Inovação e Avaliação do Ciclo de Vida no Contexto Sustentável

SALVADOR, R.[a*], HORCHULHACK, B. W.[a], FRANCISCO, A. C.[a], PIEKARSKI, C. M.[a], LUZ, L. M.[a]

a. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa

**Autor para correspondência, salvador.rodrigors@gmail.com*

Resumo

A intensa competitividade que apresenta o mercado atual incentiva às organizações a inovar para se manterem atuantes e competitivas no mercado. Além disso, devido a importância que a questão ambiental vem ganhando no cenário atual, a busca pelo desenvolvimento sustentável encoraja o uso de ferramentas de gestão ambiental que venham diminuir os impactos causados pelos produtos. Uma das ferramentas disponíveis que pode contribuir neste aspecto é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) que engloba todas as etapas do ciclo de vida do produto. Portanto, este artigo objetiva apresentar o papel que a Inovação Tecnológica em conjunto com a ACV desempenha no Desenvolvimento Sustentável. Para isto fez-se uso de um referencial teórico a respeito de Sustentabilidade, ACV e Inovação Tecnológica. Observou-se que Inovação e ACV no uso integrado trilham um caminho rumo a uma produção mais atenta aos aspectos ambientais e colaboram no desenvolvimento sustentável, pois ao mesmo tempo em que a evolução tecnológica logra o benefício econômico a ACV indica o caminho que provoca os menores impactos.

Palavras-chave: *Desenvolvimento Sustentável, ACV, Inovação Tecnológica, Responsabilidade Social.*

1. Introdução

Com o advento da Revolução Industrial no século XIX, melhorias tecnológicas foram e vêm sendo incessantemente percebidas, na busca do desenvolvimento organizacional e permanência no mercado. Percebe-se também a necessidade de buscar maneiras para otimizar processos, alcançando maior eficiência e redução de custo, uma vez que o cenário mercadológico incentiva às organizações a buscarem inovações e atualizações tecnológicas para se manterem competitivas.

Além disso, no panorama atual em que a sociedade se encontra, o cuidado relacionado a questão ambiental também deve ser um fator importante para a organização. Assim, estes fatores guiam as empresas para um caminho que direciona a junção da inovação tecnológica com ferramentas de gestão ambiental.

Uma das ferramentas de análise ambiental em voga é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), que possibilita a identificação de aspectos e impactos ambientais potenciais relacionados a um sistema de produção de um bem ou da prestação de um serviço. A ACV, segundo Bocken et al (2012), é uma das mais completas e mais complexas ferramentas para estudos de desempenho ambiental, tendo seu uso importante relevância e resultando em informações preciosas na tomada de decisão.

Percebe-se com isso que, a busca por uma sociedade sustentável envolve questões complexas, para tanto este estudo justifica-se pela necessidade da percepção da delicada relação entre a indústria e o meio e, os resultados e consequências advindos das tomadas de decisão por parte dos representantes das organizações a caráter dos princípios de sustentabilidade.

Em face do exposto, este trabalho tem como objetivo apresentar o papel que a Inovação Tecnológica em conjunto com a ACV desempenha no Desenvolvimento Sustentável. Para isso, a abordagem metodológica utilizada foi uma pesquisa documental qualitativa tratada por meio do levantamento de um referencial teórico a respeito de Inovação Tecnológica, Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e Desenvolvimento Sustentável.

2. Inovação Tecnológica

Com a globalização, a atualização constante dos produtos e modos de produção tornou-se quase imperativa. Segundo Pacagnella Júnior e Porto (2012) para que a organização continue atuante no mercado deve sofrer atualização contínua a respeito de seus bens de consumo produzidos e/ou dos serviços prestados, assim como dos processos produtivos. Neste sentido a inovação tecnológica caracteriza-se pela aplicação de conhecimento tecnológico no desenvolvimento e aprimoramento de novos produtos e processos produtivos (ROCHA e DUFLOTH, 2009; STOCK, GREIS e FISCHER, 2002).

Stock, Greis e Fischer (2002), relatam que a inovação da empresa não depende necessariamente do seu tamanho. Percebe-se, deste modo, que o "incentivo mercadológico" persuade desde as micro e pequenas empresas a fazer parte do não mais seleto grupo das empresas inovadoras, entrando assim, no processo de melhoria contínua.

Diante deste contexto, com a finalidade de aumentar a capacitação tecnológica e visando adaptarem-se às demandas do mercado, empresas nacionais têm buscado vantagens competitivas por meio da introdução de inovações tecnológicas (CALLIGARIS e TORKOMIAN, 2003).

Assim corroboram Desouza, Awazu e Ramaprasad (2007), relatando que os primeiros trabalhos na literatura a respeito de Gestão Tecnológica notaram o importante papel que os usuários desempenham no processo de inovação, especialmente nos processos de desenvolvimento de novos produtos, já que são esses os alvos das consequências destas mudanças e os que, de certa forma, trilham o caminho deste desenvolvimento. (ver a ligação deste parágrafo com o anterior e com o que vem depois dele)

Silveira Bruno e Martins Bruno (2009, p. 567) colocam que as ações inovativas de hoje não podem mais ter a mesma base que as do passado, uma vez que "produtos, insumos, máquinas, processos, métodos e formas de organização do trabalho estarão cada vez mais condicionados pelo impacto que causam ao meio ambiente e pela observância de critérios éticos e de legislações de amparo ao trabalho".

Nesta perspectiva o desenvolvimento de produtos com apelo sustentável, depende do uso de ferramentas que possibilitem a mensuração dos potenciais impactos que estes possam causar e, uma destas ferramentas é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV).

3. Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)

A ACV teve seu início na década de 1960 com a crise do petróleo, quando a sociedade começou a se questionar sobre o uso dos recursos naturais. No início os estudos eram menos complexos e ainda não eram caracterizados plenamente como a ACV que se conhece hoje, eram conhecidos como "análise do perfil ambiental" (CETEA, 2007).

Nos anos seguintes os estudos enfraqueceram, ressurgindo, na década de 1980 e foram intensificadas nos anos 1990 com a normalização da ferramenta pela *International Organization for Standardization*

(ISO) e a preocupação com os resíduos sólidos (WILLERS e RODRIGUES, 2012). Atualmente, as normas que regem o desenvolvimento de um estudo de ACV são a ISO 14040:2009 - Princípios e Estrutura (ABNT, 2009a); e a ISO 14044:2009 - Requisitos e Orientações (ABNT, 2009b).

A ACV é uma "ferramenta utilizada para identificar e mensurar impactos ambientais potenciais e auxiliar, dirigido pela etapa de interpretação, o gerenciamento de recursos e processos de forma a reduzir os impactos causados e lograr benefícios econômicos" (HORCHULHACK et al, 2012, p. 4).

No entanto, conforme citado por Ferreira (2004), uma ACV não determina qual processo ou produto tem melhor desempenho ou é mais caro. Portanto, os resultados devem ser utilizados como parte de um processo de decisão, que leve em consideração a performance e o custo.

Curran (1993) complementa que a ACV é útil para a identificação de ações de prevenção da poluição, mas deve-se salientar que a análise necessita ser bem feita para que os resultados sejam significativos. Neste caso, deve-se, por exemplo, avaliar se as alterações que podem ser feitas, não causarão um impacto ambiental em outra área. Deste modo, estes resultados auxiliam no processo de tomada de decisão e na busca da construção de uma produção mais limpa e sustentável.

4. Desenvolvimento Sustentável

Desenvolvimento sustentável é compreendido como um meio de desenvolvimento que supre as necessidades do presente, no entanto, sem prejudicar que a capacidade das gerações futuras de atenderem suas necessidades seja prejudicada.

Ormond (2004, p. 96), afirma que desenvolvimento sustentável é

> "o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras aderirem às suas próprias; deve significar desenvolvimento econômico e social estável e equilibrado considerando as fragilidades dos sistemas naturais".

A sustentabilidade é dependente da preocupação com os cuidados ecológicos e aproveitamento adequado dos recursos naturais (SACHS, 2004). É característica da tomada de decisão consciente de todos os riscos ambientais inerentes sem deixar de considerar o contexto econômico e social.

A responsabilidade socioambiental está ligada à preocupação e o direcionamento das ações da organização na visão do envolvimento e desenvolvimento das ações cidadãs da empresa em relação a todos os níveis de relacionamento da mesma, desde o consumidor final até o meio ambiente (GOMES et al 2009).

Essa busca cada vez maior pelo desenvolvimento sustentável, segundo Lemos e Nascimento (1999) deve-se, em grande parte, a fatores externos, tais como: pressão por parte da sociedade; dos Governos; das instituições financeiras internacionais; pressão decorrente da acirrada concorrência, devido à globalização da economia; pressões de organizações não-governamentais (ONGs); conceitos novos referentes a sistemas de qualidade total - ISO 9000; gestão ambiental – ISO 14000; dentre outros.

Devido a estes fatores, um número crescente de ferramentas e abordagens para o desenvolvimento sustentável estão surgindo. Segundo Robert et al (2002), algumas delas podem ser vistas como contraditórias entre si. Contudo, uma abordagem dos sistemas consistente com os princípios de sustentabilidade mostram que as mesmas são complementares e podem ser usadas paralelamente para estratégias de desenvolvimento sustentável.

É colocado por Robert et al (2002), que há elementos essenciais para um modelo de sistema de desenvolvimento sustentável, com a relação trabalhada em níveis, sendo estes:

- Nível 1: o sistema global em foco, a sociedade e os ecossistemas circundantes;

- Nível 2: os princípios para sustentabilidade, definição da meta, o estado de sustentabilidade dentro do sistema global;

- Nível 3: os princípios para o desenvolvimento sustentável, as estratégias, os processos para alcançar a meta;

- Nível 4: as ações, a aplicação dos princípios descritos no nível anterior na promoção de ações concretas;

- Nível 5: estão as ferramentas, processos que tornam possível a mensuração da efetividade e do progresso das ações.

Contudo, não basta apenas que se saiba os passos para a sustentabilidade, é necessário que haja a concretização destas ações, o conhecimento adequado aliado a este desenvolvimento. O que, na ótica de Cash et al (2003), "ciência e tecnologia devem desempenhar um papel mais central na busca pelo desenvolvimento sustentável", pois ainda existem poucos esforços institucionais sobre como criar instituições que efetivamente tirem proveito de ciência e tecnologia para a sustentabilidade.

Uma mudança desta percepção é notada por Lemos e Nascimento (1999), onde afirmam que "a sociedade está, cada vez mais, tomando consciência que a variável ambiental é importante e que ela diz respeito a todos", colocando que o homem tem se sensibilizado no que concerne ao desenvolvimento de atividades de forma sustentável, evitando, ou, a princípio reduzindo, a carga ambiental dos processos relativos à estas cadeias produtivas.

O conceito de sustentabilidade engloba não apenas a interação do homem com o meio visando à preservação no aspecto material, político e econômico, mas também uma combinação interdependente entre parceria, diversidade e flexibilidade (ROHRIG, ZASSO e WAKULICZ, 2007). Os autores colocam ainda que no âmbito da responsabilidade social a organização tem o papel de cuidar da relação que a empresa tem com a qualidade de vida das pessoas que vivem ao seu redor, devendo alcançar o equilibro numa relação recíproca entre ela mesma, a sociedade e o meio ambiente.

5. Uso de Inovação Tecnológica e Avaliação do Ciclo de Vida no contexto sustentável

A inovação tecnológica auxilia na permanência da organização no mercado e, além disso, no crescimento e desenvolvimento da mesma, ampliando sua atuação. A partir do momento em que a organização apresenta tal evolução atingindo, assim, uma maior parcela do mercado, é incentivada a ampliar suas fronteiras de produção e atendimento.

Na ótica de Gomes et al (2009), as questões socioambientais atuam diretamente nos aspectos inovador e sustentável e têm influência na conquista de mercado e desenvolvimento organizacional.

A responsabilidade socioambiental da organização vai muito além de normas ou imposições legais. A instituição deve buscar sua melhoria baseada em decisões que tragam não apenas benefícios imediatos, mas que perdurem e sejam benéficos a longo prazo econômica e ambientalmente.

Gomes et al (2009, p. 40-41), descreve a responsabilidade socioambiental como:

> "o dever ou a obrigação da organização em responder – perante todas as partes interessadas – pelos impactos ou danos ao homem e aos ecossistemas naturais, causados por seus atos, processos e produtos, uma vez introduzidos no meio público".

No uso de processos de produção sustentáveis, hoje, se fazem necessárias ações que diminuam a emissão de gases agravantes do efeito estufa; o descarte de resíduos líquidos, e o descarte de resíduos sólidos, de toda natureza, que tem cada vez mais aumentado e preocupado pela falta de espaço e locais adequados para descarte; entre outros pontos a serem considerados.

Por esta perspectiva, pode-se notar que o uso da ACV é aplicação diferencial neste aspecto. Tendo o conhecimento de todo o ciclo de vida do produto, é possível identificar onde ocorre o maior impacto ambiental, em que etapa de produção, ou qual insumo o causa.

A partir deste conhecimento tem-se novamente o uso da inovação tecnológica. O aprimoramento do processo de produção, ou a criação de um processo novo; e a substituição de componentes ou a criação de novos componentes utilizados na produção; estes identificados como pontos principais dos impactos causados, por meio da inovação tecnológica, com a preocupação ambiental há o aprimoramento industrial e o desenvolvimento de forma sustentável.

Toda a gama de equipamentos tecnológicos produzidos, são pensados para uso humano, sendo assim, estas melhorias necessárias para que acompanhem a evolução, mas que acompanhem paralelamente a evolução do ambiente ou, que venha a promover gradualmente a melhora das condições ambientais, para que seja alcançado o equilíbrio.

Bunduchi, Weisshaar e Smart (2011) em seu estudo afirmam que os custos de inovação e benefícios variam de acordo com a evolução da tecnologia. Na decorrência da difusão da tecnologia, os custos econômicos de implantação vão sendo minimizados até que sejam anulados e comecem a resultar em lucro. Porém os custos podem não ser apenas econômicos. Os mais arriscados e mais "caros" vêm a ser os ambientais, pois as consequências destes podem vir a afetar a sociedade como um todo, ainda mais no campo em que não há apenas uma organização neste processo.

Assim torna-se diferencial o uso de ferramentas que avaliem estes custos e potenciais riscos ambientais. Neste caso a ACV vem de encontro à produção sustentável, auxiliando nesta mensuração e na trilhagem de um caminho mais seguro. Pois, com o uso da ferramenta, tendo-se conhecimento de todo o processo produtivo, de forma ampla e ao mesmo tempo detalhada, a rigor da etapa de construção do inventário, tem-se uma visão mais crítica do que realmente acontece ao longo do ciclo de vida do produto.

A identificação de potenciais pontos de melhoria é uma das consequências do estudo e, com o auxílio de *softwares* como Humberto e SimaPro e bases de dados como a Ecoinvent e KCL Ecodata, hoje disponíveis, essas análises tornam-se mais rápidas e precisas. Além disso, há possibilidades de simulações do uso de materiais e de processos para que se chegue a menor quantidade e intensidade possível dos impactos dentro da possibilidade da cadeia produtiva.

Hansen et al (2010), em estudo para obtenção do perfil ambiental do porcelanato branco esmaltado, fez uso do *software* SimaPro, para construção de tabelas e fluxogramas sobre o ciclo de vida do produto, e do banco de dados Ecoinvent. Com auxílio destes foram verificadas as influências das etapas do sistema produtivo em cada categoria de impacto, a exemplo depleção abiótica, acidificação, eutrofização, aquecimento global, depleção da camada de ozônio, toxicidade humana, ecotoxicidade e oxidação fotoquímica.

Desta forma, os resultados obtidos na ACV podem ser utilizados para melhorias de cunho ambiental, visto que, podendo avaliar onde estão os maiores impactos, pode-se buscar melhorias. Lemos e Nascimento (1999), relatam que as questões ambientais geram oportunidades, sendo estas um modo diferenciado de observar e identificar novas formas de produção que agridam menos o meio ambiente.

Ter visão, saber empreender, é algo de extrema importância para as empresas que querem continuar ativas no mercado. Identificar essas oportunidades tendo ideias que visem a uma produção mais limpa colocará a empresa à frente das demais.

Para atingir o público-alvo é necessário saber o que o consumidor espera. Lemos e Nascimento (1999), estudando uma empresa do setor de agribusiness, observaram que o novo padrão de pensamento das pessoas (valorizando produtos "ecologicamente corretos") leva a um grande aumento de demanda a esses produtos, notando, também, que muitas delas se mostram dispostas a pagar um preço mais alto por tais produtos. Sendo assim, se o preço pode ser mais alto, há grandes chances de compensação mesmo que os custos de produção de produtos "ecologicamente corretos" sejam mais altos.

Entender as novas tendências do mercado, enfocando principalmente no consumidor é um modo de inovar, pois mudanças ocorrem a todo tempo e é preciso estar sempre atento aos acontecimentos, assim a empresa pode tirar vantagens de onde antes existiam ameaças, considerando as cada vez mais rígidas exigências governamentais a respeito das questões ambientais.

6. Considerações finais

Quando os conceitos sociais, econômicos e ambientais são trabalhados juntos, é necessária habilidade das organizações para lidar com as mudanças. Tal fato requer grande conhecimento sobre tendências de mercado, gestão ambiental, tecnologias disponíveis e pesquisas com o objetivo de averiguar as preferências dos consumidores.

Atualmente o consumidor está cada vez mais atento e interessado em produtos ambientalmente corretos. Há grande valorização destes e, isto se torna uma ferramenta de competitividade, pois muitos consumidores apresentam-se dispostos a adquirir produtos dentro destes atuais padrões mesmo que se custo seja maior.

A importância da inovação tecnológica neste contexto é claramente delineada pela necessidade de contínua atualização por parte da organização para permanência no mercado e, deste modo vem a ACV a ser uma das principais ferramentas de auxílio na melhoria da eficiência e identificação dos impactos potenciais advindos do processo produtivo.

O uso da ACV na implementação de inovações tecnológicas desempenha importante papel na diminuição do impacto ambiental. Ou mesmo na prevenção do mesmo, dado que na implementação ou renovação de processo ou produto, se analisadas as características ambientais antes que o impacto seja causado, a respeito do conhecimento e uso dos dados já registrados referentes à dada cadeia produtiva, o benefício é dado sem que o malefício tenha sido causado.

No atual panorama, a sociedade global encontra-se em um perfil incipiente em relação a um desenvolvimento sustentável. É necessária a intensificação das ações por parte das organizações e a sensibilização da parcela que ainda não faz uso de tais práticas.

Observou-se que Inovação e ACV no uso integrado trilham um caminho rumo a uma produção mais atenta aos aspectos ambientais e colaboram no desenvolvimento sustentável, pois ao mesmo tempo em que a evolução tecnológica logra o benefício econômico a ACV indica o caminho que provoca os menores impactos.

7. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO 14040: Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. Brasil, 2009a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO 14044: Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Requisitos e Orientações. Brasil, 2009b.

BOCKEN, N. M. P. et al. Development of a tool rapidly assessing the implementation difficulty and emissions benefits of innovations. Technovation, v. 32, p. 19-31, 2012.

BUNDUCHI, Raluca; WEISSHAAR, Clara; SMART, Alison U. Mapping the benefits and costs associated with process innovation: The case of RFID adoption. Technovation, 31, 2011, p. 505-521.

CALLIGARIS, Aline Bellintani; TORKOMIAN, Ana Lúcia Vitale. Benefícios do desenvolvimento de projetos de inovação tecnológica. Revista Produção, v. 13, n. 2, 2003.

CASH. David W.; CLARK, William C.; ALCOCK, Frank; DICKSON, Nancy M.; ECKLEY, Noele; GUSTON, David H.; JÄGER, Jill; MITCHELL, Ronald B. Knowledge systems for sustainable development. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 100, n. 14, jul -2003.

CETEA/ITAL. Avaliação do Ciclo de Vida como Instrumento de Gestão. Leda Coltro (Org.) Campinas: CETEA/ITAL. 2007.

CURRAN, Mary Ann. Broad-based Environmental Life Cycle Assessment. Environ. Sci. Technol, 1993, vol. 27, n. 03.

DE SOUZA, Kevin C.; AWAZU, Yukika; RAMAPRASAD, Arkalgud. Modifications and innovations to technology artifacts. Technovation, 27, p. 204-220, 2007.

FERREIRA, José Vicente Rodrigues. Análise de ciclo de vida dos produtos. Instituto Politécnico de Viseu. 80 p. 2004.

GOMES, Claudia Mafini; KRUGLIANKAS, Isak. HORNEAUX JÙNIOR, Flávio; SCHERER, Flávia Luciane. Gestão da inovação tecnológica para o desenvolviemnto sustentável em empresas internacionalizadas. Gestão & Regionalidade, vol. 25, n. 73 - jan-abr/2009, p. 35-47.

HORCHULHACK, Bruna Wasilewski; SALVADOR, Rodrigo; FRANCISCO, Antonio Carlos de; PIEKARSKI, Cassiano Moro; LUZ, Leila Mendes da. Ecodesign assistido pela ACV no contexto sustentável: benefícios e desafios em uma análise teórica de estudos de caso. II Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Ponta Grossa, PR, novembro de 2012.

LEMOS, Ângela Denise; NASCIMENTO, Luis Felipe. A produção mais limpa como geradora de inovação e competitividade. Rev. adm. contemp., Curitiba, v. 3, n. 1, Apr. 1999 .

ORMOND, J. G. P. Glossário de termos usados em atividades agropecuárias, florestais e ciências ambientais. Rio de Janeiro: BNDES, 2004.

PACAGNELLA JÚNIOR, Antônio Carlos; PORTO, Geciane Silveira. Análise dos fatores de influência à inovaçõa na indústria paulista. Revista Brasileira de Inovação, Campinas (SP), 11 (2), p.333-364, julho/dezembro 2012.

ROBERT, K. H.; SCHMIDT-BLEEK, B.; LARDEREL, J. Aloisi; BASILE, G.; JANSEN, J. L.; KUEHR, R.; THOMAS, P. Price; SUZUKI, M.; HAWKEN, P.; WACKERNAGEL, M.. Strategic sustainable development – selection, design and synergies of applied tools. Journal of Cleaner Production 10, 2002, p. 197-214.

ROCHA, Elisa Maria Pinto da; DUFLOTH, Elisa Maria. Análise comparativa regional de indicadores de inovação tecnológica empresarial: contribuição a partir dos dados da pesquisa industrial de inovação tecnológica. Perspectivas em Ciência da Informação, v. 14, n. 1, p. 192-208, jan/abr, 2009.

ROHRIG, Franciane Alba; ZASSO, Silvia Maria Batistela; WAKULICZ, Gilmar Jorge. Descentralização rumo ao desenvolvimento regional sustentável. Race, Unoesc, v. 6, n. 2, julho/dezembro, 2007, p. 129-140.

SACHS, Ignacy. Desenvolvimento sustentável: desafio do século XXI. Ambient soc., vol.7, n.2, 2004, p. 214-216.

SILVEIRA BRUNO, Flavio; MARTINS BRUNO, Ana Cristina. O papel do setor têxtil e de confecção brasileiro na liderança de um modelo sustentável de desenvolvimento. Revista Produção Online, v. 9, n. 3, 2009, p. 551-572.

STOCK, Gregory N.; GREIS, Noel P.; FISCHER, William A. Firm size and dynamic technological innovation. Technovation, 22 , 2002, p. 537-549.

WILLERS, Camila Daniele; RODRIGUES, Luciano Brito. Um panorama sobre avaliação de ciclo de vida

com base nos anais do simpósio de engenharia de produção. Revista Gestão Industrial, v. 08, n. 01, p. 199-218, 2012.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Fundação de Apoio à Educação, Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico da UTFPR– Brasil.