

A RESPONSABILIDADE AMBIENTAL NA PROSPECÇÃO DE TECNOLOGIAS FUTURAS

ENVIRONMENT RESPONSIBILITY IN THE PROSPECTION OF FUTURE TECHNOLOGIES

Dálcio Roberto dos Reis¹; Rodrigo Vinícius Sartori²

¹Federal Technological University of Paraná – UTFPR – Curitiba – Brasil dalcio@utfpr.edu.br

²Federal Technological University of Paraná – UTFPR – Curitiba – Brasil rvsartori@gmail.com

Resumo

A fronteira do conhecimento tecnológico coincide com os mecanismos de prospecção tecnológica, cada vez mais valorizados na atual Economia do Conhecimento. Vive-se uma época caracterizada pela alta competitividade globalizada e por turbulências de ambiente organizacional. Desta forma, o direcionamento de prioridades na busca pelas futuras tecnologias é dado à inovação tecnológica voltada à maior produtividade. Buscar maior produtividade, por si só, parece bastante lícito e legítimos, no entanto, sem um alinhamento bastante coerente com premissas sócio-ambientais, o que ocorre é um efeito adverso bastante danoso: a degradação, social e ambiental, sem limites geográficos. Este artigo discute os aspectos relacionados à inserção e valoração da variável sócio-ambiental no contexto do planejamento estratégico das Organizações (ênfase em Prospecção de Tecnologias), bem como procura explorar diretrizes adequadas para uma nova forma de produtividade industrial, que harmonize a necessidade de constante progresso sócio-econômico com a manutenção do Meio Ambiente e da melhoria da qualidade de vida das pessoas.

Palavras-chave: prospecção tecnológica, responsabilidade ambiental, planejamento estratégico.

1. Introdução

O iminente esgotamento dos recursos naturais, tratados como insumos de produção, demonstra que as atuais tecnologias ambientais ainda não são suficientemente eficazes para responder às agressões à Natureza que a exploração das atividades industriais convencionais implica. Apesar das tecnologias de produção industrial mais recentes estarem cada vez mais ecologicamente adequadas, o esforço ainda parece tímido quando comparado ao passivo ambiental já existente. E particularmente débil ao contrapor-se às projeções bastante firmes de agravamento do quadro geral do Meio Ambiente mundial, a exemplo dos efeitos já considerados irreversíveis do Aquecimento Global para as próximas décadas.

Por exemplo, considere-se o caso da matriz energética da frota automotiva. Da evolução

seguida da seqüência gasolina, álcool e gás natural veicular (GNV), conseguiu-se obter sucessivamente barateamento de custos e menor poluição atmosférica. No entanto, o volume total de dióxido de carbono (CO₂) gerado pela frota mundial de automóveis já é a tal ponto gigantesco, que a mais recente tecnologia (GNV) pouco consegue colaborar efetivamente para amenizar esse dano ambiental. Com as projeções de que as grandes metrópoles mundiais facilmente dobrem o efetivo de automóveis em circulação em poucas décadas, deduz-se que o avanço tecnológico necessário, neste campo ilustrado, requer outros níveis de efetividade.

Dessa forma, *pensar e fazer diferente* é condição imprescindível para alcançar resultados substancialmente diferentes. No exemplo considerado, muito mais efetivo do que o ganho GNV sobre álcool / gasolina, é o que poderia ser mensurado com a comparação entre carros elétricos / a hidrogênio ou radicalidades inovativas afins, sob os atuais combustíveis convencionais: a eventual substituição da frota por automóveis *absolutamente limpos* no quesito ambiental é sim uma contribuição efetiva de preservação dos recursos naturais.

A Indústria Brasileira, convenha-se, possui características peculiares de empreendimentos no contexto de um país considerado em desenvolvimento. Em especial no quesito Tecnologia, o atraso em relação às nações desenvolvidas, a dependência tecnológica, e os mecanismos de transferência de tecnologia são questões que influem diretamente na capacidade nacional para gerir tecnologia ambiental, e ainda mais para prospectar inovações e invenções neste domínio.

Contudo, apesar destes obstáculos típicos, cabe também aos empreendedores brasileiros o modelo mental descrito anteriormente: *pensar e fazer diferente*. Não obstante, costuma-se reconhecer o perfil do brasileiro como inovador e criativo – talvez muito mais pela necessidade que por outros tipos de inspirações. E esta inquietude motivacional é um pré-requisito importante para o sucesso na prospecção de tecnologias radicalmente inovadoras no quesito Efetividade Ambiental.

Sustentabilidade é, então, diretriz primordial, e excede a esfera dos negócios empresariais. Indústrias investem continuamente em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) visando contínua inovação de seus produtos e serviços – ou seja, inovação tecnológica é essencial para a sobrevivência e expansão de qualquer área de negócio. As novas tecnologias buscadas devem ser orientadas também para a produtividade ecologicamente adequada, e de fato isto parece ocorrer, quando observadas as últimas tendências industriais de todos os ramos.

Todavia, como aperfeiçoar esse processo? Como fazer com que as novas tecnologias proporcionem resultados ecológicos cada vez mais significativos, considerando a amplitude dos atuais e futuros problemas ambientais globais? Como viabilizar, no Planejamento Estratégico das organizações industriais, e sobretudo nas inseridas no cenário brasileiro, a prospecção de tecnologias ambientais adequadas? De que maneira as Empresas brasileiras, já costumeiramente desafiadas em tantos outros aspectos para sobreviver e prosperar em ambiente hostil de Terceiro

Mundo, podem contribuir efetivamente para a minimização do impacto ambiental que seus processos, produtos e serviços acarretam? Como estas Empresas podem melhor aproveitar o relacionamento com Sociedade, Poder Público, Instituições de Ensino e Terceiro Setor, para formar parcerias que tragam ganhos efetivos a todas as partes ambientalmente interessadas – ou seja, a Humanidade em geral?

Este artigo, através de uma revisão bibliográfica, procura sensibilizar para a importância de que a prospecção de tecnologias futuras considere o impacto ambiental destas tecnologias.

2. Atividade Industrial e Impacto Ambiental

Define-se Impacto Ambiental como qualquer alteração (benéfica ou adversa) no Meio Ambiente, causada pelas atividades, serviços e/ou produtos de uma atividade natural (vulcões, tsunamis, enchentes, terremotos e outras) ou antrópica (lançamento de efluentes, desmatamentos, etc). Pode-se tomar como conhecimento mais específico que o Impacto Ambiental é consequência da ação ou atividade, natural ou antrópica, que produz alterações bruscas em todo o Meio Ambiente ou em parte de alguns de seus componentes. De acordo com o tipo de alteração, pode ser ecológica, social e/ou econômica.

Com frequência, é o resultado da intervenção do Ser Humano sobre o Meio Ambiente. Pode ser positivo ou negativo, dependendo da qualidade da intervenção desenvolvida. Ciências sociais e econômicas, ao avaliar a trajetória e a dinâmica do desenvolvimento das civilizações, apontam unanimemente para um agravamento de drásticas proporções nos efeitos adversos da relação Homem x Natureza, particularmente exacerbado na época atual. A Ciência e a Tecnologia, se utilizadas corretamente, podem contribuir enormemente para que o impacto humano sobre a natureza seja cada vez mais positivo e não negativo.

Dentre as atividades humanas, a exploração industrial é a que mais contribui para o impacto ambiental negativo – danoso para o Meio Ambiente, e por consequência, nocivo à manutenção da vida do Homem e dos demais seres vivos. Em função da grande demanda por recursos naturais, típicos da atividade industrial, e da forma como tais recursos são utilizados e posteriormente descartados, os impactos ambientais negativos migram cada vez mais de contextos locais para uma abrangência global. Se antes os alarmes à Sociedade eram os casos individualizados de regiões específicas ou cidades com passivos ambientais e complicações sociais derivadas, atualmente, as atenções são todas voltadas ao problema em seu contexto uniformemente planetário: Mudanças Climáticas, Aquecimento Global, Efeito Estufa – problemas crônicos que desconhecem fronteiras políticas e geográficas.

Novos paradigmas de gestão industrial, por consequência, são mandatórios para, senão

evitar – o que parece cada vez mais cientificamente impossível – amenizar tanto quanto possível os efeitos desastrosos da degradação social e ambiental. Isto inclui uso de tecnologias ambientalmente adequadas para todos os processos produtivos, e, desafio maior ainda, inovações e invenções que proporcionem melhoria drástica nos resultados, à altura da gravidade dos malefícios já evidentes.

Há um “tempo perdido”, característico da cegueira ambiental dos primeiros séculos de Revolução Industrial, que precisa ser urgentemente recuperado. Por décadas, a produtividade a qualquer custo foi o pressuposto principal. Ao mesmo tempo, a invisibilidade do Capital Natural – senão caracterizado como tal – foi muito provavelmente devido a uma já superada era de abundância *aparentemente* infinita de recursos na Natureza e de escassez de mão-de-obra. Curiosamente, vive-se atualmente uma oposição perfeita nesta relação: há excesso de mão-de-obra (com o conseqüente gravíssimo problema social do desemprego e do sub-emprego), e insuficiência de supridores industriais no Meio Ambiente.

Prever o futuro do problema já não parece tão complicado. Muito mais desafiador é prever modos de remediação realmente eficazes. Com isto, vive-se atualmente uma era que preservar a Natureza, por si só, não basta, pelo estado terminal que Ela se encontra em muitos aspectos. Há sim que, excedendo a preservação, recuperar e desenvolver. O poder de recuperação natural do Meio Ambiente é em muito superado pelo consumo descontrolado de seus recursos. Tecnologias que regulem essa discrepância são prioridade para sustentabilidade industrial.

3. Planejamento Estratégico de Tecnologias Ambientais

Problema de âmbito mundial, as mudanças climáticas – no seu conjunto mais amplo de causas fundamentais e efeitos decorrentes – clamam ações mitigadoras urgentes que envolvem todos os setores de organizações humanas: Sociedades, Governos, Instituições de Ensino, Empresas e entidades do Terceiro Setor.

No que diz respeito às Empresas, independente de atuação regional ou global, do tamanho da estrutura e da natureza de suas operações, a Responsabilidade Ambiental é quesito essencial para a sobrevivência da coletividade. É possível ainda estender o conceito para Responsabilidade Sócio-Ambiental, ao se considerar o *entorno* do Meio Ambiente degradado: suas vítimas mais próximas são, invariavelmente, as comunidades mais carentes, que são socialmente empurradas para as piores áreas para habitação humana.

Neste aspecto, papel preponderante cabe ao Segmento Industrial, que devido ao maior grau de utilização dos recursos naturais, é o agente ambiental que mais influencia toda a cadeia relacionada. Indústrias, invariavelmente, poluem, e os diferentes graus de interação com toda sua rede de fornecedores e parceiros (outras indústrias, comércios e prestadores de serviços) ampliam

potencialmente o dano ao Meio Ambiente.

Entretanto, o *design* dos produtos industrializados revela inadequações ecológicas ainda mais trágicas: o consumo de massa acelera a poluição em proporções muito significativas. Por exemplo, compare-se o tempo despendido para a produção industrializada de uma lata de refrigerante (alguns meses, se estender-se desde a fase de extração dos minérios metálicos da futura lata), o consumo do refrigerante (alguns minutos) e seu descarte no lixo (poucos segundos). Ou seja, a desproporção para o tempo de recuperação do passivo ambiental da Natureza é comprometedoramente fatal.

Para Hawken, Lovin & Lovin (2000), ao considerar que os novos paradigmas de Capital Natural promovem uma nova Revolução Industrial, quatro diretrizes são fundamentais, e servem de orientação para respostas aos questionamentos acima. São elas:

- Produtividade radical de recursos;
- Biomimetismo;
- Economia de serviço e fluxo;
- Investimento no Capital Natural.

A produtividade radical de recursos implica em fazer cada vez mais com cada vez menos, de forma a se priorizar as soluções simples ante as complexas, e a não se deixar iludir de que o aperfeiçoamento de partes individualizadas de um conjunto pode implicar em resultados melhores, sem que uma verdadeira integração holística seja realizada. Por exemplo, era bastante comum, até bem pouco tempo atrás, empresas buscarem soluções para climatização através de aparelhos de ar-condicionado maiores (mais fortes) e mais caros. Porém, percebe-se atualmente uma tendência de se investir num conjunto maior para alcançar verdadeiras soluções, como, por exemplo, reavaliar / redimensionar o sistema de iluminação dos ambientes, priorizando inclusive iluminação e ventilação naturais. Com isto, os aparelhos de ar-condicionado podem ficar cada vez menores e mais baratos. Como consequência, o dispêndio de energia elétrica é menor. Representa economia em todos os aspectos.

O biomimetismo busca espelhar-se cada vez mais nos sistemas naturais, e à medida do possível, tentar reproduzir seus princípios no meio industrial: na Natureza, nada realmente se joga fora. O combate ao desperdício, aos excessos improdutivos e ao supérfluo que não agrega valor é princípio importante. Conviveu-se, durante muito tempo, com uma cultura equivocada de aproveitamento dos recursos naturais, pois de início sempre foram abundantes, e para muitos, fonte inesgotável. No entanto, vários estudos demonstram hoje a situação perigosa que se vive, em um mundo que o grau de exploração dos recursos naturais é muito maior que o poder de recuperação natural do Meio Ambiente. Essa cultura do desperdício, que a muito custo se tenta hoje combater,

implicou em alguns verdadeiros “luxos” do qual não se pode mais dispor, como, por exemplo, o conceito de aterros sanitários: tudo o que sobra, e que “realmente” não dá para aproveitar, tem sua destinação final ali. No entanto, o planeta Terra pode ser concebido como um grande sistema produtivo, no que diz respeito à manutenção da vida: e não pode contar com “aterros sanitários” externos. O que se produz, o que se gera, se aproveita, de uma forma ou de outra. Este é o princípio natural que desafia-se o sistema industrial convencional a repensar seus métodos e processos. Efetivamente, não gerar nada que seja puramente resíduo inútil, assim como acontece na Natureza.

A economia de serviço e fluxo é uma evolução do modelo pressuposto convencional, de que os consumidores precisam deter a posse – comprar – produtos e bens de utilização. O que o consumidor deseja, afinal, é a funcionalidade ou benefício que o bem traz – a posse é uma mera conveniência que se adotou, em função das características históricas do capitalismo. Desta forma, concebe-se um modelo econômico em que a posse dos produtos permaneça com o fabricante, que o aluga aos consumidores, durante o tempo que estes desejarem. Os fabricantes originais ficam auto-motivados a zelar pela conservação, manutenção e atualização tecnológica periódica destes equipamentos, a fim de manter a competitividade no mercado. Assim, o que os consumidores teriam a disposição seria predominantemente uma ampla oferta de prestação de serviços. A integração destes fluxos de serviços (produtos mais serviços) facilitam a engenharia de soluções mais sistêmicas – por exemplo, ao invés de condicionadores de ar para resolver problema específico de temperatura de um ambiente, e de luminárias novas para resolver problema específico de iluminação do mesmo ambiente, a solução ideal passa por uma avaliação arquitetônica mais abrangente, que privilegie a utilização de ventilação e iluminação naturais. A hipotética empresa que preste esta solução esta resolvendo o problema do Cliente, e continuará sendo remunerada pela percepção de valor que agregou. Porém, com menos dispêndio em custos materiais, de condicionadores e lâmpadas mais robustos e caros. É a valoração cada vez maior do intangível, do serviço sobre o produto, e para tanto, a otimização do conjunto é imprescindível. Análogo ao que já é fato há muito tempo na Tecnologia da Informática: o valor é agregado cada vez mais ao software que ao hardware.

Por fim, o investimento no Capital Natural significa que, muito além de meramente se propor a preservar o Meio Ambiente, pelo estado já de degradação avançada em tantas fontes de recursos naturais para o sistema industrial, há que se investir em recuperar e desenvolver tais recursos. O grau avançado de exploração do Capital Natural supera em muito o seu poder de recuperação natural. Logo, uma contribuição efetiva, volitiva do Ser Humano, faz-se necessária para que a Natureza volte a alcançar um grau de equilíbrio sadio de suas fontes de recursos. O “sadio” pode, em última análise, representar uma percepção meramente antropocêntrica, mas de qualquer forma isto representa as reais possibilidades de sobrevivência humana e manutenção da

vida sobre a Terra, para os próximos séculos, em condições humanamente aceitáveis do ponto de vista ético. Ou seja, sobreviver, mas garantindo dignidade de humanismo para as gerações futuras – e não a reversão a um estado de bestialidade, em que valores morais cedem lugar à luta diária para manter-se vivo.

Para Petrov (2005), necessidades industriais podem ser supridas simultaneamente a uma engenharia de processos que reduza o número de fatores de agressão ambiental. Isto passaria por novos modelos de gestão de recursos totalmente intolerantes ao desperdício, tecnologias balanceadas (produtividade x impacto ambiental) e reprodução, sempre que possível, do modelo biológico nas organizações. Neste contexto, as tecnologias ambientais do futuro devem convergir cada vez mais para as diretrizes citadas anteriormente, e o Planejamento Estratégico das organizações industriais é desafiado a comportar este aspecto nestas condições.

É prática comum o uso da Análise SWOT no Planejamento Estratégico, que identifica os principais pontos fortes e pontos fracos (no ambiente interno) e ameaças e oportunidades (no ambiente externo), e desta análise derivarem por consequência todos os planos de ação estratégica e desdobramento em objetivos e metas mensuráveis. Esta análise SWOT deve então contemplar, tanto quanto possível, todos os elementos ambientais relacionados ao negócio das empresas, para que o Planejamento Estratégico represente efetivamente uma metodologia que garanta a prospecção e domínio de tecnologias ambientais eficazes.

Para Petrov (2005), ferramentas adicionais, como TRIZ (do acrônimo russo “*Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch*”, ou “Teoria de Soluções Inovadoras para Problemas”, em uma tradução livre), e da Análise de Antecipação de Falhas podem colaborar significativamente para o êxito do processo de planejamento.

Novas ciências sociais aplicadas, como Gestão do Conhecimento Organizacional e Inteligência Competitiva (incluindo Inteligência Tecnológica) são outras aplicações bastante válidas para fins de planejamento tecnológico, pois, em função de serem historicamente recentes, já foram arquitetadas em conceituações compatíveis aos novos paradigmas de interatividade, holismo e colaboratividade, tão inerentes à época atual da Era do Conhecimento.

4. Considerações Finais

Prospectar o futuro das tecnologias ambientais é importante para viabilizar a competitividade empresarial em níveis sadios para o Homem e para o Meio Ambiente, e em último grau de desdobramento de consequências, para continuar viabilizando a vida humana neste planeta nas próximas décadas.

Ampliar o nível de entendimento e compreensão dos mecanismos e modelos mentais

envolvidos no processo é crucial para superar divergências naturalmente encontradas numa problemática que envolve toda a coletividade humana: interesses e motivações políticas, influências de grandes grupos industriais, diferenças culturais, divergências ideológicas, conscientização e sensibilização do público consumidor dos produtos e serviços industriais, priorizações de políticas do Poder Público, entre outros. Para Skinner (2001), o comprometimento de todas as partes interessadas (Empresas, Sociedade, Governo e Terceiro Setor) é fundamental para garantia de um futuro mais seguro e mais próspero.

É válido continuar a se discutir, de forma permanente, pelos próximos anos, mais formas de viabilizar a prospecção de tecnologias ambientais para o cenário da sustentabilidade industrial brasileira, priorizando aquelas que indicarem os melhores resultados contra os danos aos recursos naturais presentes e futuros. Segundo Davis (2001), as inúmeras possibilidades para as inovações tecnológica e comercial e para a necessidade de alerta permanente à mudança de paradigmas vêm ultimamente emergindo de todos os tipos de atividade humana. O Brasil, com um patrimônio natural invejável para muitos países, deve avaliar experiências estrangeiras para identificar oportunidades valiosas – a China, por exemplo, em muitos poucos anos se tornará país mais poluidor que os EUA, entretanto, recentemente, políticas ambientais chinesas tem sido desenvolvidas com alto grau de eficácia, pois os chineses percebem até mesmo neste aspecto uma oportunidade de negócio. O progresso econômico de países de Terceiro Mundo como o Brasil pode ser aditivado sobremaneira com negócios ambientais.

Enfim, prospecção de tecnologias ambientais é um trabalho que pode ser aprimorado, em busca de objetivos (desafios) como:

- Promover propostas concretas para desenvolver o processo de Planejamento Estratégico das indústrias brasileiras, de forma que se releve o tema da prospecção tecnológica ambiental ao seu devido grau de importância;
- Identificar as principais oportunidades e obstáculos típicos do cenário brasileiro neste contexto;
- Propor meios de graduar a relevância das futuras tecnologias para contribuição local e global na recuperação do Capital Natural;
- Estabelecer um modelo conceitual para prospecção de tecnologias ambientais adequadas ao cenário local e relevante do ponto de vista global.

Finalmente, reflita-se sobre as tendências tecnológicas industriais que se tem desenvolvido nos últimos tempos. Há, de modo geral, um forte caráter de automatização de processos, pois o mote pareceu sempre ser o da busca por uma produtividade mais e mais eficaz. Assim, em busca da produtividade *a qualquer custo*, a tecnologia se traduz comumente em automatização, e o que a

automatização implica, socialmente, é desemprego – menos postos de trabalho para pessoas, e mais para máquinas.

A direção dada à prospecção das tecnologias carece, então, de uma radical guinada. Evidentemente, com mais automatização ainda se conseguirá muito mais produtividade local (nas empresas), entretanto a um custo social que poucos ousam medir em seus mais amplos graus de conseqüências. Assim, a produtividade local, em tais condições, é ruim para a produtividade de uma nação, e para a sociedade global por extensão.

A ênfase neste tipo de prospecção tecnológica costumeiramente forma Engenheiros e profissionais afins que desenvolvem equipamentos e sistemas que, invariavelmente, criam desemprego. O problema então não é, neste contexto, alcançar maior produtividade *a qualquer custo*, e sim recuperar o Capital Natural. Se aos mesmos Engenheiros fosse dada a diretriz não de construir máquinas e equipamentos cada vez mais autônomos, e sim máquinas e equipamentos cada vez mais adequadas ecologicamente, impactando ao mínimo o Meio Ambiente, teríamos um cenário bastante diferente: toda a criatividade e inovação destes profissionais seriam destinados a algo sumamente mais valioso. A busca de novas tecnologias, desta forma, deve ser orientada a compensar esse tempo perdido.

Abstract

The border of the technological knowledge coincides with technological prospection mechanisms, each time more valued in the current Knowledge Economy. It is a time characterized for the high global competitiveness and organizational turbulences. In such way, the aiming of priorities in the search for the future technologies is given to technological innovation directed for increasing productivity. To search for increasing productivity, by itself, seems sufficiently right and legitimate, however, without a sufficiently coherent alignment with premises, what it occurs is a very harmful an adverse effect: degradation, with no geographic limits. This article argues the aspects related to insertion and valuation of the social-environment variable in the context of Organizations' strategical planning (emphasis in Prospection of Technologies), as well as search to explore lines of direction adjusted for a new form of industrial productivity, that harmonizes the needs of constant social-economic progress with Environment maintenance and improvement of people's life quality.

Keywords: technological prospection, environment responsibility, strategical planning.

Referências

DAVIS, G. **Evolving sources or revolutionary technology – exploring alternative energy paths to 2050.** In: Oil & Money Conference, London, 2001.

HAWKEN, P.; LOVIN, A.; LOVIN, L.H. **Capitalismo Natural: criando a próxima Revolução Industrial.** São Paulo: Cultrix, 2000.

PETROV, V. **Laws of development of needs.** In: ETRIA TRIZ Futures 2005 Conference, Graz, Austria, November 2005.

SKINNER, P. **Remarks at the EU launch of the long-term energy scenarios.** Brussels: 2001.

Dados completos dos autores:

Rodrigo Vinícius Sartori

UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

PPGTE - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia

Mestrando

Av. da Integração, 699 - apto. 102 bloco III

82840-290 - Bairro Alto - Curitiba - PR - Brasil

(41) 8413-0580

rvsartori@gmail.com

Dálcio Roberto dos Reis

UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

PPGTE - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia

Professor Orientador de Mestrado

Av. Sete de Setembro, 3165 - Bloco D - 3º andar

80230-901 - Rebouças - Curitiba - PR - Brasil

(41) 9912-8881

dalcio@utfpr.edu.br

Recebido para publicação em: 20/07/07

Aceito para publicação em: 23/08/07