

Avaliação de desempenho ambiental de um fabricante de máquinas

Environmental performance assessment in machinery manufacturer

Juliano Angeli Reis¹, Miguel Afonso Sellitto²

¹Engenheiro de Energia e Desenvolvimento Sustentável – UERGS, Novo Hamburgo – RS, Brasil

²Professor e pesquisador do PPGEPS – UNISINOS, São Leopoldo – RS, Brasil

Resumo

O objetivo deste artigo é avaliar o desempenho ambiental de um fabricante de máquinas. Os objetivos específicos do artigo foram modelar o impacto ambiental do objeto; mensurar o modelo por questionário; e interpretar os resultados sob a ótica da estratégia operacional da empresa. Desempenho ambiental é uma medida que descreve como uma organização antrópica gerencia sua relação com o ambiente. Desempenho ambiental é uma medida intrinsecamente multidimensional. No modelo adotado neste artigo, as dimensões de medição são o atendimento à legislação, o consumo de recursos materiais e energéticos, as emissões atmosféricas, os efluentes, e os resíduos sólidos. O desempenho ambiental é medido em uma escala que varia entre zero e 100%. A avaliação foi baseada em indicadores de desempenho ambientais, separados em construtos, e julgados por questionário categórico. Sua medida pode ser usada como subsídio para o planejamento de políticas energéticas e ambientais. O resultado final do caso foi superior a 70%.

Palavras-chave: Desempenho Ambiental, Indicadores Ambientais, Avaliação de Impacto Ambiental, Sustentabilidade, Resíduos Sólidos.

Abstract

The purpose of this article is to assess the environmental performance of a machine manufacturer. The specific objectives of the article were modeling the environmental impact of the object; measure the object after a questionnaire; and interpret the results from the perspective of the operational strategy of the company. Environmental performance is a measure that describes how an anthropogenic organization manages its relationship with the environment. Environmental performance is an inherently multidimensional measure. In the model adopted in this article, the measured dimensions are compliance with legislation, the consumption of materials and energy resources, air emissions, effluents, and solid waste. The environmental performance is measured on a scale ranging from zero to 100%. The assessment was based on environmental performance indicators, in separate constructs, and judged by categorical questionnaire. Its measurement can be used as input for the planning of energy and environmental policies. The outcome of the case was higher than 70%.

Keywords: Environmental Performance, Environmental Indicators, Environmental Impact Assessment, Sustainability, Solid Waste.

1 Introdução

Os diversos tipos de impactos ambientais têm contribuído para desequilibrar o planeta, dados os seus danosos efeitos ocasionados pelas agressões impostas pela sociedade ao meio ambiente. Consequentemente, inúmeros estudos têm se preocupado com variadas formas de regeneração, preservação e utilização do planeta de forma sustentável com vistas à melhoria da qualidade de vida das pessoas a fim de garantir a sobrevivência das futuras gerações. A temática sustentabilidade tem ganhado mais ênfase desde o final do século XX. A partir dela, pode-se argumentar que a proteção ao meio ambiente pode representar sensível melhoria de qualidade de vida e um futuro mais promissor para a humanidade (LIRA e FRAXE, 2014).

O atual cenário ambiental é resultado do modo como a interação entre homem e natureza vem ocorrendo ao longo da história, o que inclui a forma como o homem organizou seu sistema econômico. A atual sociedade aceita consumismo e descarte, demandando matérias primas e energia e gerando resíduos e efluentes que degradam o ambiente. A história recente colocou o ambiente como algo a ser submetido e de onde são extraídos elementos para a sobrevivência humana e melhoria da qualidade de vida (FINOTTI et al. 2008).

No entanto, a mesma sociedade que degrada também trabalha pela preservação ambiental. Uma evidência deste esforço é o fato que tem crescido o número de organizações que se propõem a investir em gerenciamento e proteção ambiental, temas presentes na mídia, e que tem promovido conscientização na sociedade. Responsabilidade social e gestão ambiental têm comparecido na agenda das organizações que querem formular e gerenciar políticas ambientais e energéticas coerentes. Em resumo, estas empresas querem relacionar-se com o ambiente em busca de um mundo mais preocupado com as pessoas e previdente com as gerações futuras.

O desempenho ambiental é uma medida que descreve como uma organização gerencia sua relação com o ambiente. Uma dimensão do desempenho ambiental é o desempenho energético. Outras dimensões estão ligadas ao consumo de recursos materiais e aos diversos tipos de relações com o meio. O desempenho ambiental pode ser usado como subsídio para o planejamento de políticas energéticas e ambientais. Organizações preocupadas em melhorar o desempenho ambiental, controlando o impacto de suas atividades e produtos sobre o meio ambiente, têm estabelecido objetivos ambientais e energéticos e desenvolvido políticas para alcançá-los (PDEE, 2007; ABNT, 1996).

Na indústria, a legislação restritiva e a fiscalização dos órgãos ambientais tornaram mandatório o controle de impactos. Uma alternativa para tal controle é sistematizar a avaliação do desempenho ambiental como parte da estratégia de sustentabilidade da empresa. Se feita periodicamente, a avaliação permite monitorar o avanço da execução estratégica e a comparação com o estágio de desenvolvimento de outras organizações (SEIFFERT, 2007).

O objetivo geral do artigo foi avaliar o desempenho ambiental de um fabricante de máquinas. Os objetivos específicos do artigo foram: (i) modelar o impacto ambiental do objeto; (ii) mensurar o modelo por questionário e tabular as respostas; e (iii); interpretar os resultados e concluir. A questão da pesquisa é: como avaliar o desempenho ambiental de uma empresa cuja missão seja ligada à produção de um bem de capital? Questões de pesquisa deste tipo remetem ao método do estudo de caso (YIN, 2005). O método de trabalho baseou-se em Sellitto et al. (2008) e Sellitto et al. (2010). Foram revisadas as normas ISO-14000, o método Ecoblock e o julgamento por escala categórica, por terem influenciado mais a pesquisa. Na pesquisa, foram consultadas outras referências sobre medição de desempenho ambiental, listadas em Luz et al. (2006) e Sellitto et al. (2010).

2 Revisão

Iniciativas têm tratado dos impactos ambientais causados por atividades antrópicas de produção a partir dos anos 1960. Algumas tornaram-se referências históricas. Em 1972, foi realizada a 1ª Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano (Conferência de Estocolmo), onde foi discutida a relação entre ambiente, empresas e estratégia de negócios. Em 1987, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente da ONU publicou “Nosso futuro comum” - o relatório Brundtland. Nele, surgiu o termo Desenvolvimento Sustentável. No Brasil, a Constituição Federal de 1998 descentralizou a formulação de políticas, permitindo que estados e municípios assumissem questões locais. Outro encontro foi a Rio 92, que montou a Agenda 21, um documento com compromissos para os setores público e privado em busca de um planeta mais justo e sustentável, pelo uso racional de matérias primas e de energia, pesquisas sobre novas formas de energia e difundir o desenvolvimento sustentável como legado às futuras gerações. Entre as décadas de 1980 e 1990, houve uma mudança de conceitos em função da pressão exercida pela sociedade. A consciência ambiental tornou-se assunto nas empresas, que passaram a visualizar a variável ambiental como vantagem competitiva (DONAIRE, 1999; BASTOS FILHO et al., 1998; MOURA, 2000; LUZ et al., 2006; CALLENBACH, 1998; SÁ, 2002; EPELBAUM, 2004).

O Quadro 1 apresenta alguns aspectos da mudança observada na gestão de atividades antrópicas.

Quadro 1: Transição rumo a uma consciência ambiental em operações (Fonte: Meyer, 2000).

<i>Visão Anterior</i>	<i>Visão da ecologia em operações</i>
<i>Domínio sobre a natureza</i>	<i>Harmonia com a natureza</i>
<i>Natureza é fonte de recursos</i>	<i>A natureza tem valor intrínseco, não é recurso</i>
<i>Crescimento na produção exige mais energia e recursos naturais</i>	<i>Mais eficiência no uso de energia e recursos naturais</i>
<i>Recursos são infinitos</i>	<i>Recursos são limitados</i>
<i>Avanço tecnológico soluciona qualquer problema</i>	<i>Tecnologia não tem todas as respostas</i>
<i>Consumismo: o consumidor é o rei</i>	<i>Simplificar as necessidades, se possível reciclando e reaproveitando bens</i>

2.1 Gestão ambiental

O entendimento dos impactos ambientais gerados por atividades antrópicas de produção exige conhecimentos multidisciplinares em áreas sócio-culturais, político-econômicas e físico-químicas. Tal multidisciplinaridade tem requerido habilidade para relacionar múltiplos fatores, compreender interações sistêmicas e dinâmicas entre ambiente e sociedade e exige investimentos em tecnologias ambientalmente amigáveis, energias renováveis e preservação de áreas (CHIAVENATO, 2007).

Uma prática que pode ser útil na busca da responsabilidade ambiental é a gestão ambiental, um conjunto de técnicas que permite que a organização construa a qualidade ambiental desejada, materializada em ações que visem ao controle e à mitigação dos impactos ambientais gerados pela atividade empresarial (VALLE, 1995). Gestão energética é parte da gestão ambiental. Para Sellitto et al. (2010), a gestão energética de operações industriais é parte de um campo maior, a gestão ambiental de operações. Enquanto a gestão ambiental se ocupa de impactos ambientais e é tema bem definido no cenário de pesquisa, a gestão energética aborda questões mais específicas e dependentes de aplicação (BORCHARDT et al, 2008). Aplicada ao sistema elétrico, liga-se ao uso de tecnologias de alto

rendimento e baixo consumo de eletricidade. Aplicada aos transportes, liga-se à logística de recursos e infra-estrutura. (PDEE, 2007). Aplicada à construção, pode minimizar perdas térmicas em tubulações e edificações (FROTA e SCHIFFER, 2001). Sendo assim, a modelagem do desempenho energético dificilmente será padronizada, pois deve abordar as formas relevantes e controláveis de energia (elétrica, química, térmica, solar, geotérmica).

Sistemas de gestão ambiental são procedimentos gerenciais que organizam a relação entre empresa e ambiente. Permitem que a empresa diminua impactos ambientais sem perda de competitividade. O SGA deve refletir os objetivos do planejamento ambiental e prevenir ou mitigar impactos, tais como contaminação de solo, água, ar, flora e fauna (SEIFFERT, 2007; DONAIRE, 1999). O SGA inclui estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental (ABNT, 1996). A aplicação do SGA é interativa e contínua: estrutura, objetivos, metas, responsabilidades e recursos alinham-se com outras áreas da empresa. Os SGA's não são instrumentos obrigados por lei. No entanto, o comércio internacional tem exigido certificação em gestão ambiental, principalmente por normas como a ISO-14000 (FIGUEIREDO, 1996; SCHERER, 1996). Organizações que operam SGA's avaliam o resultado de sua prática por meio de avaliações baseadas em indicadores de desempenho ambientais (JASCH, 2000). Se o SGA for baseado na certificação ISO 14001, aplica-se o item 4.3.3 - Objetivos, metas e programas, que diz que a empresa deve estabelecer, implementar e manter objetivos e metas ambientais documentados e que estes objetivos e metas devem ser mensuráveis quando exequível (NBR ISO 14001, 2004).

SGA's têm reconhecido que é necessária abordagem sistêmica do problema ambiental (DONAIRE, 1999). Tal reconhecimento se justifica por serem sistêmicas as relações de causalidade entre ambiente e sociedade. Impactos ambientais são processos complexos, ambíguos e ocorrem sob incerteza, descritos por variáveis aleatórias. Um método capaz de integrar a dinâmica sistêmica presente nos impactos ambientais é a avaliação de desempenho multidimensional por indicadores (GUERRA e CUNHA, 2004).

2.2 Desempenho, avaliação, indicadores ambientais

Desempenho ambiental é o conjunto de (ABNT, 1996, p.6): "Resultados mensuráveis do sistema de gestão ambiental, relativos ao controle de uma organização sobre seus aspectos ambientais com base na sua política, seus objetivos e metas ambientais." Avaliação ambiental é um processo relacionado ao desempenho ambiental da organização, que consiste na seleção de indicadores, obtenção e análise de dados, comparação frente a critérios de desempenho, revisão e comunicação de resultado. Para Chiummo (2004), um indicador é um elemento que fornece uma evidência de um aspecto ou torna perceptível uma tendência ou um fenômeno de difícil detecção. Jorge (2002) entende que indicadores traduzem de modo simples e objetivo alterações em processos e permitem a avaliação da sua influência no contexto analisado. Indicadores devem fornecer medidas de magnitude das situações presentes e se possível das futuras, tanto quantitativa como qualitativamente. Para Campos e Melo (2008), um indicador permite coletar, sintetizar e comunicar informações sobre uma dada realidade. Para Pearson e Barnes (1999), a avaliação de desempenho ambiental deve ser multidimensional e não limitar-se a relatórios, pois estes não integram os múltiplos fatores que afetam o desempenho.

Conforme a norma ISO 14031 (ABNT, 2004), indicadores ambientais podem ser: (i) indicadores de desempenho da gestão, que avaliam a eficiente utilização de recursos, conformidade a normas, gestão de custos ambientais, fornecedores, desenvolvimento de produtos, documentação e ações corretivas relacionados ao desempenho ambiental da organização; (ii) indicadores de desempenho operacional, que avaliam o desempenho ambiental das atividades operacionais da organização (instalações físicas, equipamentos), fornecendo dados de consumo de energia, materiais, recursos, produtos, serviços, emissões, resíduos e equipamentos; e (iii) indicadores de condição ambiental, que informam as condições de qualidade ambiental na área em que as operações ocorrem.

Métodos que organizam a avaliação de desempenho ambiental por indicadores podem ser estendidos a cadeias produtivas, permitindo a comparação entre diferentes atividades, principalmente ao longo da mesma cadeia (PEGADO et al., 2001). A comparação pode ser importante para ações de *benchmarking* e outras ações estratégicas, cujo objetivo seja o desenvolvimento da relação sócio-ambiental de uma empresa com seus diversos públicos interessados, tais como clientes, colaboradores e fornecedores (GOMES et al., 2014).

2.3 Avaliação por julgamento categórico

A avaliação do desempenho ambiental por julgamento categórico é apresentada em Sellitto et al. (2008). O método permite adaptação a mudanças na legislação, nos processos, nos materiais, nos produtos e a novos conhecimentos, pois o modelo de avaliação pode ser reformulado sempre que mudarem as circunstâncias da operação. O resultado final informa as condições instantâneas da operação, segundo as circunstâncias apreendidas pelo modelo.

São características do método: (i) o desempenho ambiental pode ser desdobrado em construtos latentes que descrevem como os processos ou atividades da organização estão relacionados ao impacto ambiental; (ii) os construtos podem ser apreendidos por indicadores; (iii) a prioridade dos construtos é indicada pela gestão; e (iv) o índice global oscila entre 0 e 100%, o que facilita a comunicação dos resultados e a comparação entre operações.

A definição dos construtos e indicadores e a distribuição de importância relativa ocorrem em reuniões de grupo focado entre os gestores da empresa e o pesquisador. Cada participante do grupo manifesta sua opinião segundo a pontuação da Tabela 1. Faz-se a soma dos pontos de cada construto e a normalização. O vetor resultante dá as prioridades dos construtos. Opcionalmente, pode-se fazer o mesmo com os indicadores dentro do construto. No julgamento categórico, cada indicador é julgado pelos gestores ou especialistas nos processos por questionários e escalas, como na Tabela 2. A última etapa é a composição dos julgamentos, chegando a um valor final normalizado entre 0 e 100%.

Tabela 1: Distribuição de importância entre os construtos (Fonte: Sellitto et al., 2010)

Posição do Construto	Pontuação
Mais importante	5
Segundo mais importante	4
Terceiro em importância	3
Quarto em importância	2
Menos importante	1

Tabela 2: Desempenho dos indicadores (Fonte: Sellitto et al., 2010)

Julgamento	Nota
Ótimo	1
Bom	0,75
Médio	0,5
Ruim	0,25
Péssimo	0

Mensuração por escala de julgamento categórica implica custo menor que mensuração objetiva. O método é qualitativo e traz a riqueza das avaliações, sintetizadas em uma informação final. Na subjetividade dos especialistas e da gestão estão incorporados os valores sócio-culturais, a visão político-econômica e o conhecimento físico-químico das circunstâncias. Segundo os autores, o método considera a natureza sistêmica das organizações e pode desempenhar a função de retroalimentação na tomada de decisões e na definição, avaliação e melhoria da estratégia ambiental da operação.

3 A Pesquisa

O método foi aplicado a um fabricante de máquinas. A empresa representa um tipo de manufatura, a chamada manufatura intermitente. No entanto, os clientes compradores de máquinas são do tipo manufatura por processo contínuo. A principal característica deste tipo de atividade é a existência de um ou poucos equipamentos, os gargalos, cujas taxas de produção determinam a produção global do sistema produtivo (SELLITTO, 2002).

3.1 O caso: fabricação de máquinas

A empresa estudada é uma multinacional europeia, com filiais em várias regiões do mundo, inclusive no Brasil, que produz enchedoras e embaladoras. Chegou ao Brasil nos anos 1990, com a missão de dar assistência técnica aos clientes que importavam máquinas da matriz. Em 1998, a empresa passou a nacionalizar algumas peças de reposição. Em 1999, passou a produzir no Brasil máquinas para os setores alimentício e farmacêutico. Em 2001, foi desenvolvido no Brasil o projeto de máquina mais veloz para embalar fraldas descartáveis. Em 2002, foi projetada uma enfardadeira automática. Em 2003, passou a representar outras empresas do grupo e a fabricar máquinas para os setores químico e cosmético. Em 2005, entrou no ramo de automação.

Participaram da pesquisa quatro supervisores com poder de decisão, coordenadores de vendas, de engenharia e de manutenção. Durante as sessões de grupo focado, os membros escolheram os construtos e os indicadores que os explicam. Os construtos foram: Emissões Atmosféricas, Efluentes Líquidos, Resíduos Sólidos, Uso de Recursos Naturais e Energéticos e Atendimento à Legislação. O grupo distribuiu importância entre os construtos conforme apontado na revisão. Por opção dos julgadores, a distribuição de importância entre os indicadores de um mesmo construto foi uniforme: indicadores do mesmo construto receberam a mesma importância. O questionário foi respondido pelo mesmo grupo.

A Tabela 3 apresenta a estrutura de avaliação do desempenho ambiental da empresa e sintetiza a avaliação geral, mostrando as distribuições de importâncias entre os construtos, as importâncias dos indicadores, o desempenho de cada indicador e as lacunas por construtos. O desempenho foi levemente superior a 72%.

Tabela 3: Modelo para avaliação de desempenho energético do caso 3

Construtos	Indicadores	Avaliações					Resultados	
		R1	R2	R3	R4	Média	Desempenho	Lacuna
Emissões Atmosféricas 18,33 %	Emissões de Poeira 4,6%	0,75	1	1	0,75	0,875	4,01	5,44pp
	Emissões de gás de solda 4,6%	0,25	0,75	0,25	1	0,562	2,58	
	Emissões de ruído ambiental 4,6%	0,75	0,75	0,5	0,75	0,687	3,15	
	Emissões de CO ₂ 4,6%	0,5	0,75	0,75	0,75	0,687	3,15	
	Sub-total						12,89	
Efluentes Líquidos 25 %	Óleos e graxas 5%	0	0,75	1	0,75	0,625	3,13	8,11pp
	Óleos hidráulicos 5%	0	1	0,75	1	0,687	3,44	
	Álcool etílico hidratado 5%	0,25	1	1	1	0,812	4,07	
	Emulsões oleosas 5%	0,5	0,75	0,25	0,75	0,562	2,81	
	Efluentes Sanitários 5%	0,75	0,75	0,5	0,75	0,687	3,44	
	Sub-total						16,89pp	
Resíduos Sólidos 31,67%	Cavaco de ferro e plástico 6,3%	0,5	0,75	0,25	0,75	0,562	3,56	9,5pp
	Resíduos recicláveis 6,3%	0,75	0,75	0,5	1	0,75	4,75	
	Sucatas metálicas 6,3%	0,75	0,75	1	0,75	0,812	5,15	
	Papel, papelão, embalagens 6,3%	0,75	0,75	0,75	1	0,812	5,15	
	Resíduos de varrição de fábrica 6,3%	0,75	0,75	0	0,75	0,562	3,56	
	Sub-total						22,17pp	
Recursos Nat. Energ. 18,33%	Emprego de energia elétrica 6,1%	0,75	0,75	1	0,75	0,812	4,97	4,58pp
	Emprego de ligas metálicas e aço 6,1%	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	4,58	
	Emprego de água 6,1%	0,75	0,75	0,5	0,75	0,687	4,20	
	Sub-total						13,75pp	
Atendimento à Legislação 6,67%	Municipal 1,7%	1	1	1	1	1	1,67	0,31pp
	Estadual 1,7%	1	1	0,75	1	0,937	1,56	
	Federal 1,7%	1	1	0,5	1	0,875	1,46	
	CAMEX 1,7%	1	1	1	1	1	1,67	
	Sub-total						6,36pp	
						Total	72,06%	27,94%

3.2 Discussão do caso

Quanto às emissões atmosféricas, o indicador emissão de poeira, na avaliação dos julgadores, teve um desempenho classificado entre bom e ótimo, devido ao sistema de despoeirização instalado. O indicador emissões de CO₂ também teve bom desempenho, o que refletiu a preocupação com este poluente. Como as instalações têm bom isolamento acústico, o ruído ambiental teve, na opinião dos avaliadores, desempenho aceitável. O indicador mais deficitário, de acordo com os avaliadores, foram as emissões de gases de solda por não possuir a quantidade adequada de equipamentos para minimizar seus efeitos.

Quanto aos efluentes líquidos, para os indicadores de óleos e graxas e óleos hidráulicos, os avaliadores consideraram um desempenho regular. Há desperdício de materiais e necessidade de conscientização dos operadores. Obtiveram um desempenho regular os indicadores emulsões oleosas e efluentes sanitários por não haver tratamento eficiente. O uso do álcool etílico hidratado tem eficiência satisfatória.

Quanto aos resíduos sólidos, este construto apresentou a maior importância e a maior lacuna. As atividades de construção de máquinas e peças favorecem o aparecimento deste tipo de resíduo. Segundo os avaliadores, um aspecto a ser melhorado é o retrabalho, ou seja, evitar que sejam projetadas peças com medidas erradas, comprometendo o lote e gerando expressivos resíduos. Os indicadores que mais contribuíram para a lacuna foram os resíduos de varrição de fábrica e cavacos

de ferro e plástico. Para os avaliadores, estes resíduos são mais difíceis de controlar, principalmente pela pequena granulometria. Para os outros indicadores, a avaliação foi melhor, pois já existem esforços de reciclagem de materiais e opção por materiais recicláveis.

Quanto ao uso de recursos naturais e energéticos, a lacuna obteve um dos menores resultados, porque a empresa, tendo instalações novas, usa equipamentos eficientes, tanto em energia elétrica como em ligas metálicas e aço. Para a maior parte dos entrevistados, o emprego de água também apresenta um bom desempenho.

Por fim, o atendimento à legislação teve a menor importância (6,67%) e a menor lacuna (0,31%). Com base nos resultados e nos comentários dos avaliadores, praticamente é atendida toda legislação em esfera municipal, estadual e federal. Salienta-se que a empresa se enquadra nos termos da CAMEX (Câmara de Comercio Exterior), por trabalhar com importação e exportação. A empresa não possui certificação em normas ambientais, e foi consenso entre os avaliadores que esta é uma fragilidade.

O desempenho avaliado nos casos apresentados em Sellitto et al. (2008) ficaram próximos a 60%. Sugere-se não o combate por ações individuais para cada indicador, mas a incorporação de forma definitiva da gestão ambiental como um todo na empresa, observando os seus três elementos intrinsecamente imbricados, e formando um objeto complexo: política ambiental, planejamento ambiental e gerenciamento ambiental. A política ambiental daria as diretrizes e objetivos do plano; o planejamento indicaria os instrumentos metodológicos, administrativos, legais e de gestão para o desenvolvimento de atividades; ao gerenciamento caberia a condução das etapas, implicando produção mais limpa, com menores consumos de energia, utilização de produtos ambientalmente mais corretos, redução de insumos e matéria prima, menor geração de resíduos, mais valor agregado ao produto e mais competitividade, como resultado de ações em todos os construtos, melhorando o desempenho ambiental ao longo do tempo.

Durante as atividades de pesquisa, foram observados aspectos que podem ser comentados. Houve comprometimento de gestores. Na fase de avaliação, estes examinaram, segundo critérios de pesquisa, a situação das atividades avaliadas, o que não fazem na rotina diária. Também houve valorização da percepção humana sobre as relações causais presentes nos objetos de estudo. Foi por discussão no grupo focado que estas relações se transformaram em construtos latentes, indicadores objetivos e, principalmente, em importâncias relativas de indicadores para o desempenho ambiental. Pode-se aceitar que exista objetividade na comunicação dos resultados parciais e finais. Uma distribuição numérica de resultados internos é de fácil comunicação e um número final permite comparação entre o objeto avaliado com ele mesmo e com outros. Por exemplo, os números finais permitem concluir que, dados os máximos que poderiam ou deveriam ser feitos, o fabricante de máquinas faz mais de 72% do máximo que poderia ou deveria fazer. Os custos envolvidos na avaliação foram insignificantes perante os resultados, pois exigiram apenas horas de trabalho de pesquisadores, especialistas e gestores, não sendo necessárias medições de campo.

Quanto ao método, este pareceu mesmo ser flexível como afirmam seus proponentes, pois um objeto de estudo inédito na linha de pesquisa, tal como uma operação de fabricação de máquinas teve seu desempenho ambiental modelado e avaliado. Nada impediu, durante a pesquisa, que mudanças nas circunstâncias das operações fossem consideradas no modelo, principalmente pela supressão ou inclusão de indicadores ao mesmo ou ainda pela modificação nas importâncias relativas. Tais modificações podem ser feitas de forma rápida, pois a avaliação não exige equipamentos ou processos de medição, apenas julgamento categórico de gestores. Um alerta que deve ser feito é que a subjetividade inerente ao julgamento de gestores deve ser controlada pelos pesquisadores, pode o julgamento pode ser influenciado por falta de conhecimento específico ou acomodação do gestor à situação circunstancial. Um modo de controlar esta subjetividade é aumentar o número de respondentes qualificados.

Quanto às implicações do uso do método, como houve envolvimento da alta administração na formação dos grupos focados, seus resultados parecem ter a confiabilidade necessária para serem usados como subsídio na formulação de uma estratégia ambiental. Mais do que isto, sua repetição ao longo do tempo poder ser útil para a formação de uma série histórica de resultados que pode informar sobre o caminho que a política ambiental da empresa traçou. Usando a linguagem sistêmica, o índice

de desempenho ambiental final pode ser o elo de realimentação da estratégia ambiental da empresa. Por fim, observou-se que o método gerou parâmetros para comparações entre operações e proposição de inferências, que resultaram em relações de causalidade entre consumos e desperdícios e descrição dos mecanismos que causam impacto da operação no ambiente. O julgamento por escala tem a vantagem de relacionar o consumo final de recursos ao comportamento humano durante as atividades, não limitando a avaliação a indicadores finais objetivos e sem negligenciar os esforços desenvolvidos pelos gestores.

5 Considerações finais

Este artigo relatou um estudo de caso em que foi avaliado o desempenho ambiental de um fabricante de máquinas. Devido ao método de pesquisa, os resultados são específicos para o objeto e não podem ser generalizados para outras organizações do mesmo tipo, para as cadeias produtivas ou para a indústria. A principal contribuição do artigo está no método que foi apresentado. Este sim pode ser replicado a outras atividades. O desempenho ambiental do fabricante de máquinas foi de 72%, o que refletiu a tecnologia atualizada de produção aplicada pela empresa.

O método pode subsidiar a elaboração de uma política ambiental. Também pode realimentar continuamente a evolução do tema, informando avanços e dificuldades. Entende-se que tenha sido uma contribuição da pesquisa a necessidade de uma visão sistêmica de uma organização, e não visualizar construtos de forma isolada, quando se trata de gestão ambiental e de recursos escassos, pois os vários fatores intervenientes no fenômeno estão relacionados. Tecnologias podem ser aplicadas, desde que não sejam aplicações em busca de soluções técnicas isoladas.

Como continuidade, propõe-se aplicar o método em cadeia produtiva multi-estágio, de modo a que se possa identificar que pontos da cadeia contribuem mais ou menos para o desempenho ambiental integrado.

Referências

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Sistemas de gestão ambiental: diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio. NBR ISO 14004. Rio de Janeiro, 1996.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Redes de Distribuição Interna para Gases Combustíveis em Instalações Residenciais e Comerciais: Projeto e Execução. NBR 15526. Rio de Janeiro, 2007.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14031 - Gestão Ambiental - Avaliação de Desempenho Ambiental: diretrizes. Rio de Janeiro, 2004.
- ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. RESOLUÇÃO N.º 456, DE 29 DE NOVEMBRO DE 2000. Estabelece, de forma atualizada e consolidada, as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/cedoc/res2000456.pdf>. Acesso em 20.06.2008..
- BASTOS FILHO, G.; LOPES, I.; BILL, D.; BALE, M. Gestão Ambiental no Brasil: Experiência e Sucesso. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1998.
- BORCHARDT, M.; POLTOSI, L.; SELLITTO, M.; PEREIRA, G. Considerações sobre ecodesign: um estudo de caso na indústria eletrônica automotiva. Ambiente & Sociedade, v. 11, n. 2, p. 341-353, 2008.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. Plano decenal de expansão de energia: 2007/2016. Brasília: MME, 2007.
- CALLENBACH, E. Sistema de Gerenciamento Ecológico. 2 ed. São Paulo: Editora Cultrix, 1998.

- CAMPOS, L.; MELO, D. Indicadores de desempenho dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA): uma pesquisa teórica. *Produção*, v. 18, n. 3, p. 540-555, 2008.
- CONAMA. Resolução nº 273 de 29 de novembro 2000. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27300.html>> Acesso em 30.06.2008.
- CHIAVENATO, I. *Administração: Teoria, processo e prática*. R. Janeiro: Elsevier, 2007.
- CHIUMMO, L. *Desempenho Ambiental e Processo de Comunicação: estudo de caso nos setores químico e petroquímico*. São Paulo: EP, 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.
- GOMES, L.; PERUZATTO, M.; SANTOS, V.; SELBITTO, M. Indicadores de sustentabilidade na avaliação de granjas suínolas. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 19, n. 2, p. 143-154, 2014.
- DONAIRE, D. *Gestão Ambiental na Empresa*. São Paulo: Atlas, 1999.
- EMBRAPA, ISO 14000 – Gestão Ambiental, 2002. Disponível em <http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/prod_int/iso_14000.html>, acessado em 13 de fevereiro de 2009.
- EPELBAUM, M. *A Influência da Gestão Ambiental na Competitividade e no Sucesso Empresarial*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.
- FIGUEIREDO, M. O Uso de Indicadores Ambientais no Acompanhamento nos Sistemas de Gerenciamento Ambiental. *Produção*, v.6, n.1, p.33-34, 1996.
- FINOTTI, A.; SCHNEIDER, V.; CAGLIARI, J. *Transversal: capacitação de gestores em saneamento ambiental*. Caxias do Sul: ReCESA, 2008. 345p.
- FROTA, A.; SCHIFFER, S. *Manual de conforto térmico*. S. Paulo: Studio Nobel, 2001.
- GUERRA, A.; CUNHA, S. (Org.). *Impactos ambientais urbanos no Brasil*. R. Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.
- JASCH, C. Environmental performance evaluation and indicators. *Journal of Cleaner Production*, v.8, n.1, p.79-88, 2000.
- JORGE, F. *Avaliação do desempenho ambiental: Proposta metodológica e diretrizes para aplicação em empreendimentos civis e de mineração*. Tese (doutorado). 2002. Escola Politécnica da Universidade de S. Paulo. S. Paulo.
- LUZ, S.; SELBITTO, M.; GOMES, L. Medição de desempenho ambiental baseada em método multicriterial de apoio à decisão: estudo de caso na indústria automotiva. *Gestão & Produção*, v.13, n.3, p.367-381, 2006.
- MEYER, M. *Gestão Ambiental no Setor Mineral: um estudo de caso*. Florianópolis: UFSC, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- MOURA, L. *Qualidade e Gestão Ambiental: Sugestão para a implantação das normas ISO 14.000 nas empresas*. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2000.
- PEARSON, J.; BARNES, T. Improve Environmental Performance Through Community Action. *Eco-Management and Auditing*, v.6, n.1, p.76-79, 1999.
- PEGADO, C.; MELO J.; RAMOS, T. *Ecoblock: Método de avaliação do desempenho ambiental*, 2001. Disponível em: <http://gasa.dcea.fct.unl.pt/ecoblock/Apea_01.pdf> Acesso em: 18 de dezembro de 2008.
- SÁ, A. *Contabilidade Ambiental*, 2002. Disponível em <<http://www.nelsonpeixoto.hpg.ig.com.br/Portugues/Ambiental/Index.htm>>. Acesso em 12 de fevereiro de 2009.
- SCHERER. *Sistema de Gestão Ambiental: Guia Geral sobre Princípios, Sistemas e Técnicas de Apoio*. Manual de apoio da Empresa IGARAS Papéis e Embalagens S.A., 1996.
- SEIFFERT, M. *ISO 14001 Sistemas de Gestão Ambiental: Implantação Objetiva e Econômica*. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- SELBITTO, M. Inteligência artificial: uma aplicação em uma indústria de processo contínuo. *Gestão & Produção*, v.9, n.3, p.363-376, 2002.

SELLITTO, M.; BORCHARDT, M.; PEREIRA, G. Avaliação de desempenho ambiental em duas operações de manufatura. In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2008, Rio de Janeiro. Anais do XXVIII ENEGEP, 2008.

SELLITTO, M.; BORCHARDT, M.; PEREIRA, G. Modelagem para avaliação de desempenho ambiental em operações de manufatura. *Gestão & Produção*, v. 17, n. 1, p.95-109, 2010.

VALLE, C. Qualidade ambiental: como ser competitivo protegendo o meio ambiente. São Paulo: Pioneira, 1995.

YIN, R. Estudo de caso: planejamento e métodos. P. Alegre: Bookman, 2005.