trabalhar com gasolina deve sofrer uma série de modificações para que possa funcionar com álcool. As principais modificações se referem à taxa de compressão, modificações diversas no sistema de alimentação de combustível, modificações na curva de avanço da ignição e proteção de todos os metais brancos do sistema de alimentação contra a corrosão provocada pelo álcool nesses metais.

Durante o programa pró-álcool, implantado no Brasil conforme plano de substituição de combustíveis fósseis por biocombustível, as modificações feitas nos motores foram apenas superficiais. Os fabricantes simplesmente adaptaram os motores existentes para funcionarem com álcool. Se tivessem projetado motores novos especificamente para uso do álcool, com taxa de compressão mais alta, com certas tais motores iriam render mais km rodados por litro de álcool do que originariamente faziam com gasolina. Como o álcool tem preço menor do que a gasolina, a vantagem financeira para o usuário teria sido muito maior do que foi.

*Tabela 2:* Comparação das principais características entre gasolina e álcoois.<sup>29</sup>

<sup>29</sup> SCHLOSSER, J. F. *Op. cit.*

Característica	Gasolina	Etanol anidro	Etanol hidratado	Metanol anidro
Fórmula química	(CH) <sub>x</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH19H <sub>2</sub> O	CH <sub>3</sub> OH
Peso molecular	114	46	-	32
Densidade a 20°C	0,73	0,79	0,81	0,79
Relação ar/combustível	15,2:1	9:1	8,3:1	6,45:1
Início da ebulição	40°C	78,3°C	78,2°C	65°C
Fim da ebulição	250°C	78,3°C	78,2°C	65°C
Calor de vaporização	90kcal/kg	216kcal/kg	237kcal/kg	270kcal/kg
Calor de vaporização	337kJ/kg	904kJ/kg	992kJ/kg	1.130kJ/kg
Auto ignição	367°C	550°C	580°C	570°C
PCI kcal/kg	10.500	6.400	6.000	4.600
PCI mJ/kg	43,9	26,8	25,1	19,2
Número de octanas	73	106	110	110

## Gás natural

Em princípio, qualquer combustível gasoso pode servir para motores de ciclo Otto. Em geral, poucas modificações são necessárias para esse motor funcionar com um combustível gasoso. Entretanto, no Brasil, apenas o gás natural (GNV) é homologado para servir de combustível a veículos automotores.

O gás natural é um combustível fóssil composto de hidrocarbonetos leves, basicamente o metano, que, à temperatura ambiente e pressão atmosférica, permanece no estado gasoso.

Este gás normalmente apresenta baixos teores de contaminantes, como nitrogênio e dióxido de carbono, e é praticamente isento de enxofre. Por já estar no estado gasoso, não precisa ser atomizado para queimar. Daí decorre uma combustão limpa, com reduzida emissão de poluentes e melhor rendimento térmico.

Para converter um motor de ciclo Otto para trabalhar com gás natural são necessárias apenas modificações externas ao motor. O motor modificado pode funcionar tanto com o gás natural, como com seu combustível primitivo. As modificações básicas são a instalação do cilindro de alta pressão para armazenar o gás, com seus dispositivos de segurança, conforme regulamenta a NBR 11353, intitulada: Veículos rodoviários convertidos para uso de gás metano veicular. Tais dispositivos são: válvula redutora e reguladora de pressão; válvula de abastecimento e injetor/misturador de gás. É muito importante a instalação de um sistema de gerenciamento eletrônico da injeção do gás, semelhante ao utilizado para a injeção de gasolina. Hoje, no Brasil, por questões econômicas, a maioria dos conjuntos de conversão instalados em veículos com injeção eletrônica de combustível não dispõe desse dispositivo, utilizando-se então um simulador de bicos e sonda *lambda* para “enganar” a central eletrônica do automóvel. Assim, o motor passa a ser carburado, em vez de injetado, diminuindo o rendimento e aumentando drasticamente os níveis de poluição. Por isso se dá preferência à montagem destes conjuntos de conversão em motores convencionais dotados de carburador. Também no caso do gás natural, será necessário desenvolver motores dedicados para trabalhar com este gás. Os motores devem ter alta taxa de compressão, próxima dos motores Diesel, e injeção eletrônica de gás, além de um rendimento muito superior ao das adaptações que hoje estão sendo feitas.

### 3.7 Combustíveis para motores de ciclo Diesel

Um motor Diesel, em princípio, dependendo de suas características, pode queimar uma variedade muito grande de combustíveis, desde óleos leves como querosene até óleos pesados como *fuel oil*, incluindo óleos vegetais de diversas espécies. O óleo Diesel é constituído de um grande número de hidrocarbonetos, os quais têm ponto de evaporação entre 180°C e 360°C. Pode ser obtido por destilação fracionada do petróleo cru ou por *cracking* (quebra das moléculas) de óleos pesados pela aplicação de calor, pressão e utilização de catalisadores.<sup>30</sup>

<sup>30</sup> RIESEMBERG, *et alii*. *Diesel Fuel Injection*. Stuttgart: Robert Bosch, 1994. 201 p. Riesemberg.

Para que um combustível possa ser utilizado como combustível de motores Diesel, é necessário que cumpra alguns requisitos básicos: 1. facilitar a ignição por compressão (alto índice de cetano); 2. lubrificar a bomba injetora (viscosidade adequada); 3. gerar uma alta quantidade de calor na sua combustão (poder calorífico elevado); 4. ter baixo índice de contaminantes sólidos e baixo índice de contaminantes líquidos ou solúveis, em especial compostos de enxofre para evitar a corrosão.

## 4 Gerenciamento eletrônico de motores

Os motores modernos são eletronicamente gerenciados através da tecnologia de microprocessadores; assim se obtém um perfeito controle da combustão e otimização do rendimento, com injeção de combustível e/ou ignição eletrônica. Dispõem ainda de um microprocessador de alta velocidade, capaz de repetir operações matemáticas complexas, como integrações e derivadas, analisar os resultados e tomar decisões de correção para cada ciclo de combustão, individualmente para cada um dos cilindros. Em altas rotações, chegam a ser efetuados milhares de ciclos de cálculos e correções por segundo.<sup>31</sup>

<sup>31</sup> CAMARGO, M. N. Computador no comando. *Cultivar Máquinas*, Pelotas, ano III, n. 31, jun. 2004, p. 24-28.

Nos motores de ciclo Otto, assim como nos motores de ciclo Diesel, o sistema de alimentação de combustível é pressurizado. Nos primeiros, o combustível é submetido a uma pressão da ordem de 0,3 MPa (3 bar), podendo variar para mais ou para menos, dependendo do fabricante; nos motores de ciclo Diesel, a pressão é superior a 20 MPa (200 bar). Nos motores de ciclo Otto, existem bicos comandados pela central eletrônica que injetam combustível no coletor de admissão, próximo à válvula do cilindro correspondente. Nos motores Diesel, os bicos injetores são eletronicamente comandados e injetam combustível dentro da câmara de combustão. A quantidade de combustível injetado depende do tempo de abertura do bico injetor.

Nos motores de ciclo Otto, existe um sensor que mede a massa de ar que está entrando no cilindro enquanto a central eletrônica calcula o tempo de abertura do bico para que a quantidade de combustível injetada complete com o ar uma mistura próxima da estequiométrica, com relação *lambda* adequada às condições instantâneas de funcionamento do motor. O instante exato de abertura do bico correspondente é determinado também pela central eletrônica. Há ainda um sensor de posição e de rotação do motor, chamado de *roda fônica*, que indica para a central a posição angular do virabrequim a cada instante, determinando assim o momento preciso de cada ação. A ignição é gerenciada pela central eletrônica, que determina o momento exato da centelha de cada vela, fazendo, eletronicamente, todas as compensações e avanços necessários.

Um sensor analisa os gases da combustão, chamado *sonda lambda*, determinando a relação *lambda* de cada ciclo de combustão. Existem ainda outros sensores de temperatura da água, do óleo, do bloco do motor e do ar ambiente, sensores de pressão, além de um sensor de detonação, que detecta a batida provocada por pré-ignição ou detonação.

Para cada ciclo de combustão, em cada cilindro, a central eletrônica coleta todas as informações dos sensores, calcula a quantidade real de ar que está sendo admitida, determina a quantidade correta de gasolina e dispara o sistema de ignição no momento exato. Durante a combustão, a central eletrônica detecta eventual detonação e faz as correções necessárias para o próximo ciclo. Imediatamente após a combustão, os gases residuais são coletados e analisados pela sonda *lambda*, quanto ao teor de oxigênio, determinando assim se a mistura de ar e combustível estava correta. Em função dessa análise, também são feitas correções necessárias para o próximo ciclo.

Todos esses cálculos e correções permitem obter o melhor rendimento do motor com o combustível para o qual ele foi projetado.

Entre as diversas funções que a central eletrônica executa, uma das mais importantes é o ajuste automático do ângulo de avanço da ignição. Esse ângulo é limitado através do sensor de detonação que, ao perceber o início da detonação, indica à central eletrônica que o ângulo de avanço deve ser um pouco reduzido para cessar a detonação.

Motores são por inerência não-lineares, variando suas características com a temperatura ambiente, velocidade de operação e potência de saída. Os sistemas são discretos, variáveis com o tempo, nos quais o início da injeção de

<sup>32</sup> CONRAD, E. & KARRAY, F. Design of intelligent controllers for electronic speed regulation of a Diesel engine. In: *First International Conference on Knowledge-based Intelligent Electronic Systems*. Adelaide, mai. 1997. p. 607-616.

combustível e a definição do tempo de injeção dependem da velocidade do motor que, por sua vez, depende da quantidade de combustível injetada durante a largura de pulso de tempo, iniciada após o começo do processo de injeção.<sup>32</sup>

É muito difícil a obtenção de um modelo matemático preciso para sistemas reais com elevado grau de complexidade como um motor de combustão interna, mesmo com recurso sofisticado aliado à matemática avançada. Para facilitar o gerenciamento eletrônico, é feito o mapeamento das funções a serem controladas em função da carga e da rotação, e o mapa tridimensional assim obtido é armazenado em uma memória tipo *eprom*. Durante o funcionamento, a cada instante o processador busca no mapa os valores adequados para cada função a ser controlada.

O principal componente do gerenciamento eletrônico de um motor é, sem dúvida, a central eletrônica. Esta consiste de um poderoso micro processador capaz de receber todas as informações emitidas pelos muitos sensores instalados no motor, tomar as decisões, com base em um mapeamento do funcionamento correto, e acionar atuadores, que corrigem ou executam uma tarefa específica para manter o motor funcionando na condição ideal a cada instante.

A central eletrônica gerencia o motor como se cada cilindro fosse um motor independente e sem influência sobre os outros, e todos os cálculos, ações e correções são repetidos a cada ciclo de funcionamento do motor (figura 7).

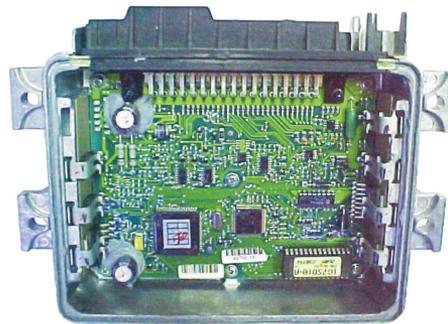


Figura 7: Central de gerenciamento eletrônico microprocessado.<sup>33</sup>

<sup>33</sup> CAMARGO, M. N. Computador no comando. *Op. cit.*, p. 24-28.

Entre as funções básicas a serem controladas pela central eletrônica, duas são muito importantes: a dosagem de combustível e o instante do início da ignição.

Para que a central eletrônica possa executar as funções de comandar a dosagem de combustível e a ignição, são necessárias muitas informações fornecidas por diversos sensores e podem ser organizadas por grupos de funções afins.

O primeiro gera duas informações necessárias: a posição angular do motor em relação aos  $720^\circ$  de um ciclo completo e, ao mesmo tempo, o regime de rotação do motor a cada instante (rpm instantânea). Essas duas informações são obtidas a partir de um disco dentado, chamado de *roda fônica*, que gira solidário com o eixo de comando de válvulas (figura 8).

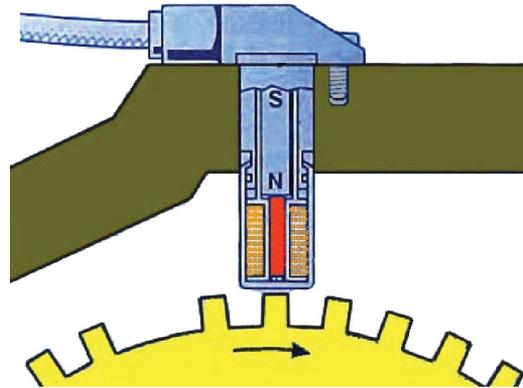


Figura 8: Sensor de posição angular e rotação.<sup>34</sup>

<sup>34</sup> CAMARGO, M. N. Computador no comando. *Op. cit.*, p. 24-28.

No disco referido há falta de dois dentes que determinam o ângulo zero para o primeiro cilindro. Um sensor de proximidade, fixo na carcaça do motor, percebe quando um dente do disco passa pelo mesmo e emite um pulso elétrico para a central eletrônica. A central detecta a rotação medindo a frequência dos pulsos e detecta o ângulo zero pela falta de dois pulsos. O ângulo instantâneo é definido pela contagem dos pulsos a partir do ângulo zero. A roda dentada (roda fônica) tem 58 dentes e duas falhas, ou seja, 60 divisões. Isso significa que cada pulso corresponde a  $1/60$  de uma rotação, ou seja,  $360/60^\circ = 6^\circ$ . Então, cada pulso corresponde a 6 graus de giro da roda fônica.

Outro grupo de sensores define as condições do ar admitido. Consiste de um sensor de quantidade de ar admitido a cada instante e de sensores de temperatura e pressão atmosférica deste ar, além de um sensor de posição da borboleta do acelerador no caso de motores de ciclo Otto. Existem diversos tipos de sensores de quantidade de ar admitida pelo motor. Os mais comuns são: os medidores de fluxo de ar, que medem o volume de ar aspirado pela deflexão de uma válvula borboleta que reage contra a pressão de uma mola; e o medidor de massa de ar a fio quente. Neste último, o fluxo de ar passa através de uma tubulação onde existe um fio eletricamente aquecido, o qual é esfriado pelo fluxo de ar que está passando. Medindo-se a temperatura e a

corrente elétrica necessária para manter o fio aquecido, pode-se determinar a massa de ar que está passando pela tubulação por unidade de tempo. Em ambos os casos, são necessárias muitas correções, em função da temperatura do ar que está sendo admitido e sua pressão atmosférica.

Outro grupo de sensores, formado pela sonda *lambda* e pelo sensor de detonação, serve para corrigir as ações comandadas pela central eletrônica para o próximo ciclo do cilindro correspondente.

Para determinar a carga à qual o motor está submetido, a central eletrônica considera a relação entre a posição da borboleta do acelerador, a massa de ar admitida e a rotação instantânea do motor.

Após efetuar os cálculos, pré-definidos no programa do microprocessador, com base nas informações recebidas dos sensores, ficam determinadas: a rotação instantânea do motor, a massa de ar admitida e, conseqüentemente, a carga à qual o motor está submetido. Resta à central eletrônica definir a massa de gasolina a ser pulverizada no ar que está sendo admitido para formar a mistura e determinar o instante exato em que deve ser formada a centelha elétrica que irá dar início à combustão. No caso de motores Diesel, a central eletrônica irá determinar o momento de início da injeção de combustível e a duração dessa injeção.

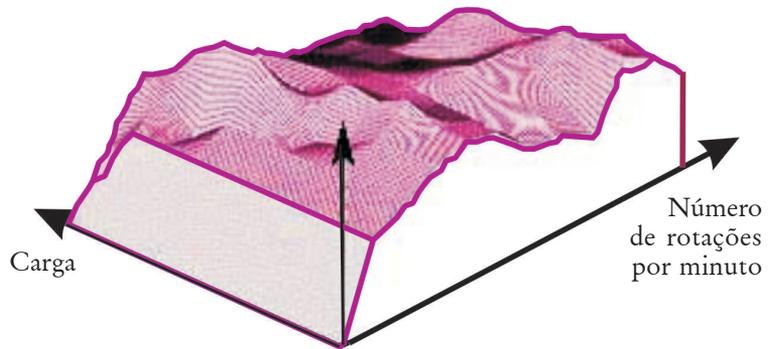
Como o motor, na realidade, não trabalha com a mistura estequiométrica e sim com um valor da relação *lambda* diferente de 1 e variável a cada instante, dependendo do regime de rotação, da carga à qual o motor está submetido, da temperatura do motor, e até da pressão atmosférica, torna-se difícil calcular a cada instante a massa de combustível a ser injetado. Para facilitar, é feito um mapeamento do motor onde fica determinada, em função da rotação e da carga, qual a relação *lambda* adequada. O mapeamento é feito experimentalmente e fica armazenado na memória da central eletrônica. São tantos os fatores que influem na determinação da relação *lambda*, que o mapa tridimensional obtido tem a forma de uma cadeia de montanhas (figura 9). Vê-se que só é possível obter esse mapeamento por método experimental.

A técnica de mapeamento dos sinais de entrada e saída é tradicionalmente usada para fazer o controle da injeção em motores de combustão interna.<sup>35</sup> O mapeamento consiste no seguinte:

1. O motor é previamente ensaiado e levantam-se tabelas e curvas para registrar os pontos ótimos de funcionamento, para cada condição de entrada.

<sup>35</sup> RAMOS, D. B. *Controlador nebuloso para motores de ignição por compressão operando com gás natural e óleo Diesel*. 2006. 123 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

2. Os dados são armazenados, na forma de mapas, na memória de uma CPU, que faz o processamento matemático requerido para gerenciar eletronicamente o motor. Assim, diz-se que o motor foi *mapeado*.



<sup>36</sup> BOSCH, R. *Op. cit.*

Figura 9: Mapeamento da relação  $\lambda$ .<sup>36</sup>

Com o motor em funcionamento, os sinais provenientes dos sensores conectados ao motor são processados e cruzados com os mapas de memória. Os dados de entrada e saída são processados e comparados, através de interpolações matemáticas, com os valores previamente levantados e armazenados na memória da CPU. Os valores de saída desses mapas são determinantes para as ações de controle a serem tomadas pelos atuadores existentes no motor. Assim, resta à central eletrônica, tendo já calculado a massa de ar, a carga à qual o motor está submetido e a rotação instantânea, encontrar no mapa da memória qual o valor adequado de  $\lambda$  e, então, determinar a massa de combustível.

O bico injetor de combustível fica situado no coletor de admissão bastante próximo da válvula de admissão. Este bico injetor (que não deve ser confundido com bico injetor de motor Diesel) tem uma vazão determinada por unidade de tempo que permanece aberta. Então, basta controlar o tempo de abertura para se ter o controle sobre quantidade de combustível injetado. Portanto, a central eletrônica apenas controla o tempo de injeção.

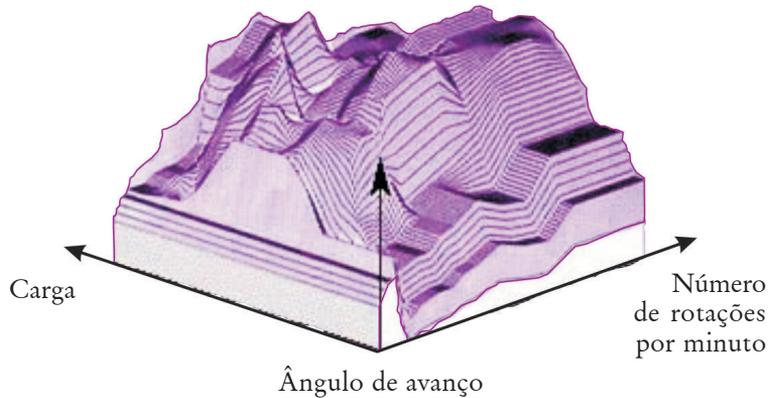
Da mesma forma, também é difícil determinar com exatidão o momento em que se deve dar a ignição, devido aos inúmeros fatores que afetam o ponto de ignição.

Entende-se que a mistura ar e combustível dentro da câmara de combustão não sofre uma queima instantânea, o que provocaria uma detonação prejudicial ao motor. A quei-

ma é progressiva, apesar de muito rápida e leva um tempo para se propagar por toda a mistura. Então é necessário que a combustão inicie um pouco antes de o pistão chegar ao ponto morto superior, ou seja, a ignição ocorre com um determinado ângulo de antecipação. Este ângulo é chamado de *ângulo de avanço da ignição*, definido de tal forma que o aumento da pressão dos gases, resultante da combustão, ocorra logo após o ponto morto superior, quando o pistão já iniciou o ciclo de descida, convertendo a pressão em torque no virabrequim. Se o motor estiver funcionando em rotação elevada, é natural que tal ângulo seja aumentado para que o ponto de máxima pressão se dê sempre logo após a ultrapassagem do ponto morto superior. Portanto, o ângulo de avanço da ignição deve ser variável com a rotação.

Em um motor antigo de ciclo Otto, sem gerenciamento eletrônico, a variação do ângulo de avanço, em função da rotação, era realizada por um sistema mecânico constituído de contrapesos centrífugos, chamado de *avanço centrífugo da ignição*. Nos motores Diesel com bomba injetora convencional, o avanço do ponto de injeção também é feito por contrapesos que geram uma força centrífuga. Por outro lado, para aumentar o torque do motor em baixas rotações sob carga, também deve ser aumentado o ângulo de avanço da ignição. Nos antigos motores Otto, sem gerenciamento eletrônico, o aumento do ângulo de avanço em função da carga era efetuado por um sistema pneumático em que o vácuo formado em um determinado ponto do venturi do carburador acionava um diafragma, que, por sua vez, produzia a antecipação do ponto de ignição. Era o chamado *avanço a vácuo*. Como se pode ver, o sistema antigo, além de ter uma grande complexidade mecânica, não oferecia precisão.

Em um motor com gerenciamento eletrônico, é feito um mapeamento tridimensional, por métodos experimentais, determinando-se com precisão o ângulo de avanço de ignição ou de injeção (no caso de motores Diesel) correto em função da rotação e da carga à qual o motor está submetido a cada instante. Esse mapeamento, assim como o mapeamento da relação *lambda*, apresenta o aspecto de uma cadeia de montanhas, tal é a sua complexidade (figura 10). O mapeamento também fica armazenado na memória do microprocessador, como no caso da relação *lambda*. Então basta terem sido determinadas a rotação do motor e a carga aplicada, para a central eletrônica encontrar o momento exato da ignição. Os cálculos são repetidos para cada cilindro e para cada ciclo de funcionamento de cada cilindro.



<sup>37</sup> BOSCH, R. *Op. cit.*

Figura 10: Mapeamento do ângulo de avanço da ignição.<sup>37</sup>

Entretanto, apesar de todos os cálculos feitos, tanto o ângulo de avanço da ignição como a quantidade de combustível injetada podem ainda não estar totalmente corretos. Se, por exemplo, a câmara de combustão estiver muito aquecida, a combustão é facilitada e pode haver pré-ignição, que leva à detonação. Esta é a queima instantânea de toda ou de parte da mistura de ar e combustível, causando uma espécie de explosão dentro do motor. O fato causa acréscimos excessivos de pressão que podem danificar o motor, provocando um desgaste prematuro e até a ruptura de componentes internos como bielas, virabrequim e pistões, portanto deve ser evitado. A detonação produz um ruído característico, como se fosse uma batida seca. O sensor de detonação detecta o ruído e informa a central eletrônica através de um pulso elétrico. A central eletrônica, ao receber esta informação, reduz o ângulo de avanço da ignição já para o próximo ciclo do cilindro. A redução do ângulo de avanço da ignição dificulta a ocorrência de detonação, pois atrasa um pouco o ponto de ignição.

A sonda *lambda* é um sensor que determina a quantidade de oxigênio livre nos gases de escapamento, e conseqüentemente a relação *lambda*. Imediatamente após a combustão, a sonda *lambda* analisa os gases expelidos e informa através de um sinal elétrico qual o teor de oxigênio livre. Com essa informação, a central eletrônica revisa o cálculo feito para determinar a massa de combustível em função do valor *lambda* mapeado e o corrige já para o próximo ciclo do cilindro respectivo.

O uso somente do mapeamento limita as condições de operação do motor às situações previstas nos ensaios. A adaptabilidade é restringida e pode haver perda da capacidade de antever situações adversas, como o desgaste gradual dos diversos componentes do motor. Os principais fabricantes de centrais de injeção eletrônica recorrem hoje a uma técnica mista que aplica o mapeamento, porém é dotado de um sistema inteligente que corrige as distorções e inclusive reconhece e se adapta ao modo de dirigir do motorista.

Os modernos veículos eletronicamente gerenciados agregam muitas outras funções, entre as quais o gerenciamento do sistema de frenagem ABS, o sistema de gerenciamento de tração, a abertura e o fechamento de vidros e portas, o sistema de segurança contra furtos, o sistema de piloto automático (controle automático da aceleração), o sistema de gerenciamento da estabilidade espacial do veículo (empregado no Mercedes Classe A), o sistema de navegação por GPS, e outras tantas funções que dia a dia estão sendo implementadas.

Nos motores de ignição por compressão (Diesel), o sistema de gerenciamento eletrônico segue as mesmas regras do gerenciamento de motores Otto, porém mais simples, com menos funções. Há no mercado os chamados motores Diesel eletrônicos, que não são motores de injeção eletrônica; utilizam uma bomba e bicos injetores mecânicos gerenciados eletronicamente, através de reguladores eletrônicos digitais.

Os motores Diesel com injeção eletrônica de combustíveis possuem uma bomba de alimentação que mantém pressurizado um tubo principal chamado de *common rail*, do qual partem tubulações que levam o combustível para um bico que injeta combustível diretamente dentro da câmara de combustão. Esse bico tem função simultânea de bomba (eleva a pressão até a necessária para promover a pulverização do combustível) e de bico pulverizador, sendo acionado por uma bobina elétrica e muitas vezes auxiliado por ar comprimido ou óleo sob pressão.

Os sistemas eletrônicos de gerenciamento possuem uma resposta transitória rápida, bastante linear, mas são projetados pelos fabricantes para gerenciar apenas o débito de combustível Diesel. Esses equipamentos não são dedicados ao gerenciamento quando o motor utiliza outros combustíveis ou quando opera no regime bicomcombustível.

## 5 Motores multicomcombustíveis

Diversos fabricantes automotivos nacionais oferecem hoje veículos equipados com motores multicomcombustível. Tais motores oferecem como grande vantagem a possibilidade de funcionar com gasolina, com álcool ou com uma mistura destes combustíveis em qualquer proporção. Essa nova tecnologia não altera significativamente o motor. A principal modificação é no programa de gerenciamento eletrônico, que consegue adequar o motor a dois combustíveis com características diferentes. A tecnologia dos motores multicomcombustível só é aplicada em motores de ciclo Otto.

Os engenheiros que desenvolveram esse tipo de motor partiram de dois princípios básicos. Primeiro, adotaram para o motor uma taxa de compressão intermediária entre a taxa requerida para a gasolina e a taxa requerida para o álcool. Esta simples modificação faz com que o motor não funcione, ou funcione mal tanto com álcool como com gasolina.

Para resolver o problema utilizaram-se do sensor de detonação, isto é, modificaram a programação do microprocessador da central eletrônica, de tal forma que o motor sempre tenta funcionar com o maior ângulo de avanço possível, e o sensor de detonação fica sempre detectando qualquer sinal de detonação e comandando a central eletrônica para reduzir um pouco esse ângulo. Assim está sempre limitando o ângulo de avanço da ignição. Dessa forma, o motor consegue trabalhar sempre próximo ao limite da detonação, independentemente do combustível empregado, álcool, gasolina, ou mistura dos dois. Portanto, o motor poderá trabalhar com um ângulo de avanço de ignição que não seria o ângulo ideal se o motor fosse convencional, mas que é o melhor possível para o combustível na taxa de compressão alterada desse motor. Dependendo do combustível que está sendo queimado no momento, o motor poderá estar muito adiantado ou muito atrasado. O ângulo de avanço só será correto para uma mistura de álcool e gasolina tal, que a taxa de compressão adequada a essa mistura coincida com a taxa de compressão do motor. Para melhorar as condições de funcionamento desses motores em alguns regimes de rotações e para determinadas proporções de mistura de ar e combustível, a central eletrônica enriquece a mistura, injetando mais combustível do que o necessário para obter a relação estequiométrica, ocasionando um consumo maior de combustível.

Esse motor apresenta a grande vantagem de poder trabalhar com qualquer combustível, porém, toda vantagem tem seu custo. Como a ignição se dá geralmente fora do ponto ideal (o ângulo de ignição foi alterado para compensar a taxa de compressão inadequada para o combustível que está sendo consumido), o motor não trabalha com máximo rendimento para qualquer proporção de gasolina e álcool, mas apenas para uma determinada proporção adequada à taxa de compressão do motor. Trabalhando com gasolina, deverá ter um rendimento um pouco menor do que se fosse projetado para trabalhar exclusivamente com gasolina; da mesma forma, quando trabalha com álcool, o rendimento é menor do que um motor que fosse projetado para trabalhar exclusivamente com álcool. O ponto ótimo deste motor ocorre para uma mistura álcool e gasolina cuja proporção só poderá ser definida sabendo-se com exatidão a taxa de compressão de projeto do motor. Essa taxa é definida pelo fabricante e é específica para cada modelo.

A solução encontrada com os motores multicomcombustível não deixa de ser inteligente, porém não passa de uma adaptação de baixo custo sobre um motor já existente. Existem outras soluções mais corretas, que permitem a um motor funcionar com máximo rendimento com qualquer combustível, porém com custo de desenvolvimento muito elevado. Como exemplo, citam-se os motores com taxa de compressão variável. A taxa de compressão seria ajustada para o valor ideal conforme o combustível em uso, de modo a se obter sempre o máximo rendimento. Conjugando um sistema de gerenciamento eletrônico adequado e um sistema de válvulas eletronicamente comandadas, talvez os motores futuros possam ter o dobro do rendimento dos atuais. As inovações já são tecnicamente acessíveis, entretanto há resistência dos fabricantes a tais modificações, porque seriam necessários motores inteiramente novos, cujos custos de desenvolvimento representam milhões de dólares. A grande maioria dos atuais motores é constituída por aqueles que evoluíram graças a modificações sucessivas aplicadas em antigos motores, alguns cujo projeto original já ultrapassou mais de meio século.

## **6 Motores bicombustíveis**

São bicombustíveis todos aqueles motores que trabalham simultaneamente com dois combustíveis. Os mais comuns têm como combustível-base o óleo Diesel, ou seja, são motores de ciclo Diesel. O óleo Diesel continua sendo

usado normalmente, porém apenas como combustível piloto, para proporcionar a ignição por compressão, dando início à combustão do combustível principal (gás ou líquido vaporizado), que é admitido no cilindro pelo coletor de admissão, semelhante à alimentação de um motor de ciclo Otto. Os motores bicom bustíveis Diesel e gás natural apresentam aumento de potência e redução do consumo, podendo ser utilizados como alternativa ecológica e econômica no transporte urbano.<sup>38</sup>

<sup>38</sup> CAMARGO, M. N. *Estudo do comportamento de um motor de ignição por compressão, trabalhando com óleo Diesel e gás natural*. 2003. 280 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Santa Maria, 2003.

## 7 Conclusões

Muitas tecnologias novas estão surgindo para tentar substituir os motores alternativos de combustão interna por outras fontes de energia mecânica mais eficientes.

Pesquisam-se, hoje, veículos híbridos, nos quais um motor de combustão interna trabalhando em regime de máxima eficiência aciona um gerador elétrico que produz energia para acionar motores elétricos nas rodas. Um banco de baterias armazena a energia excedente quando o veículo roda em terreno plano ou ladeira, para ser usada quando as condições do terreno exigem maior potência do veículo. Outra solução é o emprego de células de combustível, em que este – preferencialmente hidrogênio – reage com o oxigênio liberando energia elétrica. Nesse caso também deve haver um banco de baterias para armazenar temporariamente a energia gerada e suprir a demanda nos momentos de pico de consumo. Investigam-se, também, veículos elétricos, nos quais as baterias são carregadas diretamente da rede elétrica doméstica.

Todas essas soluções, ainda em estudos, dependem essencialmente do desenvolvimento de baterias mais eficientes. Em todos os casos deve-se ter o cuidado de não trocar o endereço da poluição; por exemplo, um veículo elétrico não polui, entretanto, se a energia elétrica que irá mover o veículo for gerada em uma usina termoeletrica, a poluição continua ocorrendo, em outro local.

De qualquer forma, o motor alternativo de combustão interna ainda irá imperar nos meios de transporte por muitos anos. Portanto, é preciso melhorar seu rendimento e reduzir as emissões para diminuir os danos que tais motores causam à natureza.

Miguel Neves Camargo é graduado em Engenharia Mecânica, especialista em Engenharia Automotiva, doutor em Engenharia Agrícola e professor do curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina (FAHOR), Rio Grande do Sul. [mnevesc@brturbo.com.br](mailto:mnevesc@brturbo.com.br)



## ENERGIA VEICULAR E ALTERNATIVAS PARA O SÉCULO 21

---

*Felix A. Farret  
Luiz A. Righi  
Tiago Guedes*

O futuro ainda está muito nebuloso quanto às fontes de energia a serem usadas nos automóveis do século XXI, pois os novos combustíveis esbarram muito mais em interesses econômicos, políticos, sociais, estratégicos e de segurança nacional do que tecnológicos. A utilização de carros elétricos, preferencialmente compactos, pequenos e leves, em ambientes urbanos, já se tornou uma realidade mesmo em países renitentes em optar por essas inovações, como é o caso dos Estados Unidos, acostumados a um conforto exagerado em relação ao que pode ser universalmente aceito pelo meio ambiente e pela matriz de produção energética atuais. O acionamento elétrico dos veículos parece ser mais eficiente para o ambiente urbano quando comparado a motores de combustão interna, por sua capacidade de frenagem regenerativa, não ser ruidoso, nem poluente do ar. Entretanto, tal solução adotada em larga escala causaria grande impacto aos sistemas públicos de energia elétrica. Isso evidencia que o carro elétrico, ou movido a hidrogênio ou outra fonte que sirva de energia, talvez não seja exatamente uma resposta para a independência com relação ao petróleo. De qualquer forma, com as recentes crises energética, ambiental e do sistema financeiro mundial, vive-se um momento propício para mudanças e novas pesquisas na área da energia veicular.

## Introdução

Pode-se pensar que os modernos projetos de carros deverão obedecer aos princípios gerais do ecodesign, como tudo o mais que se pretenda produzir industrialmente neste planeta. Tais princípios incluem cuidados com volume e peso, oportunidade para o descarte, tipo e uso de energia, eficiência elevada, uso racional de materiais e combustíveis, durabilidade, compartilhamento no uso, reaproveitamento ou retornabilidade dos materiais, transporte da produção, integração com o ambiente, uso de água, limitados agentes de poluição e produção auto-sustentável (ciclo fechado). Aspectos como complementos desnecessários (opcionais) e aparência talvez se tornem secundários se tais demandas forem levadas ao extremo. Resgatar a essência e a funcionalidade do que se quer vender passa a ser um objetivo. Neste artigo vislumbra-se o uso futuro de algumas das principais fontes de energia com base no seu estágio atual de desenvolvimento. O assunto contempla os diversos gases combustíveis (gás natural comprimido, gás natural liquefeito e gás de petróleo liquefeito), os carros movidos a hidrogênio, os carros a gasolina, os carros a biodiesel e o carro híbrido.

### Gás natural comprimido, gás natural liquefeito e gás liquefeito do petróleo

Soluções alternativas para a produção e uso de combustíveis estão sendo mundialmente repensadas. Uma delas consiste na eliminação das barreiras técnicas e de custo, associadas ao deslocamento de combustíveis de petróleo importados. Isso graças à pesquisa e ao desenvolvimento de formas para reduzir os custos de fabricação, melhorar o desempenho do veículo e fomentar a aceitação do consumidor com relação ao veículo movido a gás natural. Em termos mundiais, os projetos centralizam-se em quatro fundamentos: 1) produção de gás natural liquefeito a partir de fontes não convencionais como óleos de cozinha e dejetos de animais; 2) sistemas de armazenamento embarcado de gás natural (adsorvidos, comprimidos e liquefeitos); 3) sistemas de distribuição de gás natural embarcado tanto para veículo como para estações de abastecimento; e 4) estratégias regionais e de uso final. Para atingir tais objetivos, as estratégias se voltam para a integração das tecnologias individuais em desenvolvimento (ver tabela 1)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> <http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp>, Energy Resources Division, Natural Gas Vehicle Systems Program.

Tabela 1: Áreas de estudos em andamento nos Estados Unidos.

Companhias	Área internacional	Área de estudos	Sites
Acion Technologies, Inc. (Cleveland, OH)	Landfill gas/CO <sub>2</sub> cleanup	Limpeza de aterro gás/CO <sub>2</sub>	<a href="http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp#Storage#Storage">http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp#Storage#Storage</a>
Atlanta Gas Light Adsorbent Research Group (AGLARG), (Atlanta, GA)	Low pressure storage with adsorbents	Armazenamento sob baixa pressão com adsorventes	<a href="http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp#Storage#Storage">http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp#Storage#Storage</a>
Advanced Technologies Management (Cleveland, OH)	Turbo intercooler	Turbo-Intercooler	<a href="http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp#Delivery#Delivery">http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp#Delivery#Delivery</a>
Beck Engineering (Gig Harbor, WA)	Onboard pump and fuel delivery	Bombas integradas e distribuição de combustível	<a href="http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp#Delivery#Delivery">http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp#Delivery#Delivery</a>
CALSTART (Alameda, CA)	Market strategy for California	Estratégia de mercado para a Califórnia	<a href="http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp#EndUse#EndUse">http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp#EndUse#EndUse</a>
CVI Corporation (Columbus, OH)	High pressure cryogenic pump	Bomba criogênica de alta pressão	<a href="http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp#Delivery#Delivery">http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp#Delivery#Delivery</a>
Gas Research Institute (GRI), ARCADIS (Mountain View, CA), Battelle Memorial Institute (Columbus, OH), New Mexico State Univ./Physical Science Lab (Las Cruces, NM)	Market, end-use strategy	Mercado, estratégia do uso final	<a href="http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp#EndUse#EndUse">http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp#EndUse#EndUse</a>
Institute of Gas Technology (Des Plaines, IL)	Small-scale liquefier	Liquidificador de pequena escala	<a href="http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp#Production#Production">http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp#Production#Production</a>
Lone Star Energy (Dallas, TX)	LCNG station & infrastructure	Estação e infraestrutura do LCNG	<a href="http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp#EndUse#EndUse">http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp#EndUse#EndUse</a>
Snyder Tank Corp. (Buffalo, NY)	Low-pressure LNG storage tank	Tanque de armazenamento de gás natural liquefeito (LNG) em baixa pressão	<a href="http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp#Storage#Storage">http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp#Storage#Storage</a>
Thiokol Corp. (Brigham City, UT)	High-pressure CNG conformable tank	Tanque formatável para armazenamento de gás natural (CNG) em alta pressão	<a href="http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp#Storage#Storage">http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp#Storage#Storage</a>

Fonte: U. S. DOE Contracts, <http://www.bnl.gov/est/erd/NGVSP.asp#Storage#Storage>

Um programa do Departamento de Energia dos Estados Unidos (*The U. S. Department of Energy's – DOE – Office of Transportation Technologies/Heavy Vehicles – OHVT*) promove o uso de gás produzido domesticamente como uma alternativa para o setor de transportes. A parte principal desse Programa de Sistemas Veiculares com Gás Natural (*Natural Gas Vehicle Systems Program*) focaliza uma tecnologia baseada no gás natural liquefeito (GNL). Acredita-se que esta seja uma escolha factível para veículos cujo uso não exceda 40.000 litros (10.000 galões) por ano, com autonomia de 500 quilômetros (300 milhas). Motores a gás natural produzem pouca emissão e seus custos em combustível são baixos quando comparados a outros combustíveis alternativos. Chega-se então à conclusão de que os países detentores de reservas suficientes de gás natural podem reduzir sua dependência de fontes externas, uma vez que abram sua produção local de gás natural a investimentos no setor.

A chave para fazer o gás natural liquefeito mais competitivo no mercado dos combustíveis produzidos a partir do petróleo passa pela melhoria da eficiência energética e pela redução dos custos das atuais tecnologias GNL. Integração de sistemas é a palavra de ordem, como se pode ver nas iniciativas listadas na tabela 1 e que estão sob contrato com o Departamento de Energia dos Estados Unidos nas áreas de produção, distribuição, armazenamento e uso final de combustíveis.

A produção de combustível pode basear-se nos liquefadores criogênicos que já são comercialmente disponíveis para liquefação de gás natural, apesar de serem rentáveis ainda que para apenas grandes quantidades. O mercado de veículos a gás liquefeito veicular (GLV) ainda não é suficientemente forte para justificar o desenvolvimento de liquefadores de baixo custo. O mercado e a tecnologia de desenvolvimento para o gás natural veicular (GNV), porém, oferece uma nova oportunidade para os conceitos de abastecimento de GNL, necessitando de instalações de liquefação de baixo custo. Este tem sido aparente nos programas demonstrativos para GNL estabelecidos pela crescente demanda de mercado para pequenos liquefadores, com capacidades de cerca de 10.000 litros por dia.

Por sua vez, o *Institute of Gas Technology* (IGT) dos Estados Unidos está desenvolvendo um novo sistema de liquefação para gás natural, que usará a tecnologia de compressores para refrigeradores atualmente produzidos em larga escala. O uso dessa tecnologia madura e de baixo

custo é melhorado mais ainda pelo desenvolvimento das novas misturas refrigerantes. Os protótipos ora em desenvolvimento destinam-se a uma produção de 1.000 litros por dia que, conforme afirma o instituto, poderá ser facilmente aumentada em dez vezes.

Aterros servindo as principais áreas metropolitanas como fontes de gás natural podem ser efetivamente uma forma de deslocar um pouco a energia consumida pela frota de veículos atualmente movidos a diesel. O gás de aterros gerado pela decomposição de refugos contém tipicamente 50% de metano e 50% de CO<sub>2</sub> com traços contaminantes (além de nitrogênio e água e até 1% de cloro e enxofre). O metano não recuperado geralmente é coletado e queimado para evitar infiltração, converter metano em CO<sub>2</sub> (que é um gás com menor efeito estufa) e oxidar (destruir) os contaminantes. O metano bruto é vastamente desperdiçado no Brasil e em outras partes do mundo quando poderia ser aproveitado como uma energia complementar. A grande vantagem do uso do gás de aterro é a redução do volume do aterro, proporcionando um fim econômico e menos poluente para o refugo.

Estão sendo desenvolvidos em diversas partes do mundo (*Honda Motors, Institute of Gas Technology – IGT/ EUA*) motores para gás natural com alta eficiência e baixa emissão e que requerem alta pressão, alimentada por GLN até 52.200 bars. Todavia, para veículos, é desejável armazenar GNL em baixa pressão, restando ainda encontrar uma boa solução para o problema. Os benefícios do GNL incluem armazenamento em baixa pressão e alta densidade de energia. Portanto, o GNL tem grande potencial de aplicação para veículos de porte médio e de grande porte, quando os usuários requerem baixo custo, opções leves para o armazenamento e grande autonomia. O custo do armazenamento criogênico pode aumentar em 50% o custo do gás natural.<sup>2</sup>

As questões relacionadas ao gás natural podem ser resumidas em dez pontos, a saber: a) existe estrangulamento na infra-estrutura de seu abastecimento; b) contribui para a redução de gases de efeito estufa; c) seu transporte é o mais limpo de que se tem notícia; d) como combustível fóssil, ainda se apresenta com todas as suas características poluidoras; e) o veículo típico para 5 passageiros, movido a gás natural, custa algo em torno de US\$ 25.000,00 no mercado internacional; f) oferece menor autonomia; g) seus incentivos fiscais são ainda problemáticos, pela instabilidade política dos países fornecedores; h) o custo é baixo, mas enquanto a demanda é pouca e não há pressão sobre produção, transpor-

<sup>2</sup> <http://earth2tech.com/2008/07/09/10-things-you-should-know-about-natural-gas-vehicles/>

<sup>3</sup> [http://www.ucsusa.org/clean\\_vehicles/big\\_rig\\_cleanup/natural-gas-vehicles.html](http://www.ucsusa.org/clean_vehicles/big_rig_cleanup/natural-gas-vehicles.html)

<sup>4</sup> U. S. Department of Energy. Energy Information Agency. Annual Energy Outlook 2004 with Projections to 2025. DOE/EIA-0383[2003], January 2004.

FuelMaker Corporation, [www.fuelmaker.com](http://www.fuelmaker.com)

Meets EPA's Tier II bin 2 emissions standard.

U. S. Environmental Protection Agency. Certified Vehicle Test Result Report Data, January 2004.

According to U. S. Department of Energy Clean Cities Vehicle Buyer's Guide for Consumers, <http://www.ccities.doe.gov/vbg/consumers/>

SRTD/Sacramento Regional Transit District and STA/SunLine Transit Agency 1999. *Three Year Comparison of Natural Gas and Diesel Transit Buses*. Thousand Palms, Calif.: SunLine Transit Agency, August 2006.

U. S. Department of Energy. National Renewable Energy Laboratory. Natural Gas Buses: Separating Myth from Fact. NREL/FS-540-28377, May 2000.

WANG, M. Q. and HUANG, H. S. *A Full Fuel-Cycle Analysis of Energy and Emissions Impacts of Transportation Fuels Produced from Natural Gas*. Center for Transportation Research, Energy Systems Division, Argonne National Laboratory, December, 1999.

GENERAL MOTORS CORPORATION *et al.* Well-to-Tank Energy Use and Green House Gas Emissions of Transportation Fuels. *North American Analysis*, v. 3, June 2001.

U. S. Department of Energy. National Renewable Energy Laboratory. The Next Generation Natural Gas Vehicle Activity. DOE/GO-102003-1779, September 2003.

te e distribuição; i) a frota movida a gás natural tem sido formada por táxis, veículos oficiais e de grandes companhias; j) o abastecimento caseiro não pode ser levado muito a sério.<sup>3</sup>

Portanto, ainda permanecem alguns questionamentos sobre o gás natural e seu uso como combustível devido a problemas com o seu transporte, pois se sabe que é importante em grande parte pelos países desenvolvidos e em vias de desenvolvimento, como o Brasil. Os países exportadores via de regra são politicamente instáveis ou economicamente dependentes, sobretudo dos combustíveis fósseis, o que torna o abastecimento de gás um assunto muito delicado e envolto por certa insegurança.

Os benefícios do gás natural em relação a caminhões e ônibus referem-se à redução da poluição por fuligem tóxica de 75% a 90%, enquanto que a formação de fumaça úmida é reduzida em até 25%, comparada com o diesel convencional. A fuligem gerada pelos motores a diesel é extremamente nociva, contendo cerca de 40 produtos químicos declarados formalmente nos Estados Unidos como tóxicos, elevando o risco de câncer em até 75%. Além disso, os óxidos nitrogenados (NO<sub>x</sub>) do diesel são mais difíceis de controlar e emitidos num grau mais elevado, comparando-se o motor diesel médio com o motor a gás natural. Uma das vantagens do gás natural é o de não gerar emissões evaporativas durante o abastecimento.<sup>4</sup>

## Veículos movidos a biocombustível

O biocombustível é definido como sendo sólido, líquido ou gasoso, obtido de material biológico morto recentemente. Essa definição o distingue do combustível fóssil, que é obtido de material biológico já morto há muito tempo. Via de regra, os biocombustíveis podem ser produzidos a partir de qualquer fonte biológica de carbono, sendo a mais comum a das plantas fotossintetizadas. Os biocombustíveis são geralmente usados para propulsão de veículos, aquecimento de casas e secagem de grãos. As indústrias desse combustível expandem-se rapidamente na Europa, Ásia e Américas e, especialmente, no Brasil, líder mundial no assunto. Os agrocombustíveis são produzidos a partir de plantações específicas para tal, diversamente das que aproveitam os resíduos orgânicos, tais como óleo vegetal reciclável e depósitos urbanos.

O biocombustível tem sido centro de muitas polêmicas internacionais, técnicas e políticas, incluindo: emissões de carbono, preços do petróleo, relação combustível versus

alimentação, devastação florestal, erosão do solo, impactos sobre as reservas de água, balanço energético, segurança energética e retorno do carbono que estava armazenado sob a superfície da terra. Novas plantas removem a mesma quantidade de CO<sub>2</sub> da atmosfera da mesma forma que vão sair do combustível utilizado. Alguns estudos mostram que algumas plantações causam mais efeito estufa nocivo do que o CO<sub>2</sub> simplesmente, o que nos leva a repensar sobre o uso dessas plantas.

Existem diversas formas de se produzir agrocombustível. Uma delas é com a plantação de vegetais contendo alto teor de açúcar (como a cana-de-açúcar, a beterraba, o sorgo e o milho) para fermentação visando produzir álcool etílico (etanol). A segunda estratégia é o uso de plantas que contêm altas quantidades de óleo vegetal, como palmeiras, soja, algas e jatobá. Uma vez aquecidos, esses óleos perdem a viscosidade e o produto pode ser queimado diretamente em motores diesel ou ser quimicamente processados para produzir biodiesel. A madeira e seus subprodutos (casca, serragem, pó) podem ser convertidos em biocombustíveis como o gás da madeira, o metanol e o etanol. O etanol celulósico também é assim obtido, apesar de o processo ser muitas vezes anti-econômico.

O Brasil já tem experiências de mais de 30 anos com veículos acionados exclusivamente por combustíveis renováveis, incluindo o etanol e as misturas de etano e gasolina. No início, o programa de álcool brasileiro recebeu forte incentivo do governo, porém atualmente o setor está bastante privatizado. Só no ano de 2005 o país produziu 20 bilhões de litros de álcool, tornando-se o maior produtor mundial de etanol. Mais recentemente, o desenvolvimento de veículos flex, que podem rodar com etanol, gasolina ou uma mistura qualquer de ambos, aumentou a confiança no etanol da biomassa. Hoje, aproximadamente três quartos dos carros produzidos no Brasil são flex.

Outros países despertaram para o biocombustível, como os Estados Unidos, Suécia, Canadá, Índia, Austrália, Coreia do Sul, Noruega, Tailândia e China.

De tudo isto parece restar apenas um fato: não será possível abastecer toda a frota de veículos da terra tirando apenas do solo a matéria-prima necessária para a sua produção. Veja-se que cada planta removida do solo leva consigo de forma implacável o material que a gerou, quando não é pobremente repostado. Por mais que se utilizem técnicas e métodos de regeneração do solo, o bom senso diz que a extração não pode acontecer indefinidamente, sob pena de

se ter como resultado final uma terra exaurida e morta. A energia deverá vir de fora do planeta, por exemplo, do sol, através de hidroelétricas, aquecimento solar, células fotovoltaicas, fotossíntese, gradiente marítimo e energia eólica.

### **Veículos movidos a hidrogênio**

As células a combustível combinam hidrogênio e oxigênio vindo do ar com um catalisador químico, geralmente platina, para formar eletricidade e água. O uso de carros movidos a células de hidrogênio podem vastamente reduzir o consumo de combustíveis fósseis e a emissão de  $\text{CO}_2$ , mas muitas décadas ainda serão necessárias até que isto se torne realidade. Por ora, os carros movidos a combustíveis fósseis são os principais causadores da poluição no planeta, pelo fato de seu consumo estar diretamente relacionado ao transporte, ao aquecimento doméstico e à geração de energia elétrica.

É de grande aceitação pública a substituição dos postos de gasolina por postos de hidrogênio através de regulamentação e da exigência de que o principal insumo na geração de hidrogênio seja a energia elétrica, gerada pelo seqüestro das emissões de dióxido de carbono advindas da queima do carvão em camadas subterrâneas de pedra. Entretanto, queimar carvão (termoelétricas) para produzir eletricidade e, então hidrogênio, pode gerar mais dióxido de carbono do que queimar óleo diretamente. Como o seqüestro de carbono ainda não é uma tecnologia bem comprovada, ninguém pensa em qualquer investimento nesse sentido.

A maior parte do hidrogênio vem atualmente da soproagem do gás natural com vapor, um processo que também libera dióxido de carbono. Tem sido proposto o uso de nanotubos energizados pela energia solar para fracionar a água em hidrogênio e oxigênio através de eletrólise. Trata-se de algo ainda experimental, mas garantidamente um processo limpo. Alguma coisa é dita também sobre o uso de temperaturas altíssimas, algo em torno de  $3.200^\circ\text{C}$ , para realizar diretamente esse mesmo processo. A limitação, neste caso, seriam os materiais empregados para suportar tal temperatura.

Uma vez obtido o combustível, resta melhorar o desempenho das células no que se refere à eficiência e durabilidade, além do armazenamento do hidrogênio no veículo. Simplesmente, pressurizar o hidrogênio para transformá-lo em líquido, pode consumir algo como 30% da energia nele contida. A pressão necessária é de 140.000 bars. Isso não

o torna perigoso, apesar de sua má fama: a gasolina pode ser até mais nociva, por não se dissipar tão rapidamente como o hidrogênio, encharcar tudo por onde se espalha e incendiar-se. Uma mistura eficiente de energia incluindo biocombustíveis e, eventualmente, hidrogênio, poderia fazer com que os preços dos carros usando células a combustível despendesse dos US\$ 100.000,00 hoje em dia para um valor comercialmente razoável.

O carro movido a células a combustível é considerado um carro com emissão zero (*Zero-Emission Vehicle*)<sup>5</sup>. É tão limpo que, desde 1950, os veículos espaciais utilizam as células a combustível para gerar eletricidade, a partir do hidrogênio do próprio tanque de combustível do foguete. Tais veículos espaciais são movidos por hidrogênio e oxigênio líquidos. Para o vôo, o hidrogênio e o oxigênio são misturados e queimados para produzir um fogo muito quente. A expansão dos gases a partir desse fogo é que propulciona o veículo espacial. A exaustão dos motores do foguete é majoritariamente feita de vapor de água, por ser resultado da combinação e não da queima de hidrogênio e oxigênio.

O hidrogênio gasoso dentro do veículo é comprimido e armazenado em containeres de alta pressão, numa forma muito similar ao gás natural para veículos. Uma segunda forma é a liquidificação que se consegue através do resfriamento e compressão do gás a 217°C abaixo de zero, como nos foguetes espaciais. Além de suportarem a pressão do gás, os containeres devem ser isolados termicamente para manter o conteúdo resfriado. Aquecendo o líquido assim obtido, há o desprendimento de gás que irá para a célula de combustível.

Os processos mais comuns de se obter hidrogênio são através da reforma de combustível e da eletrólise. Um reformador é um dispositivo que remove hidrogênio dos combustíveis hidrocarbonados, como o metanol ou a gasolina. Quando um outro combustível é utilizado que não o hidrogênio, a célula de combustível não mais funciona sem emissão, mas mesmo assim produz baixíssimos níveis de emissão.

Algumas células a combustível podem funcionar diretamente com metano, chamadas *Direct Methanol Fuel Cell*, sem nenhum processo externo de reforma. O hidrogênio é extraído pela célula dentro dela própria.

Até o momento, os carros movidos a célula a combustível estão num estágio bastante experimental. Ou seja, poucos modelos são disponíveis e não há nenhuma produ-

<sup>5</sup> <http://www.energyquest.ca.gov/transportation/fuelcells.html>

ção em larga escala. Os modelos atualmente existentes podem chegar a 140 km/h e possuem uma autonomia de 450 quilômetros, muito próximo do que chegam os carros convencionais. A DaimlerChrysler, BMW, Mercedes-Benz, Honda e Ford têm sido competidoras muito fortes nessa corrida.

### Gasolina e carro híbrido

As fontes de energia para os carros modernos prevêm o acionamento por eletricidade, combustíveis líquidos (como a gasolina, o óleo diesel, o biodiesel e o álcool), combustíveis gasosos (como o gás de cozinha – GLP, gás natural e o hidrogênio) e outras formas de menor expressão comercial (como por exemplo, os fotovoltaicos, o motor Stirling e os locomóveis). Via de regra, os carros híbridos usam duas ou mais dessas fontes de energia necessárias para acionar um motor elétrico acoplado ao sistema motriz, representado por um motor de combustão interna convencional de carro. Os carros híbridos estão evoluindo rapidamente, à medida que a tecnologia das baterias permita ao proprietário do carro conectá-la na rede elétrica e recarregá-la à noite. Daí vem o conceito de *veículos plug-in*.

Para se ter uma idéia do consumo dos carros híbridos elétricos, acredita-se que necessitarão tipicamente de 30 kWh de eletricidade. Se as baterias desses carros forem conectadas todas juntas para recarga durante a madrugada, o consumo de água aumentará vertiginosamente. Isto se deve ao fato de que em países como o Brasil, movido prioritariamente por hidroelétricas (quase 80%), ou em países que usam enormes turbinas a vapor e reatores nucleares, as máquinas devem ser refrigeradas constantemente com água bombeada de rios e córregos. Em torno de 96% dessa água retornam para o local de onde vieram, mas o restante é perdido em evaporação. Assim sendo, além das considerações sobre custos e qualidade do ar, há que se levar em conta a demanda de água nos processos energéticos.

Foi sugerido pela revista *Environmental Science & Technology*, na edição de junho/2008, que no ano de 2015 aproximadamente serão usadas 10 milhões de conexões na rede para recarga de bateria. Portanto, haverá necessidade de um aumento de algo em torno de 1,1% no consumo da água pelas usinas elétricas. Se forem 50 milhões de veículos – o que se acredita que será atingido pelo ano de 2020 – o adicional de água será de 3%. Em lugares como o nordeste brasileiro, onde a frota tem aumentado vertiginosamente, a

água pode ser um problema muito sério. E certamente virá à tona a discussão sobre a eficiência do uso da água para sistemas de energia.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> <http://sciencenow.sciencemag.org/cgi/content/full/2008/310/2>, Future Cars May Save Gas But Waste Water, Phil Berardelli, *Daily News*, ScienceNOW, 10 Mar 2008.

## Estado da arte de veículos elétricos e de veículos eficientes

A atual crise dos preços do petróleo e a crescente preocupação com os temas ecológicos e ambientais deram grande impulso ao desenvolvimento e produção de veículos que tragam alternativas ao consumo de petróleo, como eletricidade, células a combustível, combustão de etanol, biodiesel, gás natural ou hidrogênio e híbridos.

A partir de meados da década de 90 do século passado, começou a surgir uma nova geração de veículos elétricos, desenvolvidos tanto pelas grandes empresas automotivas quanto por pequenos fabricantes, impulsionados por incentivos e programas governamentais que procuram principalmente um veículo sem emissão de poluentes atmosféricos. Alguns exemplares são apresentados a seguir.

### XR-3

O Híbrido XR-3 é um veículo feito pensando no meio ambiente. Trata-se de um *híbrido plug-in* de alta eficiência energética, de dois lugares, capaz de atingir 50 km/l quando propelido apenas a diesel, e 95 km/l quando utiliza a combinação de diesel e motor elétrico. O desenho foi inspirado no livro de Robert Q. Riley, *Alternative Cars for 21st Century*, mostrado na figura 1.

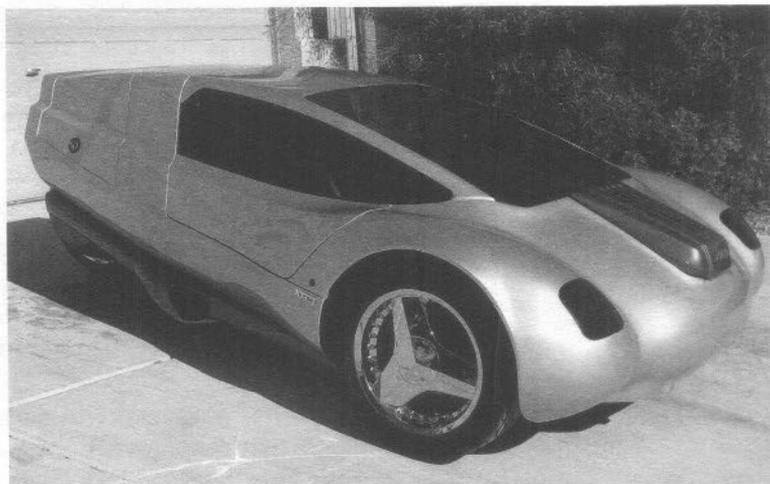


Figura 1: XR-3<sup>7</sup>

<sup>7</sup> <http://www.rqriley.com/xr3>

Com 590 kg, o XR-3 destaca-se pela porta tipo avião, plataforma de 3 rodas, boa aceleração e velocidade máxima de 135 km/h. O sistema de propulsão híbrido, motor diesel e baixo peso contribui para gerar uma surpreendente eficiência energética.

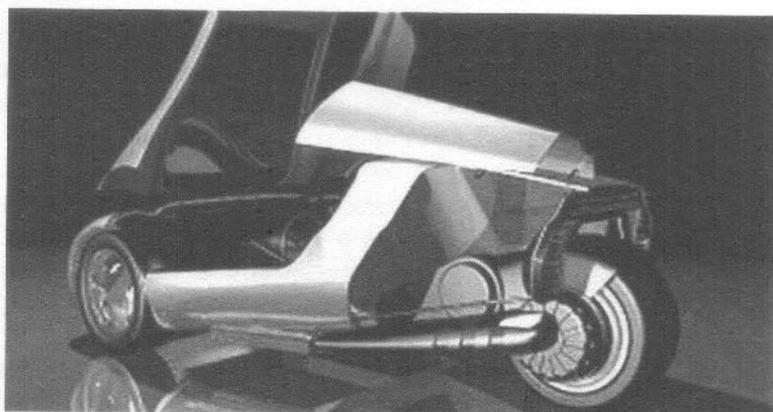


Figura 2: XR-3<sup>8</sup>

<sup>8</sup> <http://www.rqriley.com/xr3>

O XR-3 real mostrado na figura 2 é desenhado como um *híbrido plug-in*, o que lhe permite mover-se apenas com a energia armazenada nas baterias, com uma autonomia de até 65 km. Quando ambos os sistemas, diesel e elétrico, são usados juntos, e o carro é utilizado conservadoramente, a eficiência aumenta para até 95 km/l. As baterias são empregadas para aumentar a potência por breves períodos de aceleração, e recarregadas nos períodos em que não são exigidas.

O projeto do XR-3 permite que o usuário reconfigure o veículo, no caso de optar por um motor de combustão interna maior ou menor, ou ainda se quiser trocar o motor por um movido à gasolina, sem precisar reprogramar o sistema de controle. Também é possível configurar um veículo de combustão interna convencional, ou um veículo totalmente elétrico. No XR-3, as duas rodas dianteiras são tracionadas pelo motor de combustão interna e a roda traseira é movida pelo sistema elétrico. Os dois sistemas de potência não estão integrados diretamente, integração realizada pelo solo. Dessa forma, o controle entre os dois sistemas de força é realizado por simples mecanismos aceleradores.

Outra vantagem do projeto do XR-3 é a opção por um motor de maior potência com a possibilidade de andar apenas com baterias. A transmissão de 29,5 kg instalada no veículo é capaz de suportar a transmissão de até 300 HP.

## SAM

O veículo SAM, da empresa suíça CREE AG (*Creation Research Engineering + Ecology AG*), é um veículo de três rodas, duas dianteiras e uma roda única na traseira, mas tem 2 lugares para pessoas sentadas em fileira, como é mostrado na figura 3. Possui uma autonomia de até 70 km utilizando baterias de chumbo-ácido, pesa 545 kg (com as baterias) e atinge a velocidade máxima de 85 km/h, utilizando um motor elétrico de ímãs permanentes de 15 kW. O SAM foi ainda projetado para a fácil reciclagem, utilizando materiais como polietileno, alumínio e chumbo de fácil separação no processo de desmontagem, tendo uma taxa de mais de 90% de reciclagem.



Figura 3: SAM<sup>9</sup>

<sup>9</sup> <http://www.cree.ch>

A CREE AG foi criada em 1996 com o objetivo de desenvolver veículos de uso local. Inicialmente foram produzidos 80 veículos, que serviram para realizar um teste de uso real muito bem sucedido no ano de 2001. No entanto, a empresa não teve os recursos para implementar a produção do SAM e acabou por ter de despedir todos os seus empregados, quase fechando as portas em 2003. Os projetistas reestruturaram a empresa e estão agora à procura de investidores para que possam recomeçar a produção.

O preço sugerido pela empresa é de 6.600 euros.

## NMG

A pequena montadora norte-americana Myers Motors, que começou a operar em 2004, levou um ano e meio para desenvolver o NoMoreGas, um minicarro elétrico e econômico, que gasta apenas US\$ 0,55 (R\$ 1,30) a cada 48 km rodados (figura 4).

Anunciado pela empresa como o “carro do futuro”, o NMG possui três rodas, percorre pequenas distâncias, tem espaço apenas para o motorista e custa US\$ 24,9 mil.

O design não lembra em nada os imponentes carrões híbridos, que vêm com motor elétrico. A proposta da montadora é oferecer veículos “divertidos, práticos e eficientes”, que não emitam gases poluentes.

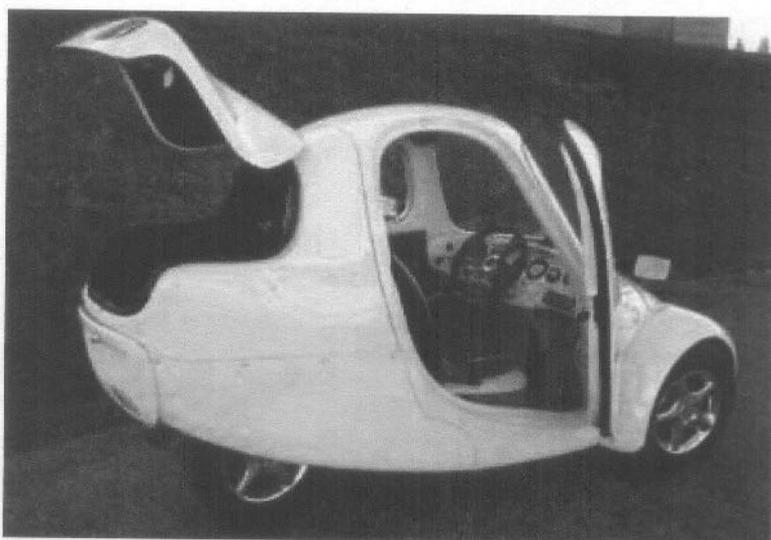


Figura 4: NMG<sup>10</sup>

<sup>10</sup> <http://www.myersmotors.com>

Para um carro de pequenas proporções e que utiliza energia alternativa, o NMG oferece eficiência. O veículo atinge até 112 km/h e é capaz de percorrer 50 km sem precisar reabastecer. Vai de 0 a 48 km/h em 3,5 segundos e de 0 a 96 km/h em 12,5. O modelo tem 1,32 m de largura, 2,84 de comprimento e altura de 1,44 m, já vem equipado com CD player e está disponível nas cores branco, azul, vermelho, amarelo, roxo e laranja.

### *Clever*

Criado para vencer os congestionamentos nas grandes cidades, o protótipo do miniautomóvel ecológico foi apresentado em novembro de 2008 na Grã-Bretanha, após três anos de pesquisas financiadas pela União Européia. Batizado como “Clever” (inteligente ou *Compact Low Emission Vehicle for Urban Transport*), este minicarro de três rodas, dois lugares em fileira e porta que abre para cima, faz lembrar a antiga Romiseta. Foi desenvolvido pela Universidade de Bath, na Inglaterra, com o apoio da alemã BMW. Tem um sistema hidráulico automático que faz o chassi se inclinar

lateralmente para permitir mais eficiência nas curvas, como uma motocicleta, e é capaz de chegar aos 100 km por hora. O desenho foi realizado por uma equipe de pesquisadores de nove países europeus, que uniram forças para criar um veículo que ajude a solucionar os graves problemas de trânsito nas grandes cidades. O minicarro é muito menos poluente que os modelos atuais. Consome apenas 2,5 litros de gás natural comprimido a cada 100 km, gastando cinco vezes menos que um carro comum e emitindo cerca de 30% do CO<sub>2</sub> jogado na atmosfera por um automóvel de passeio comum (ver figura 5). Combina as vantagens da moto com a segurança e a comodidade do carro: tem assentos em tandem para motorista e um passageiro, é seguro e pode ser dirigido facilmente, afirmam os pesquisadores.



<sup>11</sup> <http://www.clever-project.net>

Figura 5: Clever<sup>11</sup>

O “Clever” é ágil como uma moto, mas o motorista tem a sensação de dirigir um automóvel, disse Geraint Owen, professor de engenharia mecânica da Universidade de Bath. “Fizemos um veículo pequeno para duas pessoas que é seguro e ao mesmo tempo excitante”.

O minicarro custará entre 7.200 e 14.400 euros (9.000-18.000 dólares).

### *Volt-A*

O Volt-A é um veículo elétrico leve, desenvolvido principalmente para o trânsito urbano. Possui a performance de um automóvel, mas com custo operacional 6 vezes

inferior, sem ruído e sem poluição. Atinge 100 km/h de velocidade máxima e a autonomia na versão básica é de 80 km, podendo ser estendida para mais de 300 km com baterias avançadas ou conectando-se um pequeno gerador interno. As baterias ficam posicionadas nas laterais para possíveis trocas rápidas, mas também contribuem para um baixo centro de gravidade e proteção contra impactos. Volt-A é de fácil fabricação, pois exige poucas peças se comparado a um veículo a combustão e os materiais utilizados são comuns, como aço e plástico (figura 6).

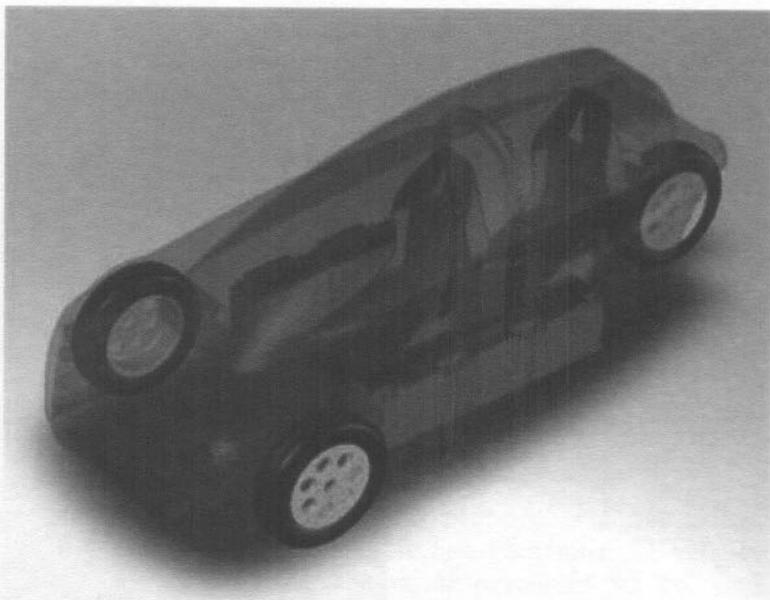


Figura 6: Volt A<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Projeto Clayton Pozzer, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul.

O Volt-A preenche um nicho de mercado que é o de veículos pequenos, para o trânsito urbano, com custo operacional extremamente baixo. Além dos incentivos, como isenção do Imposto sobre Propriedade de Veículo Automotor (IPVA) em alguns estados, a economia em combustível permite que se financie o veículo amortizando o investimento.

O Volt-A é um produto que se encaixa muito bem no mercado brasileiro, atendendo as necessidades da maioria das pessoas que precisam de um veículo prático e ao mesmo tempo confortável e barato. O modelo básico do Volt-A será equipado com 6 baterias tracionárias de 12V/100Ah, permitindo autonomia de até 90 km, porém o banco de baterias pode ser configurado de várias maneiras, conforme a necessidade do usuário. Com modernas baterias de lítio,

a autonomia pode superar 400 km. Além disso, existe a possibilidade de se acoplar um pequeno gerador (movido a gasolina, álcool ou diesel), no caso de viagens ou quando for necessária mais autonomia.

As baterias ficam nas laterais do veículo, para possíveis trocas rápidas. A recarga pode ser feita em qualquer tomada de 110 ou 220 volts, em cerca de 8 horas (versão básica). Isso leva a crer que, em futuro próximo, postos de recarga poderão fazer a troca rápida das baterias, e tal serviço provavelmente estará disponível inclusive em postos de combustíveis.

### *Tesla Roadster*

Até agora, automóveis elétricos têm sido lentos, de aspecto estranho e com a vida da bateria muito limitada. Mas o Tesla não tem nada disso. O Tesla é um veículo como nenhum outro, mas é um veículo elétrico, e que vai além das expectativas. Construído pela Lotus, na Inglaterra, utiliza componentes de todo o mundo – a bateria é da Tailândia, o painel de instrumentos, da África do Sul – e é concebido por uma equipe de engenheiros do Vale do Silício (ver figura 7).



Figura 7: Tesla Roadster<sup>13</sup>

O Tesla Roadster acelera mais rapidamente do que uma Ferrari Spider, ou uma Mercedes SL550. Tem o dobro da eficiência de combustível dos automóveis híbridos, como o Toyota Prius. Ao contrário de outros carros elétricos, possui duas velocidades: uma opção de alto torque para tomar o carro à velocidade máxima de 0-60mph, e a segunda oferecendo uma taxa de aceleração suave até a sua velocidade máxima de 130 mph (210 km/h).

<sup>13</sup> <http://www.teslamotors.com>

Tal como o Lotus, o Tesla apresenta um corpo de fibra de carbono, mas é mais pesado – 900lbs (408 kg) do seu peso total de 2.500lbs (1.134 kg) vem de sua bateria, composta por 6.831 células de líquido-arrefecido, Lithium-Ion do tipo utilizado para laptops poderosos. Tesla tem autonomia de 250 milhas e uma vida útil de pelo menos 100.000 quilômetros, após o que pode ser reciclado. O seu preço: US\$ 100.000,00.

### General Motor EV1

O EV1 é um protótipo criado pela Aero Vironment, chamado pela GM de *Impact* (ver figura 8). O Impact foi baseado no desenho e idéias desenvolvidos no *Sunracer*, um automóvel destinado a competir com veículos solares, concebido em 1987 para vencer a *World Solar Challenge*, na Austrália. A GM nunca ofereceu o EV1 para compra. Foi ofertado aos consumidores na forma de leasing, acompanhado de um contrato com uma cláusula final: “não compra”.

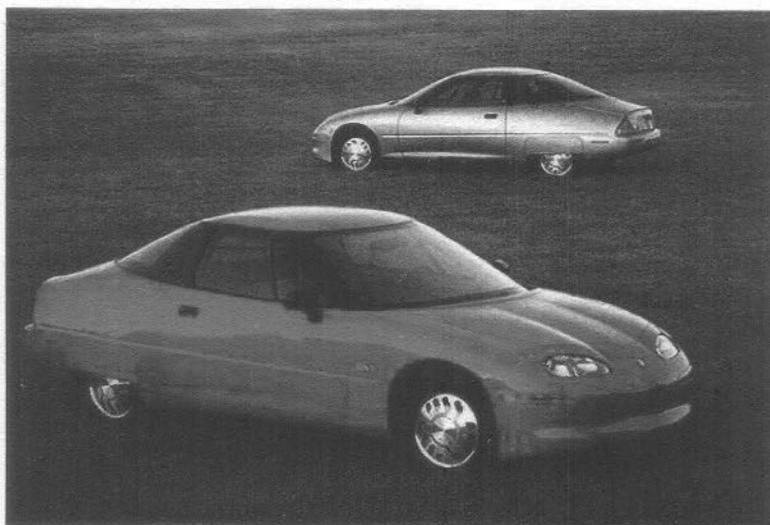


Figura 8: GM EV1<sup>14</sup>

O EV1 foi construído com motor de indução trifásico, velocidade máxima de 130 km/h limitada eletronicamente e autonomia de 260 km, com baterias de NiMH (77Ah). Tornou-se muito conhecido pelo documentário “quem matou o veículo elétrico?”, que explicava o cancelamento do programa em razão de pressões realizadas pela indústria do petróleo, e não por razões econômicas, como justificou a GM.

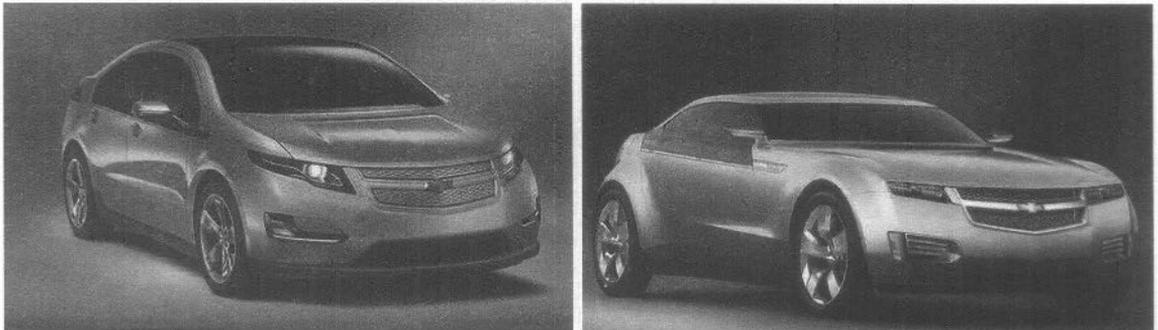
<sup>14</sup> <http://www.electrincarprogress.com>

### *Chevrolet Volt*

O Chevrolet Volt (figura 9) é um modelo conceitual apresentado pela Chevrolet que funciona primordialmente por propulsão elétrica e subsidiariamente por propulsão de motor a combustão interna 1.0L 3 cilindros turbo flex. Trata-se, portanto, de um veículo cujo motor é capaz de utilizar E85. Segundo a GM, esse motor, cuja função é unicamente alimentar o motor elétrico, pode ser adaptado para utilizar gasolina, etanol ou diesel (preferencialmente biodiesel). Tendo em vista que apenas o motor elétrico está ligado às rodas, a empresa considera o Volt um autêntico modelo elétrico, que tem sua autonomia aumentada por meio do auxílio do motor a combustão interna.

O Volt, que será vendido no mercado americano a partir de 2010, é mostrado na figura 9, juntamente com a foto do carro-conceito abaixo. Nota-se que suas linhas são bem menos arrojadas e mais populares. Segundo o desenhista, tais detalhes são necessários para a produção em massa, entretanto os sistemas são os mesmos que estavam em desenvolvimento. Assim, fica demonstrada a necessidade de tornar mais atrativos ao consumidor os veículos elétricos ou com fontes alternativas, sem onerar o meio ambiente, os aspectos visuais e nem os custos, para que se possa deixar para trás aquele caráter esquisito ou excêntrico, como muitas vezes esses veículos se apresentam. Além disso, pelo lado comercial, deve-se pensar em agregar status ao veículo elétrico.

O Volt pode ser recarregado em uma tomada comum de 110V, possuindo uma autonomia de 40 milhas (64 km) por carga completa das baterias de Íons de Lítio. Com o sistema auxiliar de combustão interna, o veículo possui uma autonomia de 640 milhas.



<sup>15</sup> <http://www.gm-volt.com>

Figura 9: Chevrolet Volt (GM)<sup>15</sup>

### *Toyota Prius*

O Toyota Prius foi o automóvel eficiente mais vendido nos Estados Unidos no ano de 2008, segundo a *United States Environmental Protection Agency* (ver figura 10). O modelo começou a ser vendido no final de 1997 no Japão, sendo o primeiro veículo híbrido de produção em massa. Subseqüentemente, suas vendas foram expandidas para outros mercados em 2001, atingindo em maio de 2008 a marca de 1 milhão de unidades vendidas. A versão atual do modelo utiliza a combinação de um motor de combustão interna de 76 HP e um propulsor elétrico 67 HP, que trabalham combinadamente para transmitir potência para as rodas através de uma transmissão do tipo CVT, com controle eletrônico. As baterias são Níquel-Metal Hidreto.



<sup>16</sup> <http://www.toyota.com>

Figura 10: Toyota Prius<sup>16</sup>

O Prius foi criado a partir de um carro híbrido, e é vendido apenas desta forma. E essa é uma das principais razões para o seu estrondoso sucesso: além das qualidades técnicas, tornou-se um símbolo da responsabilidade ambiental de seus proprietários.

### **Conclusão**

Diante das tecnologias apresentadas, percebe-se que o futuro ainda está muito nebuloso com relação às fontes de energia para os automóveis. Veja-se o uso dos novos combustíveis, uso que esbarra em interesses econômicos, políticos, sociais, estratégicos e de segurança nacional. As grandes companhias petrolíferas, maiores detentoras das tecnologias voltadas para a energia, exercem rígido controle sobre suas fontes e recursos. Porém, a utilização de carros

elétricos, preferencialmente compactos, pequenos e leves, em ambientes urbanos, é uma realidade, visto que hoje a grande limitação desses carros é a autonomia e não o desempenho. O sistema elétrico é ainda mais eficiente no ambiente urbano, quando comparado a motores de combustão interna, por terem capacidade de frenagem regenerativa e não desperditem energia quando o automóvel está parado. Por outro lado, a utilização de carros elétricos em larga escala causaria grande impacto nos sistemas públicos de energia elétrica, aumentando a demanda de energia em centrais hidrelétricas, nucleares, a gás natural e nas demais geradoras dos sistemas elétricos. Tal problema evidencia que os carros elétricos, ou movidos a hidrogênio ou outra fonte que sirva de transporte de energia, não são exatamente uma resposta para a independência do petróleo. O carro com zero emissão de gases estaria queimando petróleo à distância.

Com as atuais crises energética, ambiental e do sistema financeiro mundial, vive-se um momento propício para mudanças nessa área, já que o grande público percebe as questões ligadas à responsabilidade socioambiental e à sustentabilidade como de grande relevância. Abrem-se então possibilidades para agregar status e valor aos veículos com sistemas de propulsão não-convencionais. Também o aspecto estético revela-se importante, principalmente em relação aos veículos mais compactos – franco desafio para a área do design. Os carros do futuro deverão ser simples, robustos, com tecnologia de manutenção acessível a todos, recicláveis, híbridos e elétricos, e adaptados às necessidades específicas das pessoas.

Felix A. Farret é graduado e doutor em Engenharia Elétrica e professor titular do Departamento de Processamento de Energia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Rio Grande do Sul. É pós-doutor em Fontes Alternativas de Energia.

faf@ct.ufsm.br

Luiz A. Righi é graduado em Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica, doutor em Engenharia Elétrica e professor adjunto do Departamento de Eletromecânica e Sistemas de Potência da UFSM.

righi.luiz@gmail.com

Tiago Guedes é graduado em Engenharia Elétrica pela UFSM.

tiagoguedes.eletrico@gmail.com



## EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO TRANSPORTE URBANO A PROPOSTA MAGLEV-COBRA

---

*Eduardo G. David  
Richard M. Stephan  
Raphael K. David*

**T**ransporte público eficiente, não poluidor, de custos competitivos, é prioridade no mundo moderno, em que grande parte da população se concentra em metrópoles. Cidades que dispõem de uma extensa malha de metrô subterrâneos são consideradas como modelos a serem seguidos. No entanto, o custo de implantação dessas vias encontra-se entre 100 milhões e 300 milhões de reais por km, dependendo do tipo de solo.

Ora, o estado da arte em transporte parece ser a levitação magnética, baseada em supercondutores de elevada temperatura crítica. A Universidade Federal do Rio de Janeiro desenvolve no momento um sistema do gênero, o Maglev-Cobra. As pesquisas acadêmicas geraram um protótipo em escala reduzida que precisa evoluir para um modelo em escala real. As vantagens decorrentes das reduções de custo de implantação, manutenção e consumo de energia desse meio de transporte realçam o grande potencial dessa pesquisa para o desenvolvimento tecnológico do país, como solução ambientalmente correta para um problema urbano de escala mundial.

## O transporte e as ondas de Kondratieff

No atual sistema econômico, com a divisão do trabalho e internacionalização da manufatura, o fator tempo no transporte de pessoas, bens e informações passou a ser determinante. A infra-estrutura de transporte moderno mudou, interessando não mais a distância, mas o tempo. Essa tendência pode ser observada em uma breve retrospectiva histórica.

Inicialmente, as localizações das atividades econômicas foram determinadas pela situação geográfica e pelas vantagens das rotas naturais de tráfego, como as hidrovias. No Brasil, os colonizadores europeus utilizavam-se dos rios para penetração e domínio do território selvagem. Na época da navegação à vela, o domínio dos mares se fazia por quem possuía a melhor tecnologia, no caso os portugueses e espanhóis, com as versáteis caravelas, uma invenção portuguesa.

Desde a revolução industrial, a infra-estrutura foi sendo criada artificialmente pelo homem através de diferentes fases de desenvolvimento. A primeira delas corresponde à construção de canais. Em cada uma dessas fases, a expansão do raio de ação e o crescimento da interligação das atividades econômicas desempenham papel fundamental. Utilizando dados estatísticos e econômicos dos Estados Unidos, o Dr. Michael Raschbichler, no Congresso Internacional de Levitação Magnética, realizado no ano de 2006 em Dresden, na Alemanha, organizou o gráfico a seguir, evidenciando as ondas de Kondratieff (figura 1). Para o economista russo Nikolai Kondratieff (1892-1938), os longos ciclos do sistema capitalista resultam, na sua fase de expansão, de grandes investimentos em infra-estrutura e a de retração decorre de um processo de depreciação desses investimentos.

<sup>1</sup> RASCHBICHLER, M. *Transportation in the Context of Urban and Regional Transport Planning - MAGLEV'06*. Dresden, Alemanha, 2006. p. 717-720.

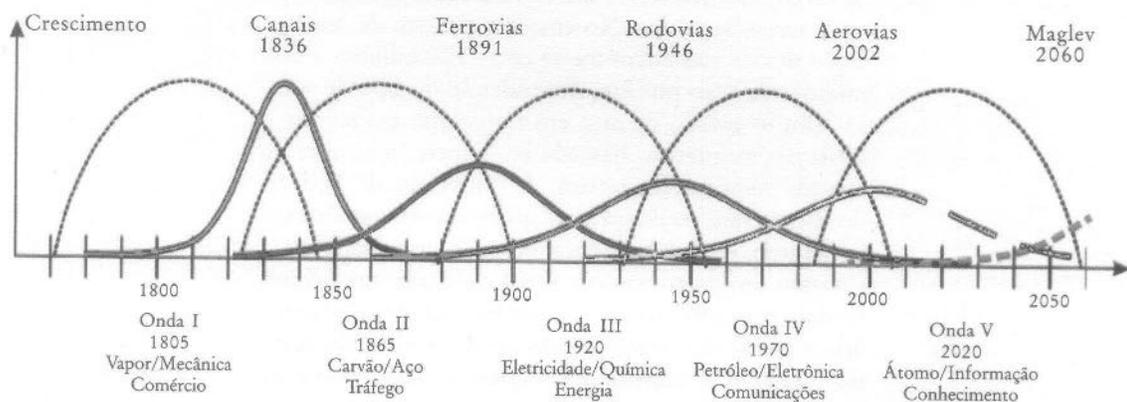


Figura 1: Longos ciclos de crescimento econômico e taxas de crescimento dos sistemas de transporte nos Estados Unidos.<sup>1</sup>

Quando as ondas de desenvolvimento econômico de longo prazo são sobrepostas às curvas de desenvolvimento dos sistemas de transporte, as correlações entre os sistemas e o desenvolvimento econômico ficam claras. De acordo com o autor russo, a próxima onda de expansão do transporte aéreo para média distância será a dos veículos de levitação magnética.

## O fenômeno da urbanização

Ao longo da história da humanidade, o homem recebeu várias denominações. Somos da espécie dita *Homo sapiens*, que dominou os demais seres do planeta por sua inteligência. Mas, poderíamos ser considerados atualmente como *Homo urbanus*, aquele que apenas sobrevive em aglomerações.

No caso do Brasil, a urbanização supera 80%. A grande virada ocorreu nos anos 60, fruto da política de industrialização do Presidente Juscelino Kubitschek, que seguiu a tendência observada na Europa e América do Norte.

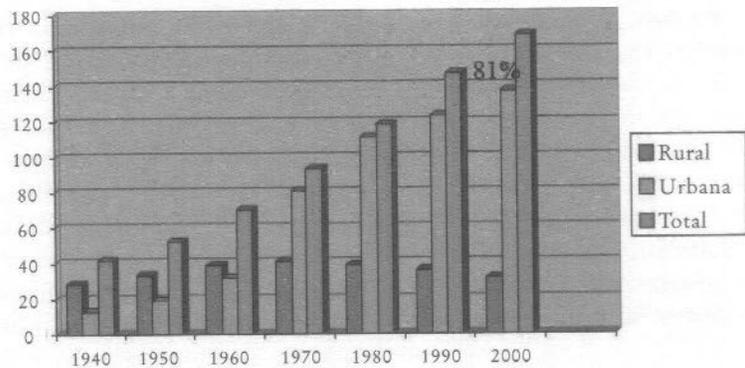


Figura 2: Evolução da população rural e urbana no Brasil em milhões de habitantes no ano (1940-2000).<sup>2</sup>

<sup>2</sup> IBGE. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/atlas/defaultmapas.shtm>

Quando o brasileiro trocou sua posição de *rural* para *urbano* conseguiu várias vantagens, como educação, saúde, oportunidade de emprego e segurança. Por outro lado, o êxodo repentino encontrou as cidades despreparadas, estimulando a proliferação de favelas, subempregos e exploração social de todo tipo.

Como homem urbano, o novo brasileiro contribuiu para o crescimento da atividade de prestação de serviços, componente maior da formação do Produto Interno Bruto, que exige movimentação muito mais ágil do que a atividade rural. Foi o início de uma situação cuja solução é complexa e que necessariamente passa pelo problema do transporte.

## O problema ambiental da urbanização

Os efeitos do transporte baseado em combustíveis fósseis é um dos grandes problemas ambientais da urbanização. O modelo norte-americano, com 190 milhões de veículos para 250 milhões de habitantes, se estendido para o resto do mundo, levaria o parque automobilístico para mais de 4 bilhões de veículos, sete vezes mais que a atual frota mundial de 982 milhões.<sup>3</sup>

As emissões causadas pelos veículos automotores são a fonte predominante de poluentes em centros urbanos. Segundo a *World Health Organization*, as emissões de veículos são responsáveis por 95% de CO e 70% de NO<sub>x</sub>. A *International Energy Agency*<sup>4</sup> declara que o setor de transportes é o que mais tem aumentado as emissões do efeito estufa, atingindo uma taxa anual de crescimento mundial de 2,1% e, nos países em desenvolvimento, 3,5%. De acordo com o *Intergovernmental Panel on Climate Change*<sup>5</sup>, esse aumento, entre 1970 e 2004, no setor de transportes, foi de 120%.

Em todo mundo, as emissões do setor de transporte (1,3 bilhões de toneladas de dióxido de carbono por ano), corresponde a 23% das emissões e só não é a maior devido à geração de energia termoelétrica baseada em carvão mineral e petróleo. Todavia, nos centros urbanos, o transporte representa a maior parcela das emissões. Na Comunidade Autónoma de Madri, onde as estatísticas permitem comparações precisas, o transporte da área metropolitana corresponde a 68% do consumo total de energia.<sup>6</sup> Se as emissões atuais se multiplicassem por sete, supondo a extensão do modelo norte-americano e da Europa rica, a vida humana sobre a face da terra seria impossível nas cidades.

Na União Européia, prevê-se que em 2010 a frota de veículos alcance 170 milhões de unidades, uma taxa de motorização de 2 habitantes por veículo. No Brasil, a motorização é ainda considerada baixa, todavia não para de crescer, pois a taxa elevada é considerada um sintoma de modernidade. Em 1997 o Brasil tinha 9,1 habitantes por veículo, fechando o ano de 2006 com uma taxa de motorização de 7,9 – considerada baixa perante outros países, como México, com 4,7, e Argentina, com 5,2.<sup>7</sup> Atualmente, o Brasil já se encontra como o sexto maior produtor de automóveis do mundo, tendo a sua frente Estados Unidos, Japão, China, Alemanha e Coréia do Sul, tendo superado a França, Itália e Espanha no primeiro semestre de 2008.

<sup>3</sup> FULTON, L. & WRIGHT, L. Climate change mitigation and transport in developing nations. *Transport Reviews*, v. 25, n. 6, p. 691-717, 2005.

<sup>4</sup> IEA. International Energy Agency. *World Energy Outlook*. Paris, 2002.

<sup>5</sup> IPCC. Summary for policymakers, fourth assessment report. *Climate Change 2007: mitigation of climate change*. Bangkok, Tailândia, 2007.

<sup>6</sup> FERRÁNDIZ, J. V. C & FRANCO, R. I. *El consumo energético en el transporte urbano y metropolitano. Los modos ferroviarios*. Universidad Politécnica de Valencia, Espanha, 2006. (IT. n. 76, p. 48-51).

<sup>7</sup> ANFAVEA. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. *Anuário da Indústria Automobilística Brasileira*. São Paulo, Brasil, 2007.

O transporte urbano de massa, baseado na levitação magnética supercondutora, apresenta-se como uma solução para o impasse.

### Levitação magnética supercondutora

A supercondutividade foi descoberta por Onnes, físico holandês, em 1911, quando observou que o mercúrio, refrigerado com hélio líquido (4,2 K), apresentava resistência nula para a corrente elétrica. Por sua vez, a exclusão de campo magnético no interior de materiais supercondutores (diamagnetismo) foi descoberta em 1933, pelos físicos alemães Meissner e Ochsenfeld.

Em 1986, houve uma revolução no setor, quando Muller e Bednorz perceberam que alguns óxidos de lantano apresentavam propriedades de supercondutividade na temperatura de ebulição do nitrogênio líquido (77° K). Tais supercondutores passaram a ser chamados de alta temperatura crítica (HTS) e deram aos seus descobridores o Prêmio Nobel de Física de 1987 – o mais rápido concedido por qualquer pesquisa.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> MOON, F. C. *Superconducting Levitation*. New York: John Willy & Sons Inc., 1994.

O nitrogênio líquido pode ser considerado um rejeito industrial. Para a fabricação de oxigênio consumido na indústria e em hospitais, é preciso liquefazer o ar (composto 79% de nitrogênio, 20% de oxigênio e 1% de outros gases) e depois aquecê-lo, para separar o oxigênio, que se torna gás primeiro, sobrando nitrogênio líquido para aplicações secundárias. O litro de nitrogênio tem preço de comercialização inferior a US\$ 1.00/litro e o mercado é ofertante.

Os fatos incentivaram várias instituições a iniciar pesquisas com aplicações de supercondutividade, inclusive a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), desde 1998.

No Laboratório de Aplicações de Supercondutores (LASUP) da UFRJ foi construída uma linha oval de 30 m de extensão, na qual corre um protótipo em escala reduzida de veículo Maglev capaz de levar de modo estável na presença de um campo magnético.

O sistema vale-se da propriedade diamagnética dos supercondutores de elevada temperatura crítica de Itrio, Bário, Cobre (YBCO) e do campo magnético produzido por ímãs de Neodímio, Ferro e Boro (NdFeB), para obter a levitação. Esses materiais só foram produzidos a partir do final do século passado e ainda não existe um veículo do tipo aqui proposto em uso comercial, o que lhe confere originalidade e oportunidade de inovação e crescimento tecnológico.

A tecnologia, denominada Maglev-Cobra, visa aproveitar ao máximo a infra-estrutura urbana existente. Utiliza preferencialmente vias elevadas esbeltas a serem implantadas ao longo de corredores rodoviários já consolidados, sem disputar o espaço público já saturado, como é caso dos corredores exclusivos para ônibus.<sup>9</sup> Pode ser ainda um transporte de superfície ou subterrâneo, de acordo com as necessidades de cada mercado e das disponibilidades de recursos para investimento.

Para viabilizar sua implantação, seu design teve como princípio a possibilidade de realizar curvas de pequeno raio (30 metros), mantendo a carga uniformemente distribuída ao longo da via. As figuras 3 e 4 demonstram as possibilidades deste conceito, com o veículo sendo formado por vários anéis interligados através de juntas flexíveis, como se fossem as articulações de uma serpente – daí a sua denominação: Maglev-Cobra.<sup>10</sup>

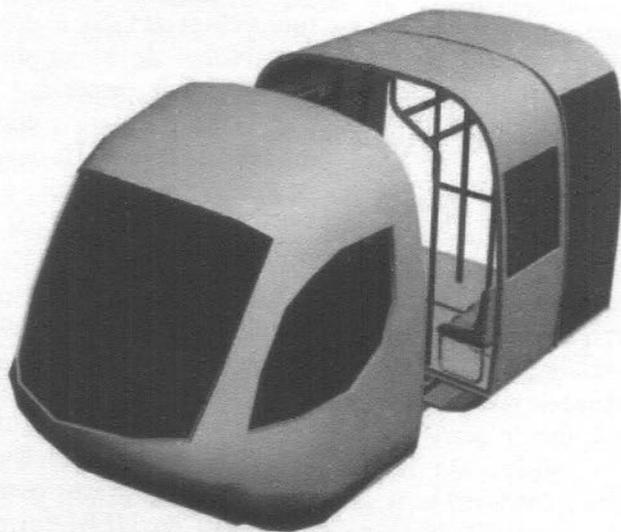


Figura 3: Conceito de módulos interligados do Maglev-Cobra.

A capacidade de cada trem cresce com a adição de anéis, ajustando-se à demanda. Módulos que contêm as portas podem ser montados em diversas disposições ao longo do veículo, pois cada anel representa uma estrutura independente.

O componente fundamental do veículo é a “base de levitação”, de fabricação padronizada, onde se apóiam os módulos de passageiros, cabine de controle e portas. Nessa base, encontram-se instalados criostatos no interior dos quais se alojam os supercondutores, refrigerados com nitrogênio em estado líquido (77°K). Na parte central, encontram-se as bobinas, que são alimentadas com energia elétrica.

<sup>9</sup> DAVID, E.; STEPHAN, R. & DAVID, R. Vantagens do Trem de Levitação Magnética na Interligação de Pólos Geradores de Viagens. CO-NINFRA 2007, São Paulo, 2007.

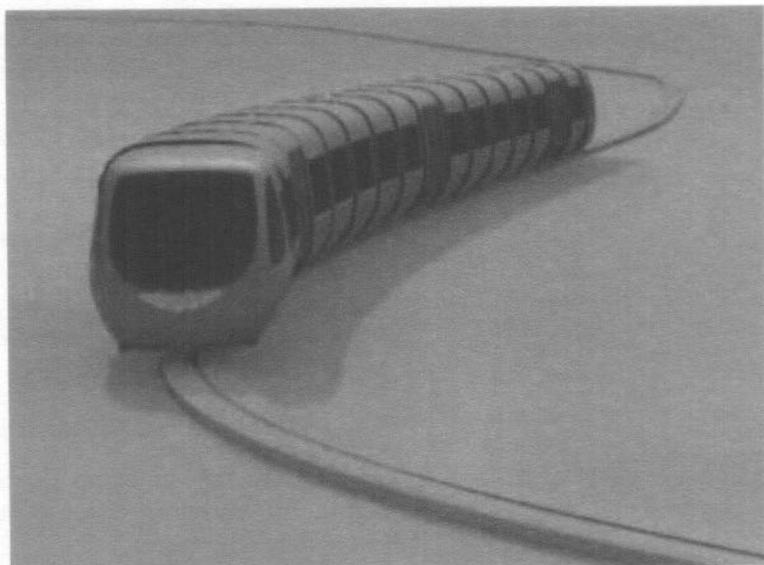
DAVID, E.; STEPHAN, R. M. & DAVID, R. Vantagens da Implantação de uma Linha Experimental do MAGLEV no Campus da UFRJ na Ilha do Fundão. V Rio de Transportes, v. 5. p.1 – 11, 2007.

STEPHAN, R. & DAVID, E. Maglev-Cobra: O Transporte Urbano sobre Trilhos. Terceiro Concurso de Monografia CBTU, 2007. Disponível no Portal da CBTU ([www.cbtu.gov.br](http://www.cbtu.gov.br)).

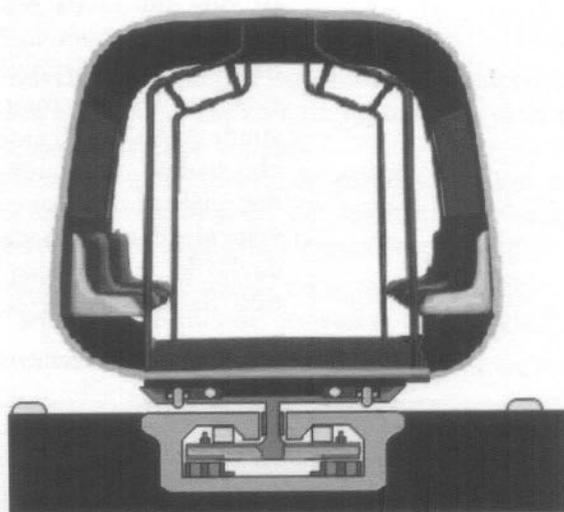
DAVID, E.; STEPHAN, R. & TOURINHO, J. F. G. Etapas para Implantação do Sistema de Transporte de Levitação Magnética Supercondutora Maglev-Cobra. CO-NINFRA 2008, São Paulo, 2008.

<sup>10</sup> DAVID, E. & STEPHAN, R. Sistema de Levitação Magnética Supercondutora Multi-Articulado. Depósito de Patente, INPI, 20/12/2007. DAVID, E. & STEPHAN, R. Kit de Adaptação de Levitação Magnética Supercondutora para Ferrovia. Pedido de Patente PI0703049-5, INPI, 17/07/2007.

ca e permitem a movimentação do veículo através de um motor linear. Todos os componentes ficam embutidos no veículo e na linha, que tem a aparência de uma caixa sólida que pouco interfere visualmente no ambiente e abre novas possibilidades para arquitetos e urbanistas (figura 5).



*Figura 4:* Conceção artística de um Maglev-Cobra “serpenteando”.



*Figura 5:* Corte do veículo Maglev-Cobra.

Para o projeto de pesquisa, visando reduzir o investimento inicial, o protótipo a ser construído na UFRJ em dois anos terá apenas quatro módulos, nos quais disposições diferentes de módulos, portas e comandos podem ser

testados para elaboração do projeto final de engenharia veicular. Esses módulos serão fabricados com material composto, de alumínio e plástico reforçado com fibra de vidro. As vantagens são: alta resistência mecânica, baixa densidade, boa resistência à corrosão, baixo custo com ferramentas, menor necessidade de manutenção e facilidade de desenhar e moldar formas arredondadas.

Em cada módulo do Maglev-Cobra existem dois pares de criostatos com reserva de nitrogênio líquido suficiente para operação diária (16 horas). A capacidade de levitação de cada criostato é de 2kN, ou 200 kgf, totalizando 800 kgf por módulo. Como a tara de cada módulo é de 200 kgf, a capacidade de carga é de 8 passageiros (de aproximadamente 70 kg cada). Entretanto, serão os testes práticos que indicarão a melhor dimensão, pois, teoricamente, quanto mais estreito for o veículo menor será o custo de implantação e operação medido em passageiro/m<sup>2</sup>.

### Eficiência energética

Além da vantagem de baixo custo e rapidez de implantação, outra importante vantagem da tecnologia é sua eficiência energética.

A eficiência energética comparativa entre modalidades é realizada geralmente através de estatísticas, que além da dificuldade da pesquisa e aceitação da metodologia de análise, incorpora ineficiências que, para serem eliminadas, dependem da disponibilidade de recursos financeiros e gerenciais. Uma maneira de realizar a comparação teórica é supor todas essas modalidades percorrendo um mesmo trecho padrão, utilizando-se da física clássica para a realização das análises. Adotou-se a distância de transporte de 1,5 km, velocidade máxima de 80 km/h, transportando passageiros de 80 kg e ocupação de 70% da lotação nominal de cada tipo de veículo, de acordo com a tabela 1.

Tabela 1: Dados técnicos comparativos entre veículos.

Especificação	Auto 1	Auto 2	Ônibus	Trem	VLT	Maglev
Tara do veículo (kg)	700	700	8.000	160.000	37.000	6.600
Passageiros (num)	1,2	3,5	49	840	177,8	130,2
Área frontal (m <sup>2</sup> )	3,4	3,4	9,1	12,8	10,6	5,8
Coefficiente Aerodinâmico	0,4	0,4	0,7	0,7	0,4	0,4
Res. Rolamento (kgf/t)	20	20	20	0,6	1	0,1
Rendimento Energético	25%	25%	30%	80%	75%	70%
Regeneração Frenagem	0%	0%	0%	5%	10%	50%
Aceleração (m/s <sup>2</sup> )	2,0	2,0	1,0	0,6	1,0	1,0

No gráfico da figura 6, encontra-se o consumo energético calculado para as diferentes modalidades e sua comparação com a do Maglev-Cobra em kWh por passageiro-quilômetro transportado (kWh/pKm).

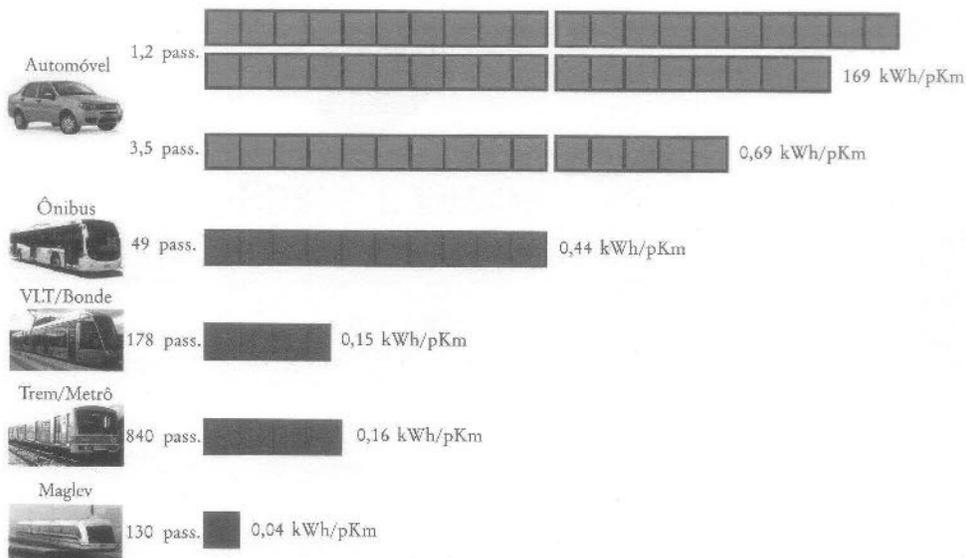


Figura 6: Eficiência energética comparativa do Maglev-Cobra e outras alternativas de transporte.

## Conclusões

A levitação magnética supercondutora apresenta características inovadoras capazes de mudar no curto prazo o panorama do transporte urbano.

Trata-se de uma quebra de paradigmas: um meio de transporte que voa (sem asas) em trajetórias pré-estabelecidas (sem rodas). A proposta destaca-se por ser:

- *ecologicamente correta*, com menor poluição sonora e ambiental e menor consumo de energia;
- *economicamente correta*, pois apresenta menor custo de implantação e manutenção;
- *tecnicamente correta*, tendo em vista que a levitação magnética supercondutora é mais vantajosa que o método eletromagnético ou eletrodinâmico;
- *politicamente correta*, uma vez que está calcada em tecnologia nacional com oportunidades para crescimento industrial e científico;
- *socialmente correta*, já que facilitará a mobilidade nas grandes cidades.

Eduardo G. David é graduado em Engenharia Civil, doutor em Engenharia de Transportes, pós-doutor em Levitação Magnética e gerente do Projeto Maglev-Cobra na Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

egdavid@pet.coppe.ufrj.br

Richard M. Stephan é graduado e doutor em Engenharia Elétrica e professor titular do Departamento de Engenharia Elétrica da UFRJ.

rms@ufrj.br

Raphael K. David é graduado em Comunicação, mestre em Engenharia de Transportes e doutorando em Comunicação na Universidade de Salamanca, Espanha.

klings@pet.coppe.ufrj.br



## ERRES E ERROS NA ERA DOS AUTOMÓVEIS

---

*Liana John*

Num dia desses experimentei uma bicicleta compacta, elétrica, de fabricação chinesa. Estava nas mãos de um provável futuro importador brasileiro. É um veículo levíssimo, extremamente prático, com rodinhas pouco maiores do que um palmo, dobrável, quase cabe debaixo do braço e certamente pode ser guardada atrás de uma porta ou de uma mesa de trabalho, por menores que estas sejam. Tem uma bateria com autonomia suficiente para a ida e a volta ao trabalho – com eventuais desvios de rota para pequenas compras e baladas – e leva 4 horas para recarregar, plugada em qualquer tomada comum, de 110 ou 220 volts. Para tomar impulso, são necessárias algumas pedaladas, é verdade, mas depois segue intrépida, carregando seu dono por ruas rotineiramente intransitáveis para outros veículos.

Desenvolver tecnologias assim – com muito pé no chão e criatividade – certamente é parte da montanha de soluções necessárias para sairmos do monumental

engarrafamento em que nos metemos nessa nossa era dos carros. Como no caso dos resíduos sólidos, o setor de transportes precisa de mais erres e menos erros. Trocar 4 rodas a gasolina ou diesel por 2 rodas movidas a pedal ou eletricidade é uma opção que se encaixa na categoria do primeiro **erre**: o de reduzir. Reduzir o número de automóveis nas ruas; reduzir as emissões de poluentes; reduzir a contribuição individual para o aquecimento global da atmosfera; reduzir o número de assentos ociosos nos veículos e reduzir a pesada demanda sobre os sistemas públicos de transportes.

Nesta mesma categoria – a do **erre** de reduzir – deveriam pensar os políticos e os economistas encarregados de buscar alternativas para a crise econômica mundial e seus efeitos sobre o mercado brasileiro. Já se anunciaram medidas e cifras milionárias para garantir o crédito e manter o consumo de bens duráveis – com os automóveis em destaque –, além de ampliar

o seguro-desemprego e amenizar o impacto das férias coletivas sobre o mercado consumidor. No turbilhão da crise, só se pensa em salvar a indústria automobilística, sem refletir sobre o real significado de despejar quase 3 milhões de carros por ano nas ruas e estradas do País. Em 2007, mais precisamente, foram produzidos 2,97 milhões de carros novos no Brasil, segundo a Associação Nacional dos Produtores de Veículos Automotores (ANFAVEA).

É certo que os motores de hoje emitem apenas uma pequena parcela dos poluentes que saíam dos escapamentos há 10 ou 20 anos. Mas todo o esforço para diminuir os impactos ambientais de cada veículo se dissolve diante do número crescente de novos veículos **adicionados** à velha frota a cada ano.

Não seria a crise econômica mundial uma boa oportunidade de redirecionar (olha outro **erre** aí) a produção para veículos mais sustentáveis, com outro conceito, não só de motor, como de carroceria, de peças e acessórios? Com 2, 4, 3 ou quantas rodas forem? Em lugar de cair no assistencialismo para fugir ao desemprego, não poderíamos investir em novas linhas de montagem de motos e carros elétricos, a exemplo daqueles que começam a ser testados por algumas concessionárias de energia, como a Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), em São Paulo? Ou de bicicletas, como a elétrica feita na China?

Não deveríamos converter a indústria automobilística em uma indústria sustentável de soluções de transporte, mais diversificada, mais atenta aos impactos de

correntes do excesso de vendas tanto quanto ao uso de recursos naturais nos processos de fabricação e ao uso cotidiano dos automóveis?

Lembro de ter me encantado com a capacidade de mudar o próprio eixo, manifestada por uma empresa privada de energia da Califórnia, que visitei nos anos 1990. Sem diminuir a preocupação com a manutenção da margem de lucro, a empresa passou do conceito de mera fabricante (e vendedora) de eletricidade para o conceito de prestadora de serviços no setor de energia. Como fabricante de eletricidade

de suas metas eram vender mais e mais, sem olhar para a necessidade de reduzir os desperdícios pagos pelo consumidor e reduzir impactos ambientais na produção e distribuição de energia elétrica. Como prestadora de serviços, passou a pesar os custos-benefícios econômicos e ambientais de produzir mais energia e verificou ser mais interessante investir na conservação, na co-geração e em fontes alternativas (e limpas) de energia.

No setor petroquímico, mudanças semelhantes foram promovidas de forma pioneira pela British Petroleum – rebatizada, a propósito, de BP – com posterior adesão de muitas outras empresas, incluindo a brasileira Petrobras, que hoje não investe mais apenas na produção de petróleo, gás natural e derivados, mas na produção de energia (o que anuncia com o slogan “O desafio é nossa energia”). O novo conceito inclui até experiências com energia eólica para abastecer plataformas isoladas, algo impensável na visão estrita de uma empresa petroleira.

*Não seria a crise econômica mundial uma boa oportunidade de redirecionar a produção para veículos mais sustentáveis, com outro conceito, não só de motor, como de carroceria, de peças e acessórios?*

Voltando aos nossos automóveis, na categoria do segundo **erre** – o de reutilizar – temos pouca coisa a fazer quanto aos motores, mas poderíamos investir melhor nas peças e acessórios. Reutilizar motores antigos é como manter modelos velhos em circulação: significa manter as altas emissões de poluentes e também dos chamados gases do efeito-estufa. A tecnologia dos motores flex, dos catalisadores, da injeção eletrônica evoluiu muito e não compensa manter motores antigos em funcionamento. Só o desenvolvimento de um novo bico injetor para motores flex, pronto para entrar no mercado em veículos modelo 2009, possibilita a redução de até 5% no consumo de combustível. Isso diminui a emissão de gás carbônico na mesma proporção (5%) e a emissão de hidrocarbonetos em 15%. A tecnologia rendeu, inclusive, um inédito prêmio de conservação ambiental à empresa que a desenvolveu, a Magneti Marelli.

Quanto a reutilizar peças e acessórios de carros acidentados ou retirados de circulação por algum outro motivo, é uma prática no mercado informal hoje associada aos desmanches ilegais. Mas bem poderia ser uma forma de diminuir os impactos ambientais da produção de novas peças e acessórios, se trazida para a legalidade.

Já na categoria do terceiro **erre** – o de reciclar – existem numerosas iniciativas dignas de nota, tanto no aproveitamento de materiais reciclados na produção de peças e acessórios para os novos carros, como na reciclagem de peças e acessórios de carros usados para fabricação de novos produtos. Para citar um exemplo do pri-

meiro caso, temos bancos e consoles de automóveis feitos com a fibra da casca de coco, considerada um resíduo persistente no ambiente, embora orgânico. No segundo caso, citaria a transformação de pneus usados em solados de calçados, tapetes, placas de isolamento acústico e térmico e materiais para jardinagem.

O índice de reciclagem de materiais oriundos de outros setores na indústria automotiva, de modo geral, atualmente é mais alto do que as taxas de reciclagem de materiais originalmente destinados aos carros. Tome-se o próprio caso dos pneus:

apenas 35% dos pneus em circulação chegam a algum tipo de reciclagem, na maioria das vezes simplesmente porque o consumidor não entrega o pneu usado nos postos de coleta montados pela Reciclanip, entidade sem fins lucrativos criada pelos fabricantes para atender à legislação.

Se pensarmos nos vidros de parabrisas quebrados, o índice de reciclagem é vergonhoso. O vidro é um material nobre, quase indestrutível quando dispensado na natureza, cuja fabricação demanda muita energia. A reciclagem, portanto, é altamente recomendável. Os vidros de embalagens jogados no lixo precisam de vários “banhos” para se retirar toda a sujeita e, mesmo assim, a reciclagem compensa. Já o vidro automotivo está praticamente limpo e, no entanto, a reciclagem nem chega a 5%, segundo o Instituto Autoglass Socioambiental de Educação (IASE).

Em resumo, como no tratamento e correta destinação dos resíduos sólidos, a adoção dos **erres** no setor automotivo é uma questão de educação. Do consumi-

*Reutilizar motores antigos é como manter modelos velhos em circulação: significa manter as altas emissões de poluentes e também dos chamados gases do efeito-estufa.*

dor, claro, mas também dos fornecedores, das oficinas de reparos, dos fabricantes, de toda a cadeia produtiva. É também uma questão de olhar. Precisamos despir os automóveis dos milhares de símbolos e mitos com os quais os revestimos durante tantos anos para voltar a enxergar o serviço que ele nos presta, um serviço de locomoção. Não se trata de eliminar de nossas vidas o design, a tecnologia ou o status

associado aos veículos particulares, mas redefinir (olha mais um **erre**) sua função social. E então diversificar os possíveis substitutos capazes de nos prestar os mesmos serviços de locomoção, com conforto, com beleza, mas também com mais sustentabilidade e menos impactos ambientais. Conforme aprendemos com a natureza, diversidade sempre é uma boa opção para resistir a crises.

**Liana John** é jornalista ambiental. Esteve à frente da editoria de Ciência e Meio Ambiente da Agência Estado entre 1988 e 2003 e desde 2004 é editora executiva da revista *Terra da Gente*. ([www.revistaterradagente.com.br](http://www.revistaterradagente.com.br))  
**liana@terradagente.com.br**

# Vale. Compromisso com a sustentabilidade e com o Brasil.

- Em 2007, a Vale distribuiu mais de 77% de suas receitas geradas no Brasil para o próprio país na forma de investimentos sociais, pagamento de impostos, salários e benefícios, dividendos aos acionistas e custos operacionais (metodologia GRI - Global Report Initiative). E reinvestiu toda a receita restante em suas operações e projetos gerando novas oportunidades de desenvolvimento.
- Em 2008, a Vale foi a única empresa da América Latina listada no Carbon Disclosure Leadership Index, relatório internacional que acompanha indicadores relacionados às mudanças climáticas, e teve ainda a melhor avaliação entre as mineradoras do mundo no quesito emissões de carbono por receita gerada.
- A Vale acaba de divulgar seu Relatório de Sustentabilidade seguindo o GRI, um conjunto de princípios, protocolos e indicadores que torna possível gerenciar, comparar e comunicar o desempenho social, ambiental e econômico das empresas no mundo inteiro. Com isso, a Vale reafirma seu compromisso com a transparência e a melhoria contínua dos seus processos.

A Vale sabe que não é possível trabalhar sem gerar nenhum impacto, mas busca todos os dias evitar e reduzir esse impacto. É um imenso desafio, mas com transparência, responsabilidade e muita dedicação, sim, é possível.

Confira o Relatório de Sustentabilidade da Vale no site [www.vale.com](http://www.vale.com)

