Tecnologia e improviso. A inovação em ambientes de escassez: o caso das oficinas da Light & Power Co.

Prof. Dr. Marco A. C. Sávio
Faculdade de Ciências Integradas do Pontal (FACIP/UFU)
Pós-graduação em Ciências Humanas e Sociais (PPCHS/UFABC)

Na última década o debate acerca o conceito de inovação ganhou justificada atenção por parte dos definidores de políticas públicas no país, principalmente aqueles ligados ao Ministério da Ciência e da Tecnologia. Desde os anos de 1990, falar em inovação tornou-se assunto fundamental em diversos países do mundo, projetando uma série de escolhas de nações como os Estados Unidos que, durante a administração do presidente Bill Clinton (1993-2000), apostou pesadamente numa economia baseada nos direitos de propriedade intelectual como geradora de um novo ciclo de crescimento.

O debate desencadeado na administração Clinton foi marcado pela percepção de que o crescimento do Leste Asiático, principalmente de países como Japão e Coréia do Sul, surgiam como ameaças à hegemonia econômica dos Estados Unidos. Desde os anos de 1980, a política científica estadunidense procurou aprimorar os processos de transferência de conhecimento entre as universidades e as grandes empresas, vislumbrando as dificuldades de empresas do país competirem com a ascendente economia japonesa. A lei Stevenson-Wydler, de 21 de outubro de 1980, que procurava incentivar as relações entre universidade e empresa é o principal reflexo dessa preocupação. Complementar a essa legislação foi a chamada Lei Bayh-Doyle, de 12 de dezembro do mesmo ano, que acabou por reformular a legislação sobre licenças para uso de pesquisas e seu patenteamento (JOHNSON, 2004). Em 1986, como um desdobramento desse processo, foi promulgada a lei federal de transferência de tecnologia (*Federal Technology Tranfer Act*), autorizando laboratórios e universidades a firmarem contratos com o setor privado em diversas esferas. A lei de transferência de tecnologia transformou, definitivamente, os cientistas em vendedores da ciência e de suas pesquisas particulares.

As iniciativas dos anos de 1980 foram a base do trabalho realizado pelo governo Clinton que catapultou, em definitivo, a questão da inovação para o centro do debate sobre Política Científica, primeiro nos Estados Unidos, depois em todo o mundo ocidental. Na visão apresentada por Al Gore, a Ciência e Tecnologia (C&T) tem um papel decisivo para o desenvolvimento econômico. Essa abordagem é expressa no documento "A Tecnologia

para o Crescimento Econômico da América" (*Technology for America's Economic Growth*). Neste documento, é destacada a necessidade de se superar a pregressa PC estadunidense que havia ditado, desde o pós-Guerra, os caminhos dos investimentos do país. A crença disseminada a partir da administração Clinton era a de que a ciência e a tecnologia serviriam como principal motor para um crescimento econômico sustentável, onde a inovação, sustentada por uma robusta política de propriedade industrial, alavancaria o crescimento dos Estados Unidos. O relatório "A Ciência como Interesse Nacional" (*Science in the National Interest*), é o espelho dessa nova política que alterou substancialmente a abordagem tradicional do governo estadunidense no que tange à Ciência e Tecnologia (C&T).

O debate levado adiante pelo governo Clinton tinha como alvo a transformação de um paradigma de PC que durante décadas foi o responsável por guiar os investimentos do país. A crença nesse modelo de desenvolvimento, como é sabido, tem seu ponto de partida no imediato pós-Guerra. Sob os auspícios do presidente Henry Truman, foi encomendado ao então chefe do Escritório de Pesquisa e Desenvolvimento Científico (OSRD, na sigla em inglês), Vannevar Bush, um relatório que apontasse qual o caminho para o desenvolvimento da pesquisa científica nos Estados Unidos em tempos de paz e qual a importância da ciência para o desenvolvimento econômico. O Relatório produzido por Bush, chamado "A ciência: fronteira sem fim". Neste relatório, Bush apontou aquilo que deveria ser o caminho da política científica estadunidense em tempos de paz, com o objetivo de manter a primazia dos EUA no imediato pós-Guerra. Na introdução de seu relatório, apresentado em novembro de 1944, podemos ler o seguinte:

> Os avanços científicos, quando objeto de aplicações práticas, significam mais empregos, melhores salários, menos horas trabalhadas, maiores colheitas, mais tempo para o lazer, para o estudo, para aprender como viver sem o trabalho insano que tem sido o fardo do homem comum nas eras passadas. Os avanços na ciência trariam um padrão mais alto de vida, levariam à prevenção e à cura de doenças, promoveriam uma melhor conservação dos escassos recursos nacionais e nos assegurariam mais de nos defender contra agressões. No entanto, para atingir esses objetivos – para assegurar um nível de emprego mais elevado, para manter a posição de liderança global – o fluxo de novos conhecimentos científicos deve ser contínuo e substancial[1].

[1] No original: "Advances in science when put to practical use mean more jobs, higher wages, shorter hours, more abundant crops, more leisure for recreation, for study, for learning how to live without the deadening drudgery which has been the burden of the common man for ages past. Advances in science will also bring higher standards of living, will lead to the prevention or cure of diseases, will promote conservation of our limited national resources, and will assure means of defense against aggression. But

A crença apresentada por Bush, apontava para a importância no investimento em pesquisa básica, como o caminho natural para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia em uma nação. Essa crença no progresso da ciência, que por si só significaria um forte incentivo ao desenvolvimento tecnológico, impactando assim no desenvolvimento econômico.

O Relatório Bush, no entanto, ficou esquecido graças ao boom econômico vivido pelos Estados Unidos no imediato pós-Guerra. No entanto, sob a influência do chamado "Efeito Sputnik", o Relatório foi retomado e serviu como base para a reformulação do sistema educacional estadunidense, bem como para uma revisão de sua política científica. Será a partir dos anos de 1950 que o governo dos Estados Unidos passará a se preocupar com políticas voltadas para o incentivo de práticas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), dentro das empresas. A preocupação básica desse movimento era o de como maximizar a difusão do conhecimento científico produzido dentro da universidade para transforma-lo em pesquisa aplicada dentro da indústria. A resposta foi encontrada dentro das preposições de "A ciência – fronteira sem fim". Para Bush, a forma mais efetiva do Estado incentivar a pesquisa na Indústria seria através do investimento em ciência básica, e em incentivos fiscais que promovessem e incentivassem o investimento em P&D. Além disso, alterações na política de patentes seriam de grande valia para a criação de um ambiente que incentivasse o investimento em P&D por parte das empresas, oferecendo em troca um ambiente econômico seguro que garantisse o espaço para a remuneração dos investimentos por parte da Indústria a médio e longo prazos.

A crença na relação entre pesquisa básica e inovação tecnológica ficou expressa através do chamado "modelo linear". Nessa interpretação clássica, a tecnologia é um dado endógeno do desenvolvimento capitalista. Nesse sentido, caberia ao estado investir pesadamente em formação e em ciência básica. O volume de pesquisa em ciência básica levaria a um aumento de investimentos em ciência aplicada, como um resultado natural. A ciência aplicada, por sua vez levaria a inovações que, aplicadas pela indústria, se manifestariam em novas tecnologias e processos de produção. A crença no modelo linear, foi a norteadora da PC estadunidense até o governo Clinton. A transformação proposta desde então acabaria por desaguar num longo debate acerca do papel do estado na formação de engenheiros e pesquisadores, bem como qual o papel desses pesquisadores

---

to achieve these objectives - to secure a high level of employment, to maintain a position of world leadership - the flow of new scientific knowledge must be both continuous and substantial".

no desenvolvimento de pesquisas e no surgimento de inovações (STOKES, 2005). Essa reviravolta na PC dos Estados Unidos levou a uma ampla reformulação dos preceitos da PC de diversos países no mundo, entre eles o Brasil.

No caso brasileiro, a discussão sobre o papel da PC científica e seu papel para o desenvolvimento nacional tem o seu início durante os anos da administração Cardoso. No entanto, alguma sistematização no que diz respeito ao tema foi apresentada apenas no governo Lula, quando a questão da inovação e da competitividade das empresas nacionais entrou na agenda de debates nacional. As diretrizes do que viria a ser a política brasileira de C&T foram apresentados no chamado Livro Azul (Brasil, 2010). Com clara influência dos debates travados nos EUA e no Reino Unido nas duas décadas anteriores, o Livro Azul traça como prioridade para o desenvolvimento brasileiro o pesado investimento em formação de pesquisadores e na aproximação entre a universidade e a indústria. O grande objetivo seria, em consonância com outras políticas desenvolvidas nas economias mais avançadas, criar as condições para que as empresas nacionais se aproveitassem das pesquisas desenvolvidas pelas universidades locais e investissem em inovação a partir do aproveitamento do trabalho de pesquisadores dessas instituições.

Apesar da iniciativa, os resultados do incentivo dessas relações foram modestos. A definição de áreas prioritárias de investimentos pelo livro azul através das chamadas "Tecnologias portadoras de futuro", acabou por atrair mais o interesse de indústrias transnacionais do que de indústrias locais. A ausência de interesse por parte do empresariado nacional reflete uma série de condicionantes históricas que acabam por significar um impasse para investimentos em P&D (DAGNINO; GOMES: 2003). Além disso, a própria tradição da estrutura organizacional nacional, calcada em hierarquias rígidas, com pouco espaço para a criatividade, bem como pela existência de organizações com forte caráter familiar (KUBO; MAIA; SANTOS; SAVIO: 2014).

As dificuldades encontradas para a reprodução de políticas de sucesso em outros países, ou mesmo para ao desenvolvimento de soluções locais para PC, parecem esbarrar no próprio caráter do conceito de inovação e na percepção do risco que envolvem investimento em P&D por parte das empresas nacionais. Essas dificuldades acabam por se transformar numa forte barreira que impede a criação de uma cultura organizacional que incentive o surgimento de departamentos de P&D ou mesmo a aproximação de empresas e universidades.

O conceito de inovação e seu papel na empresa.

Ao longo dos anos muito tem-se falado de inovação. No entanto, o próprio conceito é algo de difícil apreensão, já que pode ter significados diversos em contextos diversos. Esse caráter conceitual difuso acaba levando o senso comum a ver na inovação as invenções de novas máquinas ou grandes descobrimentos disruptivos. Usualmente, o contexto que o senso comum localiza a inovação é no trabalho solitário do pesquisador, que em seu laboratório ou na empresa labuta diuturnamente para a solução de problemas complexos e, na solidão de suas pesquisas, faz os grandes descobrimentos. Essa ideia de "momento eureca", está presente na visão de muitos empresários, o que dificulta o investimento em P&D, já que o caráter da inovação dependeria dessas figuras solitárias, trabalhando em seus laboratórios.

Essa imagem, algo que é amplamente difundida em parte da comunidade científica, que projeta essa autoimagem constantemente para justificar a sua existência (GIERYN, 1995), acaba por influenciar a visão do que é tecnologia e cooperar com a alimentação de mitos que estão impregnados na abordagem clássica através do modelo linear. Freeman e Soet, em seu trabalho seminal sobre inovação (FREEMAN & SOET, 2008), apontam as dificuldades que o trabalho com tecnologia e inovação oferece para os economistas, bem como para os empresários. Para os autores, o próprio conceito de tecnologia – que usamos com o sentido construído nos séculos XVIII e XIX – é o reflexo desse processo.

> A expressão 'tecnologia', com a conotação de um corpo de conhecimentos mais sistemáticos e formais, somente começou a ser usado de maneira geral quando as técnicas de produção alcançaram um estágio de complexidade em que os métodos tradicionais já não eram suficientes. As antigas artes e ofícios (ou tecnologias mais primitivas) têm continuado a existir lado a lado com as novas 'tecnologias', e seria ridículo sugerir que a indústria moderna tenha se tornado agora uma atividade inteiramente baseada na ciência mais do que em ofícios. O 'mecânico do aquecimento de ventilação' ode continuar a ser um simples encanador, o 'tribologista' pode ser apenas um graxeiro e o 'tecnólogo de alimentos' ainda não substituiu o cozinheiro. E talvez estas mudanças nunca irão ocorrer (FREEMAN & SOET, 2008:39).

Essa persistência é um reflexo do próprio processo produtivo. Economistas como Adam Smith e Karl Marx perceberam o papel fundamental da inovação no desenvolvimento industrial. No entanto, cada qual de maneira diferente, localizaram esse processo ligado às atividades diárias do processo produtivo, muito mais do que em investimentos específicos ou numa indústria da inovação. Smith foi o primeiro a sugerir

esse processo em duplo movimento. A inovação seria o resultado do aprimoramento diário do processo produtivo, de um lado, bem como o resultado do trabalho de filósofos e pensadores, de ouro. No caso de Marx, a inovação aparecer como tendo um caráter perturbador do processo de produção e engendrando contradições constantes no mesmo, ampliando a exploração do trabalho, bem como as necessidades de inversão de capital ocasionados pelo aumento da concorrência e a escala de produção. Em ambas as abordagens a inovação aparece como um processo comum do capitalismo industrial. No entanto, as inovações podem ter um caráter tanto endógeno quanto exógeno nesse processo, representando abordagens distintas para a sua interpretação.

Outro fator complicador para a implementação de políticas de inovação é a dificuldade de mensuração econômica dos efeitos da inovação. Para o capitalista, a inovação pode representar risco. A introdução de quaisquer novas tecnologias traz consigo problemas que dizem respeito à sua aceitação tanto no processo produtivo quanto pelo mercado. O famoso estudo de Rosenberg (ROSENBERG, 1963) sobre a introdução do aço rápido na indústria siderúrgica dos Estados Unidos mostra os problemas que envolvem a introdução de inovações no sistema produtivo. A dificuldade de transformação da forma de trabalho instalados nos processos produtivos das empresas, acaba por barrar a introdução de novas tecnologias ou formas de organização. Além disso, a necessidade de tecnologias complementares pode tornar muito caro ou incerto a utilização de inovações, o que torna mais difícil a sua introdução. Essa abordagem, como aponta também Rosenberg (ROSENBERG, 1996), leva em conta o fato de que o desenvolvimento tecnológico ocorre em nichos, sendo a introdução de inovação não de um caráter linear, mas sim descontínuo. O caso do aço rápido mostra que, quando bem-sucedidas, as introduções de inovações geram um processo de transformação de um determinado campo de conhecimento ou de tecnologias afins com a inovação originalmente introduzida, deixando outros campos da produção inalterados.

Além disso, a dificuldade de tangenciar a inovação dentro do sistema de produção torna difícil o seu desenvolvimento, bem como a institucionalização de políticas de P&D dentro das empresas. O sucesso do mercado de inovações em países como os Estados Unidos, nesse sentido, está ligado mais a um mercado financeiro capaz de tomar riscos e de investir em empresas voltadas para inovação (*Start Ups*). A inovação, em determinados contextos, por si só transforma-se em negócio, podendo se transformar em

ativos para determinadas empresas, ampliando sua capacidade de investimentos através da atração de investidores interessados em lucros futuros.

Num interessante trabalho de Thomas Misa sobre os problemas envolvendo inovação e patentes (MISA, 2003), o autor nos chama a atenção para a cisão, cada vez mais clara, entre patentes e inovação. Para o autor, a patente é algo completamente distinto de inovação, já que ela se resume a um processo legal que envolve formas de registro de processos ou potenciais invenções. No entanto, a patente por si não é garantia de inovação, já que o caminho entre o registro legal e a sua aplicação prática, em muitos sentidos, nunca se completa. A cisão entre esses dois importantes polos do processo, bem como a criação de um mercado de especulação que sustentam empresas que produzem patentes através da expectativa de ganhos futuros.

Em ambientes onde tal incentivo é inexistente, como é o caso brasileiro, as dificuldades para investimentos em P&D por parte da empresa são reforças pela dificuldade de tangenciar os ganhos possíveis com inovação, Freeman & Soet apontam que uma das barreiras mais complexas para a ampliação de investimentos em P&D está exatamente no caráter intangível que envolve tal atividade. Em diversas esferas (seja no investimento em educação, seja na criação de cursos universitários, seja na aproximação entre empresas e universidades, seja no surgimento de departamentos de P&D profissionais nas empresas) a intangibilidade de novos conhecimentos, problemas, processos não incorporados, novas ideias ou invenções), acabam por se transformar num desincentivo para que empresários invistam em P&D.

Às dificuldades elencadas se soma a ausência de tradição do uso de inovações por nossas empresas nacionais, devido a uma série de condicionantes que começam no baixo nível de competitividade de nosso mercado nacional. O empresariado mostra-se relutante a investir em pesquisa local, preferindo importar maquinário ou processos já testados, colocando a produção local sempre num caráter complementar ao da indústria internacional. Isso aponta a dificuldade de empresas brasileiras se inserirem de forma ativa em redes de fornecimento internacional, havendo poucas e honrosas exceções (como é o caso da EMBRAER), que desmentem essa situação.

Nesse ambiente de poucos investimentos, a inovação assume um caráter de grande risco, e acaba por responder a arranjos não profissionais que respondem a demandas específicas. Essas demandas podem ser maiores ou menores, dependendo do caso e do

nível de inserção da empresa no mercado nacional. Em linhas gerais, a inovação nas empresas brasileiras é de caráter ocasional e precário. Essa prática responde às necessidades ditadas pela escassez de recursos e de tecnologia acessível, forçando determinadas empresas a adotarem práticas de inovação com a ajuda de métodos tradicionais, bem como através de estratégias imitativas e dependentes (FREEMAN & SOET, 2005:475-484).

Ao se observar essa situação em perspectiva histórica, fica possível vislumbrar a origem dessas estratégias no país, uma economia que se desenvolveu através da importação e transferência de tecnologia em diversos níveis e em ampla extensão ao longo de todo o século XX. Os primórdios da industrialização no Brasil fornecem exemplos interessantes sobre esse processo de inovação da escassez, onde a única forma que manter as poucas empresas industriais em funcionamento era se utilizando de artesão que encontravam soluções dentre a precariedade e escassez de alternativas do mercado de produtos tecnológicos no Brasil no início do século XX.

Nesse ambiente, a Light & Power Company, empresa canadense que se instala no Brasil no ano de 1899, foi a primeira empresa a criar um departamento cujo principal objetivo era o de sanar a falta crônica de peças de reposição para suas máquinas, além de ajustar, de forma constante, a tecnologia importada dos Estados Unidos e do Reino Unido, à realidade local. As oficinas da Light, em certo sentido, são o primeiro experimento de P&D da escassez instalado no Brasil. Seus funcionários eram os responsáveis, desde o primeiro ano da empresa no Brasil, por garantir o seu funcionamento precário, e por garantir os lucros do capital aqui investido pelos acionistas dos Estados Unidos, Canadá e Reino Unido.

A inovação na escassez: o caso das oficinas da Light.

A Light & Power Company, ao longo dos primeiros 30 anos do século XX, foi a maior empresa do Brasil. Maior investidor e maior contratadora de trabalhadores até os anos de 1960 do século passado. Os vultuosos números da companhia canadense estão ligados diretamente ao tipo de serviço que ela fornecia. Sendo a primeira empresa a trabalhar com tecnologia elétrica no país em larga escala, a Light foi também a maior indutora na formação de mão-de-obra especializada no país. Desde funcionários especializados, até engenheiros, companhia teve papel fundamental no desenvolvimento e na inserção das tecnologias da eletricidade no país.

Os primeiros anos da empresa norte-americana em São Paulo foram os da expansão das contratações e do processo de formação de uma mão-de-obra local que pudesse dar conta das necessidades, presentes e futuras, da empresa. A todo o momento se encontram em jornais da época anúncios de empregos da companhia. Esses anúncios, publicados em diversas línguas, principalmente em português e em italiano, mostravam a grande necessidade de trabalhadores que pudessem manter o ritmo de expansão da Light na cidade e que garantissem a execução dos serviços que a empresa prestava. Essa necessidade de contratação aumenta ainda mais na medida em que os trabalhadores trazidos pela empresa, em sua maioria do Canadá e dos Estados Unidos, com o vencimento de seus contratos, começavam a retornar para as suas terras natais.

Desde o dia que antecedeu a inauguração dos bondes em S. Paulo, a Light & Power percebeu a importância de contar com um corpo técnico que pudesse suprir as necessidades da empresa, principalmente na solução dos problemas envolvendo a circulação de seus bondes e a transmissão elétrica. Esses problemas eram causados, em sua maioria, por peças defeituosas vindas da General Electric e que chegavam com pequenos defeitos ao Brasil.

Desde seus primeiros anos no país a companhia canadense enfrentava um sério problema para a importação de peças sobressalentes. Esses problemas deviam-se a diversos fatores, muitos deles fora do controle da companhia canadense, tendo o seu início junto da empresa que era responsável pela venda e distribuição da maior parte dos materiais elétricos utilizados no país: a General Electric. Normalmente a Light & Power realizava as suas compras junto à GE diretamente em Nova Iorque através de F. S. Pearson ou através de seu representante em São Paulo – e também empregado da empresa canadense – James Mitchell. No entanto, não se sabe ao certo se por problemas no embarque, no translado ou no desembarque, as peças chegavam em boa parte com defeitos pequenos e grandes, alguns deles fáceis de sanar, outros nem tanto.O primeiro problema constatado com as peças não ocorreu nos bondes, mas sim na casa de força da Rua São Caetano. Lá temos o primeiro exemplo daquilo que viria a ser uma constante nos primeiros anos da empresa no Brasil e que se prolongariam por décadas, graças à inexistência de uma indústria nacional que pudesse suprir a demanda por peças de reposição.

No dia 15 de maio de 1900, ocorreu uma explosão nas oficinas de São Caetano e que paralisou por várias horas o tráfego de bondes na cidade devido á falta de energia. No mesmo dia, em uma carta enviada a F. S. Pearson, que à época se encontrava em Londres, R. C. Brown, o engenheiro responsável da companhia canadense em S. Paulo, relatou que o acidente fora provocado por uma série de rachaduras em pequenos discos que compunham o gerador. Essas rachaduras, de origem desconhecida, acabaram por fazer os discos quebrarem, resultando numa pequena explosão que fez cessar a produção de força. Na ocasião, Brown viu-se obrigado a utilizar-se de peças adaptadas de outras máquinas para manter o gerador funcionando. Para tanto, Brown recorreu aos artesãos das casas importadoras da capital (principais fornecedores de maquinário para a indústria de tecelagem). O trabalho daqueles homens significou o ponto de partida para uma prática que daria à Light a capacidade de buscar soluções locais para os problemas crônicos de fornecimento de peças que atingiam o país e, consequentemente, a empresa de eletricidade.

A construção das oficinas da empresa, localizadas na Rua dos Lavapés, no bairro do Cambuci, em S. Paulo, foi o embrião daquilo que poderíamos chamar de investimentos em P&D no Brasil. Os trabalhadores das oficinas eram os responsáveis por encontrar soluções para a escassez de peças e materiais vários, como madeira para a instalação de trilhos. Com a rápida expansão da rede de bondes, o número de problemas envolvendo as máquinas utilizadas pela empresa se ampliou. As soluções, invariavelmente, partiam dos testes feitos nas oficinas da empresa e na utilização de novos materiais, nem sempre os mais adequados para as necessidades do uso para garantir tráfego seguro dos bondes ou na distribuição da eletricidade. Dois casos ilustram esse processo de inovação da escassez. O primeiro diz respeito à utilização de árvores para dormentes. O segundo, diz respeito à ampliação da frota de bondes na cidade de S. Paulo com o uso de bondes antigos.

No caso da madeira, a empresa canadense enfrentou rapidamente uma escassez de madeira de peroba para a produção de dormentes e o assentamento dos trilhos. A madeira possui um papel fundamental para a estabilidade dos trilhos, bem como para a absorção das vibrações dos bondes, garantindo a longevidade do trabalho de assentamento. A falta da peroba, árvore de madeira dura e resistente, levou a companhia a testar uma série de prováveis substitutos para a espécie. A inexistência de publicações sobre resistência dos materiais no país, resultou na necessidade de a empresa encomendar testes com tipos locais que pudessem substituir a resistente peroba. A espécie escolhida, o faveiro, serviu bem aos propósitos das instalações, apontando para uma adaptabilidade do processo de

transferência tecnológica (HUGUES, 1989) para as condições locais. O uso do faveiro foi um exemplo das inovações incentivadas pelo ambiente de escassez enfrentado pela empresa canadense. Essa escassez foi a responsável por soluções originais locais que se aproveitavam de um conhecimento técnico oferecido por artesão, no início, e por técnicos formados nas próprias oficinas da Light.

No caso da expansão da rede de bondes, a empresa – por dificuldades de importação causadas tanto por problemas no transporte, quanto por variações cambiais que encareciam a compra de novos carros – se utilizou de um expediente que demonstra a maturidade de suas instalações, bem como a qualidade do treinamento de seus mecânicos nas oficinas. A partir do ano de 1907, a empresa começou a produzir parte de seus próprios carros, com a utilização de carcaças de antigos bondes puxados a burro. O desenvolvimento de pequenas peças para os carros a partir de modelos de peças originais, feitas de peças retiradas de máquinas diversas, foi supervisionado pelo próprio Robert C. Brown, o que resultou na produção dos primeiros modelos de bonde da empresa, feitas a partir da recauchutagem de equipamentos diversos. O sucesso na produção desses bondes acabou por se transformar em peça de propaganda para os acionistas da empresa em Nova York, que se mostraram muito satisfeitos com os resultados obtidos pela empresa em S. Paulo. As oficinas da Light em S. Paulo podem ser consideradas um espaço para o exercício da inovação, mas não na acepção moderna do termo, mas sim numa espécie de inovação da escassez, ditada pelos recursos parcos e pelas necessidades crescentes (SRINIVAS & SUTZ, 2008) da empresa para manter sua expansão na cidade de S. Paulo e nos outros municípios em que atuava.

Uma análise do trabalho nas oficinas da empresa, bem como nos registros e comunicações internas da Light, pode significar um importante subsídio para a melhor compreensão dos processos de inovação desenvolvidos em países como o Brasil. Esse estudo é importante para compreender de que forma a inovação pode surgir em ambientes de escassez, sem recorrer ao desenvolvimento de modelos de P&D como os consagrados pelos produtores de políticas públicas em países onde há vastos recursos para investimentos no setor. Nesse sentido, a ideia de inovação em ambiente de escassez pode apontar para a necessidade do desenvolvimento de polícias específicas para setores pouco privilegiados pelas atuais políticas propostas pelo estado.

Uma melhor compreensão dos significados da inovação dentro das necessidades colocadas pelas diversas realidades locais seria um incentivo para o desenvolvimento de

melhores políticas públicas, com o foco mais especifico em tecnologias voltadas para a resolução de problemas fundamentais da sociedade brasileira e, não apenas, para a criação de produtos capazes de disputar espaço no mercado global de alta tecnologia.

Referências

BRASIL. **Livro Azul.** 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável. Brasília: MCT, 2010.

BUSH, Vannevar. *Science – The Endless Frontier*, 17/11/1944. Acessado em http://www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.htm#ch1.

DAGNINO, R. & GOMES, E. "A relação universidade-empresa: comentários sobre um caso atípico. **Gestão & Produção**. Campinas: v. 10, n.3, Dez. 2003, p. 283-292 .

DOSI, Giovanni. "Technological Paradigms and Technological Trajectories. A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change". **Research Policy**, Vol. 11 (1982):147-162.

FREEMAN, Chris & SOET, Lucas. **A economia da inovação industrial**. Campinas (SP): UNICAMP, 2008, pp. 455-491.

ESTOKES, Donald E. **O quadrante Pasteur.** A Ciência básica e a inovação tecnológica. Campinas: UNICAMP, 2005.

JOHNSON, Ann. "The End of Pure Science: Science Policy from Bayh-Dole to the NNI". In: D. Baird, A. Nordmann & J. Schummer (eds.). **Discovering the Nanoscale**. Amsterdam: IOS Press, 2004, pp. 217-230.

KUBO, Edson K. M; MAIA, Celso; SANTOS, Isabel C. e SAVIO, Marco. A. C. Fatores da cultura organizacional que condicionam ou limitam o processo de inovação. **Revista Capital Científico** (UNICENTRO), v. 12, p. 150-163, 2014.

MISA, Thomas. "Beyond the Linear Models: Science, Technology, and Process of Change". **Paper for Nobel Symposium #123**: "Science and Industry in 20th Century". Stockholm, 21-23 November 2002 (Revised Feb. 2003).

ROSENBERG, Nathan. "The Direction of Technological Change: Inducement Mechanisms ad Focusing Devices". In: Idem. **Perspectives on Technology**. Cambridge: The Cambridge University Press, 1996, pp. 108-123.

_____. "Technological Change in Machine Tool Industry, 1840-1910". **The Journal of Economic History**, Vol. 23, Issue 4 (Dec. 1963):414-443.

SÁVIO, Marco A. C. "A Light & Power e o *momentum* da eletricidade em São Paulo". **Tempos Históricos**, vol. 07, n. 1, pp.187-214, 2005.

_____. "Technology Transfer and Modernization. The Case of São Paulo's Tramway System (1900-1909)". In: ANDERL, Riner; ARICH-GERZ, Bruno & SCHMIEDE, Rudi (Eds.). **Technologies of Globalization. International Conference**. Darmstadt: Technischen Universität Darmstadt, 2008, pp. 262-274.

SRINIVAS, Smita & SUTZ, Judith. "Developing countries and innovation: Searching for a new analytical approach". **Technology in Society**, 30 (2008): 129–140