

ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE PARA DETERMINAR O MOMENTO DA RUPTURA TECNOLÓGICA

Carlos Alberto Shuch Bork¹
Durval João De Barba Junior²
Jefferson de Oliveira Gomes³

RESUMO

Promover a sustentabilidade é um processo dinâmico, cujas características desejáveis mudam ao longo do tempo, por meio do espaço (local) e dentro de diferentes contextos ambientais, econômicos, sociais, tecnológicos, políticos e culturais. Considerando que a tecnologia é dependente da sustentabilidade e que ambas são mutáveis ao longo do tempo, pode existir um momento em que a tecnologia não mais se mostra sustentável. Assim, deve-se procurar por novas tecnologias, novos projetos ou novas funções para o produto, ou seja, uma quebra da atual tecnologia e a busca por uma nova. Este trabalho tem o propósito de questionar, por meio de uma discussão, se essa quebra de tecnologia pode ser determinada por uma análise de sustentabilidade, valendo-se do estudo de caso da poluição do ar provocada pelos ônibus urbanos do Estado de São Paulo. Como resultado principal é possível afirmar positivamente a esta indagação.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade. Tecnologia. Ruptura Tecnológica.

1. Doutor, e-mail:
bork@sapucaia.ifsul.edu.br.
2. Doutor, e-mail:
debarbajr@sapucaia.ifsul.edu.br.
3. Doutor, e-mail:
gomes@ita.br.

1 INTRODUÇÃO

A formulação de Desenvolvimento Sustentável (ou Sustentabilidade) no Relatório *Our Common Future*, redigido pela Comissão de Brundtland, para enfrentar a crescente preocupação com o declínio dos sistemas ambientais e as consequências para o desenvolvimento econômico e humano, mostra que o desenvolvimento sustentável representa o pensamento dominante sobre a relação entre ambiente e desenvolvimento, agindo como um princípio orientador do desenvolvimento econômico e social, sendo interpretado como: atender às necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades (BAKER, 2006; BRUNDTLAND; KHALID, 1987).

A abordagem de Brundtland e Khalid (1987) é construída sob a crença e a herança comum da humanidade, a confiança na tecnologia e o otimismo sobre a disposição das pessoas em se engajar coletivamente na defesa do “nosso futuro comum”. Os princípios normativos, associados ao desenvolvimento sustentável, levaram à elaboração de direitos e obrigações para os estados, agindo como diretrizes para os regulamentos nacionais e internacionais e leis ambientais, além de apresentar obrigações para o indivíduo, especialmente quando este está na condição de consumidor (BAKER, 2006).

Essas dimensões normativas aumentam suas demandas para o sistema de decisão política, ou sistema de governo, para exigir que esses processos se tornem mais inclusivos e sensíveis ao gênero e facilitem a maior participação dos atores sociais na tomada de decisões que afetam o seu futuro. (BAKER, 2006).

Segundo Elkington (2012, p. 130), para se atingir a sustentabilidade, a sociedade deverá se movimentar em direção à estabilidade populacional, à redução da pobreza, à integração feminina e ao respeito aos direitos humanos. Como esses propósitos tem fins éticos, sociais e políticos, eles “[...] precisarão ser endereçados pela sociedade como um todo – mas o apoio das empresas será uma condição necessária para o sucesso” por meio do direcionamento de “[...] novos pensamentos e valores em sua cadeia de valor”.

Sachs (2008, p. 16), em sua conceituação de sustentabilidade, acrescenta, dentre outras, duas dimensões: a política, considerada como a “[...] governança democrática vista como um valor fundador e um instrumento necessário para fazer as coisas acontecerem”, e a cultural, que diz respeito aos diferentes valores entre os povos e incentivo aos processos de mudança que acolham as especificidades locais.

Sendo assim, promover o desenvolvimento sustentável (sustentabilidade) é um processo dinâmico, cujas características desejáveis mudam ao longo do tempo, por meio do espaço (local) e dentro de diferentes contextos ambientais, econômicos, sociais, tecnológicos, políticos e culturais. (BAKER, 2006).

1.1 Ruptura Tecnológica

Toda tecnologia possui um ponto de estagnação, ou seja, não se mostra mais viável economicamente, socialmente ou ambientalmente.

Isso pode ser percebido no instante em que o desenvolvimento tecnológico não consegue mais se adequar às modificações dos padrões impostos pela legislação, significando que ocorreu uma incapacidade de melhoria na utilização da respectiva inovação. Esse é o momento denominado de Estagnação Tecnológica.

NO MOMENTO DE ESTAGNAÇÃO TECNOLÓGICA, DEVE-SE PROCURAR POR NOVAS TECNOLOGIAS, NOVOS PROJETOS OU NOVAS FUNÇÕES PARA O PRODUTO, O QUE AQUI PODE SER ENTENDIDO COMO UMA QUEBRA DA ATUAL TECNOLOGIA E A BUSCA POR UMA NOVA (RUPTURA TECNOLÓGICA).

Em um estudo mais apurado da sustentabilidade, esta se apresenta como uma ferramenta que pode prever a Ruptura Tecnológica, pois o exame detalhado permite analisar a legislação (institucional), a cultura, a economia, o ambiente, a sociedade e a tecnologia. Dessa forma, a tecnológica pode ser vista dependente

das análises econômica, ambiental e social que, por sua vez, devem cumprir padrões impostos pela legislação (institucional) e/ou introduzidos pela sociedade (cultural).

Frente ao exposto, este trabalho quer responder à pergunta: a Ruptura Tecnológica pode ser prevista por intermédio de uma análise da sustentabilidade?

1.2 Metodologia

A discussão sobre a ruptura tecnológica se apresenta por meio de um estudo de caso, que tem como fundamento a avaliação da sustentabilidade nas suas dimensões institucional (legislação), cultural, econômica, ambiental, social e tecnológica. Para isso, examinou-se a poluição do ar provocada pelos Materiais Particulados (MP) produzidos pelos ônibus urbanos do Estado de São Paulo. As informações e inventários relacionados aos Materiais Particulados foram retirados de CETESB (2011; 2013) e de MMA (2009; 2011). Os dados referentes à motorização *Diesel* dos ônibus urbanos foram coletados de CONAMA (1990; 1993) e MMA (2009; 2011).

2 PRESSÕES DOS ÓRGÃOS REGULADORES

A poluição do ar é determinada pela medição da quantidade de substâncias tóxicas presentes na atmosfera em certa região e a sua comparação com padrões estabelecidos pela legislação (CETESB, 2011). A legislação considera poluente atmosférico, como:

[...] qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar: impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde; inconveniente ao bem-estar público; danoso aos materiais, à fauna e flora; e prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade. (CONAMA, 1990).

Os poluentes que são considerados indicadores da qualidade do ar, de acordo com CONAMA (1990), são: Material Particulado (MP), Fumaça, Partículas Totais em Suspensão (PTS), Dióxido de Enxofre (SO_2), Dióxido de Nitrogênio (NO_2), Monóxido de Carbono (CO) e Ozônio (O_3).

Segundo dados da CETESB (2011), os poluentes que causam maior preocupação nas regiões urbanas do Estado de São Paulo são o Ozônio (O_3) e o Material Particulado (MP).

O Material Particulado é composto de material sólido ou líquido que fica suspenso no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem etc., podendo se apresentar, basicamente, em dois intervalos de tamanho de maior concentração de partículas: $\text{MP}_{2,5}$, partículas que apresentam diâmetros equivalentes em torno de $2,5 \mu\text{m}$, e MP_{10} , partículas com a maioria dos diâmetros equivalentes em uma faixa de $10 \mu\text{m}$. “O tamanho das partículas está diretamente associado ao seu potencial para causar problemas à saúde, sendo que, quanto menores, maiores os efeitos provocados” (CETESB, 2013). As principais fontes de geração de poluentes são os processos de combustão (indústrias e veículos automotores) e aerossol secundário (formado na atmosfera). Os efeitos gerais ao meio ambiente são os danos à vegetação, a deterioração da visibilidade e a contaminação do solo (CETESB, 2011).

Ainda de acordo com CONAMA (1990), o padrão da concentração média aritmética anual do Material Particulado deve ser de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de ar e uma concentração média, em 24 horas, de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

A CETESB utiliza-se de um índice numérico, relacionado a cores, para divulgar a qualidade do ar medida no Estado de São Paulo. A Tabela 1 apresenta o índice (relacionado a sua cor) somente para o Material Particulado.

A Tabela 2 mostra a média anual de MP_{10} na Macrometrópole Paulista de 2004 a 2009. Esta região abrange 102 municípios pertencentes às Regiões Metropolitanas de São Paulo (39 municípios), de Campinas (19 municípios) e da Baixada Santista (9 municípios), mais os aglomerados urbanos de Piracicaba-Limeira (12 municípios), São José dos Campos (10 municípios) e de Sorocaba-Jundiaí (13 municípios). Nesta região, os veículos automotores são os maiores responsáveis pelo comprometimento da qualidade do ar por partículas inaláveis (CETESB, 2011).

Tabela 1: Relação entre índice, MP₁₀, MP_{2,5} e efeitos à saúde

Qualidade	Índice	MP ₁₀ (µg/m ³)	MP _{2,5} (µg/m ³)	Significado
Boa	0-40	0-50	0-25	Praticamente não há riscos à saúde.
Regular	41-80	>50-100	>25-50	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
Inadequada	81-120	>100-150	>50-75	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
Má	121-200	>150-250	>75-125	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas, como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e, ainda, apresentar falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com problemas cardiovasculares).
Péssima	>200	>250	>125	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Fonte: CETESB (2013)

Tabela 2: Média Anual de MP₁₀ na Macrometrópole Paulista de 2004 a 2009 (CETESB, 2011)

Ano	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MP10 (µg/m³)	39	36	37	39	37	32

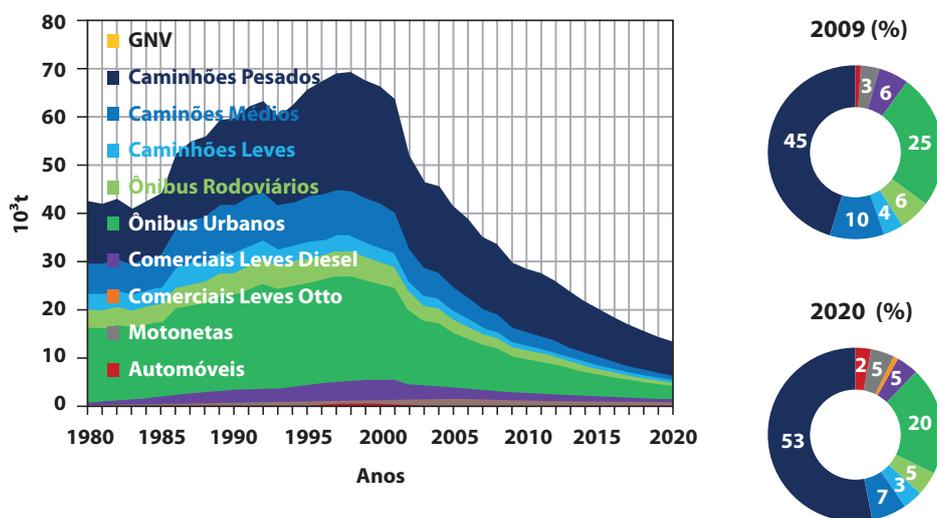
Fonte: CETESB (2011)

Observa-se, na Tabela 2, que todos os resultados ficaram abaixo do padrão estabelecido pelo CONAMA (1990) (50 µg/m³), mas acima da meta estabelecida pela CETESB (2011) para o ano de 2020, que é de 30 µg/m³ para o MP₁₀.

Como visto, os veículos automotores são os principais responsáveis pelas emissões de MP. O MP, junto ao ozônio, são os poluentes que causam maior preocupação no Estado de São Paulo, sendo que os veículos movidos a Diesel são os maiores emissores.

A Figura 1 mostra as emissões de MP para a atmosfera por categoria de veículo ao longo do tempo (início em 1980 e término com a previsão para 2020).

Figura 1: Emissões de MP por categoria de veículos



Fonte: MMA (2011)

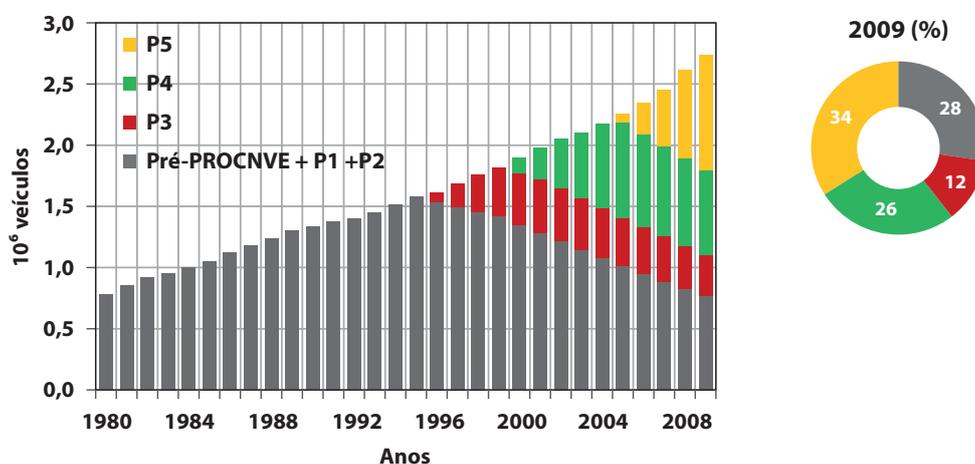
Observa-se, a partir da Figura 1, que os ônibus urbanos responderam por 25% das emissões de MP em 2009 e 20% nas estimativas para 2020, enquanto os automóveis representam menos de 1% em 2009 e 1% nas estimativas para 2020.

Em 1986, o CONAMA criou o Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), coordenado pelo IBAMA. Este projeto definiu os limites

de emissões para veículos leves (MMA, 2011). Em 1993, com a Resolução CONAMA n.º 8, foram estabelecidos os “[...] limites máximos de emissão de poluentes para os motores destinados a veículos pesados novos, nacionais e importados” (CONAMA, 1993).

A Figura 2 apresenta a evolução da frota de veículos do ciclo Diesel, segundo as fases “P” do PROCONVE.

Figura 2: Evolução da frota estimada de veículos do ciclo Diesel do PROCONVE



Fonte: MMA (2011)

A Tabela 3 apresenta a estratégia de implantação do PROCONVE para veículos pesados (Fases “P”) (MMA, 2011).

Tabela 3: Estratégia de implantação do PROCONVE para veículos pesados (Fases “P”)

Fase	Implantação	Características/Inovação
P1 e P2	1990-1993	Já em 1990, estavam sendo produzidos motores com níveis de emissão menores que aqueles que seriam requeridos em 1993 (ano em que teve início o controle de emissão para veículos deste tipo com a introdução das fases P1 e P2). Nesse período, os limites para emissão gasosa – fase P1 – e material particulado (MP) – fase P2 – não foram exigidos legalmente.
P3	1994-1997	O desenvolvimento de novos modelos de motores visaram à redução do consumo de combustível, ao aumento da potência e à redução das emissões de NOx por meio da adoção de intercoolere motores turbo. Nesta fase, deu-se uma redução drástica das emissões de CO (43%) e HC (50%).
P4	1998-2002	Reduziu ainda mais os limites criados pela fase P3.
P5	2003-2008	Teve como objetivo a redução de emissões de MP, NOx e HC.
P6	2009-2011	Em janeiro de 2009, deveria ter se dado o início à fase P6, conforme Resolução CONAMA n°. 315, de 2002, cujo objetivo principal, assim como na fase P5, era a redução de emissões de MP, NOx e HC.
P7	A partir de 2011	Resolução CONAMA n°. 403, de 2008, introduz uma fase que demanda sistemas de controle de emissão pós-combustão (catalisadores de redução de NOx e/ou filtros de MP).

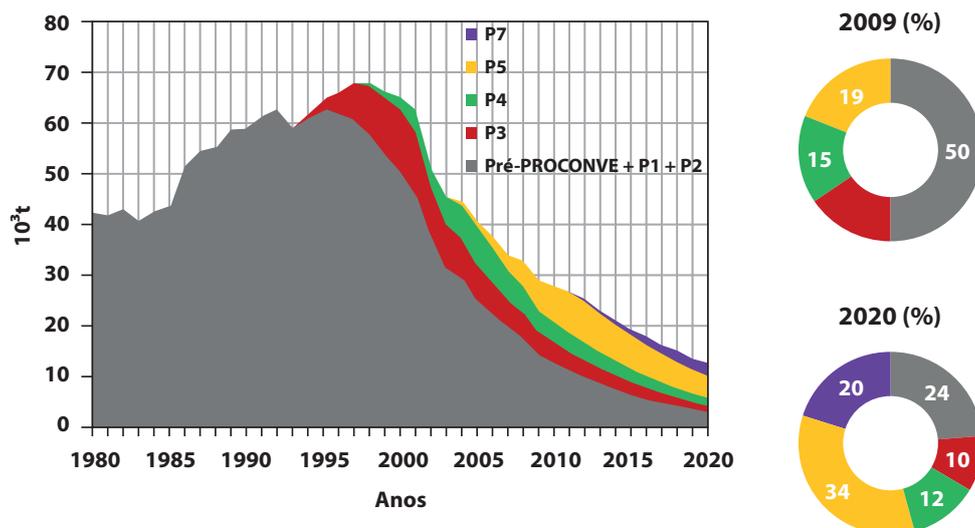
Fonte: MMA (2011)

Observa-se que, mesmo apresentando uma queda a partir de 1997, a quantidade de veículos do ciclo Diesel, das fases P1 e P2, do PROCONVE, ainda representou 28% do total da frota desses veículos em 2009.

Pela análise da Figura 3, esses mesmos veículos eram responsáveis por 50% das emissões de MP, também em 2009. Para 2020, estima-se que eles ainda sejam responsáveis por quase um quarto das emissões de MP.

A Figura 3 mostra as emissões de MP por veículos do ciclo Diesel, por fase do PROCONVE, a partir de 1980 até as projeções para 2020.

Figura 3: Emissões de MP por veículos do ciclo Diesel por fase do PROCONVE



Fonte: MMA (2011)

Ainda, na Figura 3, nota-se uma redução progressiva das emissões de MP a partir de 2002. Essa redução apresenta uma tendência maior de diminuição a partir de 2012. Mesmo assim, não existe uma tendência de “zerar” essas emissões.

2.1 Pressões da sociedade

A poluição do ar é um dos principais fatores de risco em crianças, idosos e pessoas com problemas respiratórios (bronquite, asma e alergias) (ESTEVEZ et al., 2004). A baixa qualidade do ar aumenta o uso de medicamentos em crianças “[...] acometidas de asma”, a incidência de “internações hospitalares em crianças, absenteísmo escolar, mortalidade intrauterina e também para defeitos congênitos”. Muitos estudos comprovam que a poluição do ar está associada aos aumentos no “[...] risco de morte e doenças crônicas em crianças, resultados desastrosos na gravidez e agravamento de doenças” (NASCIMENTO, et al., 2006).

Os poluentes que estão associados com esses riscos à saúde são o Dióxido de Enxofre (SO₂), Ozônio (O₃) e o Material Particulado (MP₁₀ e MP_{2,5}), sendo que o MP está relacionado ao

aumento de sintomas e de doenças respiratórias em crianças, aumento e piora no quadro de asma, aumento nas internações relacionadas à pneumonia, ao baixo peso ao nascer, à mortalidade infantil e com o aumento na mortalidade em idosos. (BAKONYI et al., 2004; FREITAS et al., 2004; NASCIMENTO et al., 2006).

Knight e Young (2006) estimaram os custos referentes à poluição do ar, pelo MP₁₀, gerada pelos ônibus da Região Metropolitana de São Paulo e os associaram ao aumento dos custos dos atendimentos à população nos serviços de saúde pública ocasionados pelo aumento da procura pelos prontos-socorros, unidades básicas de saúde e hospitais nessa região.

Esses custos estão relacionados ao aumento das consultas médicas, das hospitalizações e das mortes, além do aumento do consumo de medicamentos, nas faltas à escola, ao trabalho e nas práticas de atividades físicas pela população afetada.

O MMA (2009) realizou um estudo dos custos de morbidade e dos atendimentos das internações hospitalares atribuíveis ao excesso

de concentração de MP_{2,5}, resultantes do não cumprimento das resoluções do CONAMA.

A investigação abrange o período de 2009 a 2030, envolvendo as principais Regiões

Metropolitanas do país. A Tabela 4 resume o estudo e mostra o número total de mortes e os custos dos atendimentos das internações hospitalares (AIH).

Tabela 4: Número total de mortes e custos de morbidade atribuíveis ao excesso de concentração de MP_{2,5} para todas as Região Metropolitana

Região Metropolitana	Mortes	AIH (R\$)
Belo Horizonte	872	2.397.956,07
Curitiba	672	2.035.816,22
Porto Alegre	1.048	3.159.962,38
Recife	537	1.038.427,72
Rio de Janeiro	3.667	4.838.400,85
São Paulo	7.287	15.963.013,34
Total	14.085	29.433.576,60

Fonte: MMA (2009)

De acordo com MMA (2009), “o custo da mortalidade adicional para a sociedade ainda está em processo de determinação, mas os dados preliminares indicam que o mesmo será da ordem de R\$ 1,5 bilhão”.

Como resultado da dimensão cultural está a associação da poluição do ar por MP a certas

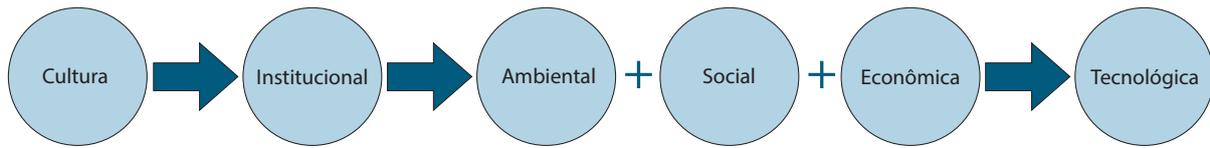
doenças respiratórias, podendo ocasionar a morte, principalmente em crianças e idosos, além de custos vultosos no atendimento das internações hospitalares para tratar essas doenças. Isso ocasiona uma mobilização da sociedade e do Governo Federal para limitações ainda maiores aos padrões de qualidade do ar.

3 ANÁLISE

A sociedade pressiona o Governo Federal para criar restrições ambientais ou sociais para melhorar sua qualidade de vida. O Governo, por meio de seus órgãos reguladores, elabora padrões que repercutem na produção da indústria.

Esta, por sua vez, procura por tecnologias que atendam à demanda, mas que sejam economicamente competitivas (Figura 4).

Figura 4: Esquema do comportamento das dimensões frente à sociedade e à tecnologia.



Fonte: Dos autores (2014)

Em um primeiro momento, a indústria concebe novos motores e combustíveis que atendam aos padrões estabelecidos pela sociedade.

No Brasil, por exemplo, a Petrobras lançou o Diesel S50 e o S10, que possuem 50 ppm e 10 ppm de enxofre por litro de combustível, respectivamente.

ESTE NOVO COMBUSTÍVEL, COM UMA MENOR QUANTIDADE DE ENXOFRE, “[...] REDUZ A EMISSÃO DE FUMAÇA BRANCA E DE MATERIAL PARTICULADO” (PETROBRAS DISTRIBUIDORA, 2013).

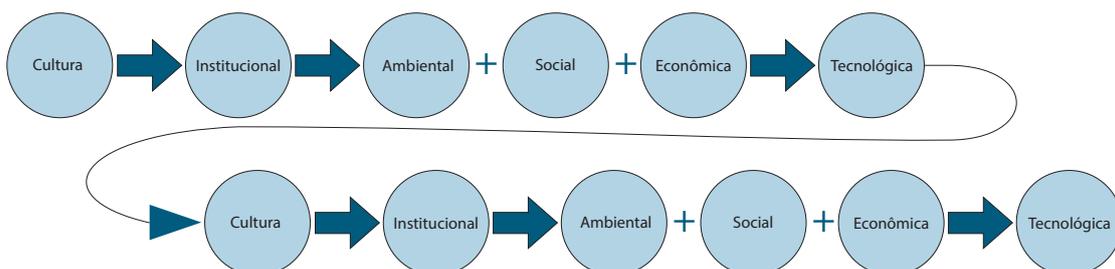
Já o Diesel comum, por sua vez, é o S500 (S1800 no interior). No entanto, os Diesel S50 e S10 não devem ser utilizados em motores antigos, anteriores ao P5, pois estes podem sofrer um desgaste prematuro. Assim, a nova tecnologia

em combustíveis necessita de motores compatíveis tecnologicamente e vice-versa.

Isto não garante que a quantidade de MP seja reduzida a padrões que não interfiram na saúde pública, porque, como apontado na Revista Petrus (2014), houve uma “[...] redução em até 80% nas emissões de material particulado nos veículos P7 e de 15% nos veículos P5”, com o emprego dessa tecnologia. Sendo assim, mesmo com os esforços de desenvolvimento de motores e de seus combustíveis, estes continuam a poluir o ar. Desta forma, a sociedade deve continuar a pressionar o Governo Federal por novos padrões ainda mais restritivos, conforme a Figura 5.

Motores ciclo Diesel dificilmente apresentarão uma tecnologia economicamente viável para que suas emissões não interfiram na saúde pública (Estagnação Tecnológica), principalmente nas grandes metrópoles. Assim, a tendência é o desenvolvimento de novas tecnologias em motores e combustíveis, como, por exemplo, os motores elétricos e a hidrogênio (Ruptura Tecnológica).

Figura 5: Pressão da sociedade por novos padrões mais restritivos

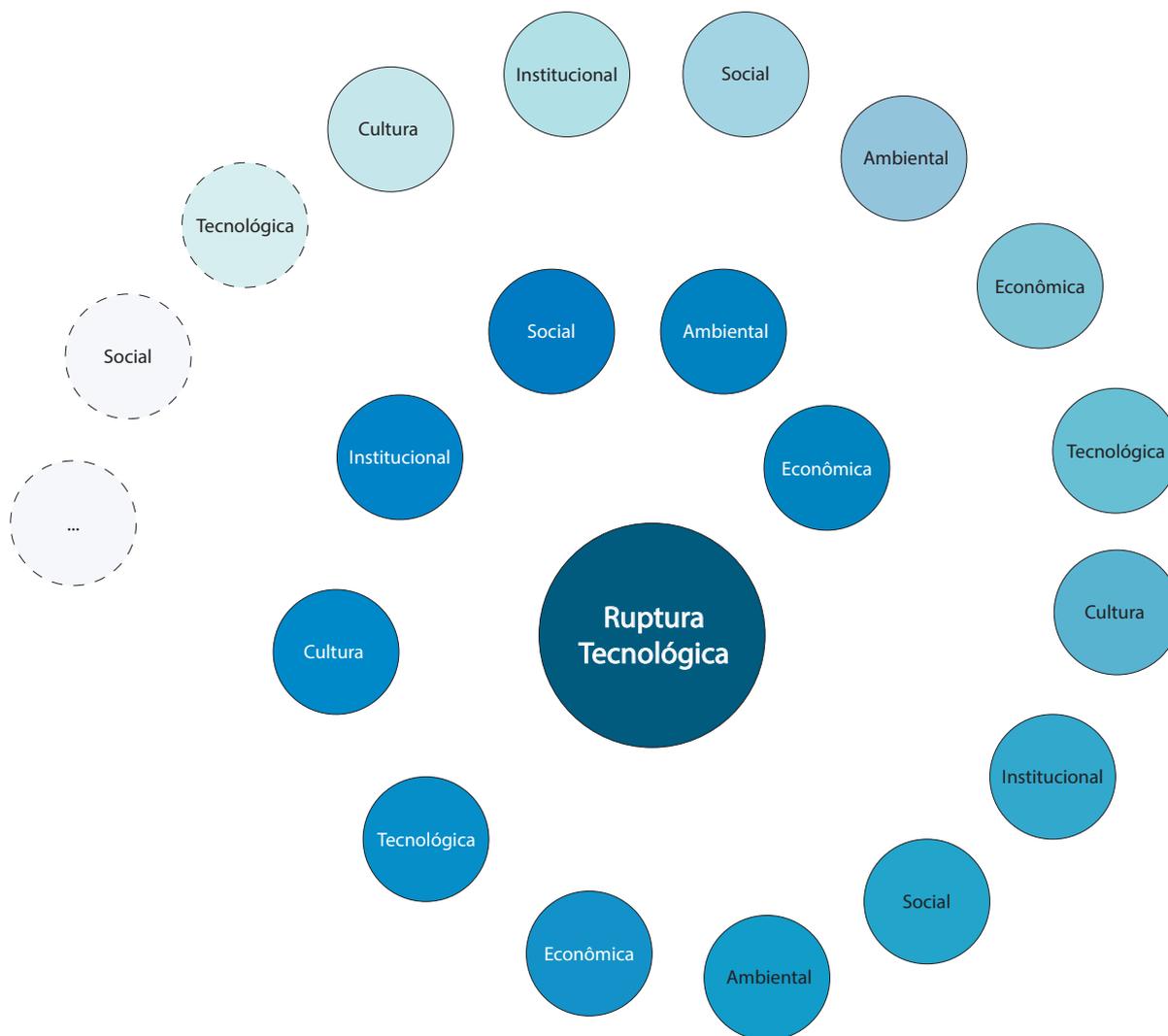


Fonte: Dos autores (2014)

A Figura 6 exprime a teoria da Ruptura Tecnológica desenvolvida e exemplificada com a análise da sustentabilidade dos ônibus urbanos relacionados com a poluição do ar.

Observa-se que os estudos das dimensões apresentam uma forma cíclica, tendo como seu término a Ruptura Tecnológica.

Figura 6: Representação da ocorrência da Ruptura Tecnológica



Fonte: Dos autores (2014)

4 CONCLUSÃO

Em relação à indagação inicial em que se propôs examinar se a Ruptura Tecnológica pode ser prevista por intermédio de uma análise da sustentabilidade, é possível afirmar positivamente que, a partir da determinação dos aspectos que

envolvem os princípios da sustentabilidade, nas suas dimensões (cultural, institucional, econômica, ambiental, social e tecnológica), é possível prever a ruptura tecnológica.

Desse modo, ao empregar uma análise da sustentabilidade, pressupõe-se que a sociedade (dimensão cultural) pressiona o Governo Federal para que consiga uma melhor qualidade de vida.

O Governo, por sua vez, impõe responsabilidades aos órgãos reguladores (dimensão institucional) para que estes criem padrões (dimensões ambiental e social) para a indústria. A Indústria desenvolve, então, novas tecnologias (dimensão tecnológica) economicamente viáveis (dimensão econômica).

Após um tempo, a sociedade volta a pressionar o Governo e este, aos órgãos reguladores, por novos padrões ainda mais restritivos à indústria. Quando a indústria não consegue mais evoluir sua tecnologia, ocorre a Estagnação Tecnológica. Neste ponto, a tecnologia em uso não consegue mais cumprir os padrões ambientais e/ou sociais dentro de um custo exequível para o seu negócio. Quando a indústria procura por novas tecnologias e as desenvolve, é o ponto da Ruptura Tecnológica.



ANALYSIS OF SUSTAINABILITY TO DETERMINE THE BREAK TECHNOLOGY MOMENT

ABSTRACT

Promoting sustainability is a dynamic process, whose desirable characteristics change over time, through space (local) and within different environmental, economic, social, technological, political and cultural contexts. Whereas the technology is dependent on sustainability and both are changing over time, there may be a time when technology will not be sustainable anymore. Thus, one should look for new technologies, new designs or new features for the product, that is, a breakdown of current technology and the search for a new one. This work aims to question, through a discussion, if this technology break can be determined by an analysis of sustainability, based on a case study of air pollution caused by urban buses in the São Paulo State. The main result can positively affirm this question.

KEYWORDS: *Sustainability.
Technology. Technological
Rupture.*

REFERÊNCIAS

BAKER, S. **Sustainable Development**. Routledge introductions to the environment series. New York, USA: Routledge, 2006.

BAKONYI, S.M.C. et al. Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR. **Revista Saúde Pública**. 2004. v.38, n.5, p.695-700. Disponível em: <www.fsp.usp.br/rsp>. Acesso em: 25 out. 2013.

BRUNDTLAND, G.H.; KHALID, M. **Our common future**. Report of the world Commission on Environment and Development. Oxford, UK: Oxford University Press, 1987. Disponível em: <www.un-documents.net/wced-ocf.htm>. Acesso em: 21 ago. 2013.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). [Online]. 2013. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em: 23 out. 2013.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Plano de Controle de Poluição Veicular do Estado de São Paulo - PCPV - 2011/2013**. 2011. 48f.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução n.008/1993 - **Complementa a Resolução nº 018/86, que institui, em caráter nacional, o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE**, estabelecendo limites máximos de emissão de poluentes para os motores destinados a veículos pesados novos, nacionais e importados. - Data da legislação: 31/08/1993 - Publicação DOU nº 250, de 31/12/1993, p. 21536-21541.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução n.003/1990 - Dispõe sobre **padrões de qualidade do ar**, previstos no PRONAR - Data da legislação: 28 jun. 1990 - Publicação DOU, de 22 ago. 1990, p. 15937-15939.

ELKINGTON, J. **Sustentabilidade, canibais com garfo e faca**. São Paulo: M.Books do Brasil Editora Ltda., 2012. ESTEVES, G.R.T. et al. Estimativa dos efeitos da Poluição Atmosférica sobre a Saúde Humana: algumas possibilidades metodológicas e teóricas para a cidade de São Paulo. Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade. São Paulo, ANPPAS. 2004. p.1-20. Disponível em: <www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd25/estimativa.pdf>. Acesso em: 25 out. 2013.

FREITAS, C. et al. Interações e órbitas e sua relação com a poluição atmosférica em São Paulo, 1993 a 1997. **Revista Saúde Pública**. 2004. v. 38, n. 6, p. 751-757. Disponível em: <www.fsp.usp.br/rsp>. Acesso em: 25 out. 2013.

KNIGHT, V.M.; YOUNG, C.E.F. Custo da poluição gerada pelos ônibus urbanos na RMSP. **Anais do XXXIV Encontro Nacional de Economia** [Proceedings of the 34th Brazilian Economics Meeting]. 2006. Disponível em: <www.anpec.org.br/encontro2006/artigos/A06A069.pdf>. Acesso em: 25 out. 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **1º Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários** – Relatório Final. 2011. 114f. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em: 24 out. 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Volume 1 - **Subsídios à elaboração da 1ª Conferência Nacional de Saúde Ambiental: Plano Nacional de Qualidade do Ar**. Brasília, DF. 2009. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em: 25 out. 2013.

NASCIMENTO, L.F.C. et al. Efeitos da poluição atmosférica na saúde infantil em São José dos Campos, SP. **Revista Saúde Pública**. 2006. v. 40, n.1, p. 77-82. Disponível em: <www.fsp.usp.br/rsp>. Acesso em: 25 out. 2013.

PETROBRAS DISTRIBUIDORA. [Site]. 2013. Disponível em: <<http://www.br.com.br>>. Acesso em: 28 out. 2013.

REVISTA PETRUS. **Adaptações do Diesel S10**. [Site]. 2014. Disponível em: <<http://www.revistapetrus.com.br/adaptacoes-ao-diesel-s10/>>. Acesso em: 20 out. 2014.

SACHS, I. **Desenvolvimento incluyente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008. 152 p.

Data de recebimento: 24/09/2014

Data de aprovação: 30/07/2015

SOBRE OS AUTORES



Carlos Alberto Schuch Bork

Engenheiro Mecânico pela Universidade Federal do Rio Grande (1990) e mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1995). Doutor em Produção pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (2015), em São José dos Campos-SP. Atualmente é professor do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Campus Sapucaia do Sul. Tem experiência na área de Engenharia de Fabricação, atuando, principalmente, nos temas: sustentabilidade na fabricação mecânica, usinagem com geometria definida e não definida e fabricação de moldes.



Durval João De Barba Junior

Engenheiro Mecânico pela Universidade Federal de Santa Catarina (1993) e mestre em Engenharia Mecânica também pela Universidade Federal de Santa Catarina (1997). Doutor em Produção pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (2015) em São José dos Campos-SP. Atualmente é professor do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Campus Sapucaia do Sul. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Sustentabilidade, atuando principalmente nos temas: sustentabilidade, fabricação, Avaliação Ciclo de Vida e projeto de moldes.



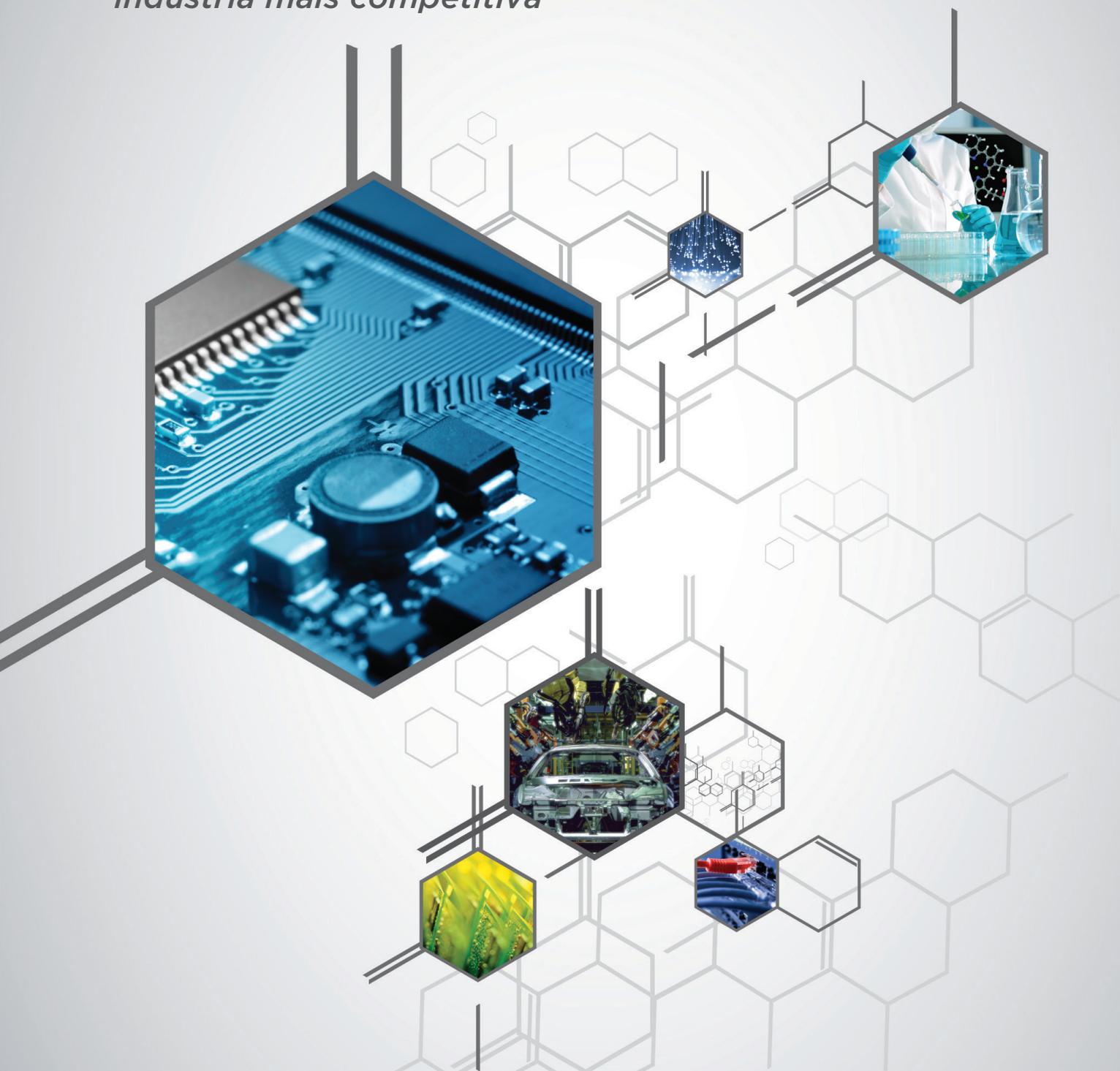
Jefferson de Oliveira Gomes

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (1994), mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (1995) e doutorado pela UFSC em cooperação com a RWTH-Aachen - Alemanha (2001). Desde janeiro de 2004 atua como professor da Divisão de Engenharia Mecânica-Aeronáutica do Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA. É também Coordenador do Centro de Competência em Manufatura (CCM-ITA). Orienta pesquisas na pós-graduação (doutorado e mestrado) e na graduação, sendo pesquisador bolsista Produtividade em Pesquisa pelo CNPq. Tem experiência industrial e acadêmica na área de Engenharia Mecânica e Produção, atuando principalmente nos seguintes temas: análise de desempenho de processos de fabricação, análise de desempenho organizacional e tecnológico de plantas industriais, auxílio à tomada de decisões industriais, sustentabilidade em processos de fabricação e gestão da inovação. Entre agosto de 2011 e dezembro de 2014 atuou como Gerente Executivo do Departamento Nacional do SENAI para Tecnologia e Inovação. Desde janeiro de 2015 é também Diretor Regional do SENAI do Estado de Santa Catarina.



INSTITUTOS DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA

*Inovação e tecnologia para uma
indústria mais competitiva*



A Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina (FIESC) busca apoiar as indústrias com soluções completas em inovação e tecnologia. Os 11 Institutos de Inovação e Tecnologia da FIESC já apresentam resultados relevantes junto às indústrias catarinenses. Suas áreas de atuação são: Tecnologias para a Saúde, Sistemas de Manufatura, Laser, Sistemas Embarcados, Automação e TIC, Eletroeletrônica, Materiais, Alimentos e Bebidas, Logística, Ambiental e Têxtil, Vestuário e Design.

Acesse www.sc.senai.br/inovacao ou ligue **0800 48 1212**
e saiba mais sobre a Rede SENAI/SC de Inovação e Tecnologia.

FIESC
A FORÇA DA INDÚSTRIA CATARINENSE