



PROCESSOS OPERACIONAIS E RESULTADOS DE EMPRESAS BRASILEIRAS APÓS A CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL ISO 14001

Gilberto Jesus Avila
Ely Laureano Paiva

Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos,
Av. Unisinos, 950, C. P. 275, CEP 93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil,
e-mails: gilberto@plug-in.com.br, elpaiva@unisinos.br

Recebido em 06/7/2006
Aceito em 29/10/2006

Resumo

Este trabalho teve como objetivo analisar os resultados operacionais obtidos pelas empresas brasileiras certificadas na Norma ISO 1400. Para alcançar este objetivo, procurou-se identificar os fatores relacionados aos processos de operação e ao desempenho das operações após a certificação ambiental. O método de pesquisa se orientou pela busca de integração entre a análise quantitativa e a análise qualitativa. A análise quantitativa foi baseada no tratamento estatístico de dados atuais resultantes da participação de empresas brasileiras no projeto DEVISO (Developing Countries and ISO 14000). A análise qualitativa, por sua vez, utilizou como mecanismo para coleta de dados a técnica de entrevista pessoal a Gerentes do Sistema de Gestão Ambiental de duas empresas participantes do projeto. A análise quantitativa fundamentou-se na análise fatorial (Análise de Componentes Principais – PCA) e na comparação entre médias dos fatores resultantes por meio do teste t de médias emparelhadas. Esta análise possibilitou elaborar uma hierarquia para o desempenho destes fatores quando comparados a um limite máximo. Posteriormente, os fatores identificados foram aprofundados em dois casos. Os fatores identificados para os processos de operação foram: Gerenciamento Ambiental, Fornecedores, Reciclagem e Cooperação. Para o desempenho das operações resultaram os fatores Imagem, Cumprimento de Padrões, Resíduos Tóxicos e Uso Eficiente.

Palavras-chave: ISO 14001, gestão ambiental, estratégias de operações, processos de operação, desempenho das operações.

1. Introdução

As demandas de clientes e da sociedade relacionadas aos cuidados com o meio ambiente têm feito com que as organizações industriais direcionem esforços para adequar seus processos no sentido de diminuir ou eliminar impactos ambientais negativos. Opções como produção ou manufatura limpa, padrões e instruções operacionais e sistemas de controle têm sido utilizados como ferramentas para contemplar tais necessidades. À configuração estruturada destas ferramentas convencionou-se chamar de Sistema de Gestão Ambiental e um dos meios atualmente mais utilizados pelas organizações para obtenção e consecução de tal sistema é a norma ISO 14001.

Desde a sua introdução em 1996, a ISO 14001 tem sido difundida ao redor do mundo, fazendo com que as organizações voluntariamente adotem e sigam seus requisitos. Esta adoção ocorre por meio de um processo de certificação por organismos específicos credenciados. No mundo, existem 90.569 organizações certificadas (ISO, 2006) e, no Brasil, somente com a marca do INMETRO, as organizações certificadas totalizam 638 (INMETRO, 2006).

É sabido que as mudanças nas organizações para atendimento dos requisitos da ISO 14001 durante a fase de implantação e adequação do Sistema de Gestão Ambien-

tal têm maior impacto nos processos de produção, nos quais medidas são tomadas para alinhamentos legais e adaptações técnicas. Nesta fase de implantação do sistema de gestão, portanto, ocorrem consideráveis esforços e investimentos nas operações. No entanto, após a certificação, existem lacunas em pesquisas que analisem os processos e resultados operacionais obtidos pelas organizações.

O presente estudo teve como objetivo analisar os processos e resultados obtidos por empresas certificadas na norma ISO 14001 no Brasil. Para tanto, a seguinte estrutura foi estabelecida: na seção referente aos Conceitos Relacionados à Gestão Ambiental, é feita a análise dos referenciais teóricos e conceitos que direcionaram a pesquisa, relacionando-se conceitualmente sistemas de gestão ambiental a referenciais teóricos de operações sustentáveis. A seção que aborda o Método e Procedimentos de Pesquisa engloba as análises quantitativa e qualitativa e a integração entre elas. A seção seguinte, dedicada aos Resultados, apresenta as análises quantitativa e qualitativa e a discussão sobre a possível complementaridade entre os resultados de ambas. Por fim, na seção de Conclusão são apresentadas as considerações finais, limitações e sugestões para trabalhos futuros.

2. Conceitos relacionados à gestão ambiental

2.1 Visão ambiental sistêmica

Numa visão ambiental sistêmica, o aproveitamento máximo dos recursos naturais proporciona a criação de um ecossistema industrial, no qual as sobras de uma empresa podem ser matérias-primas para ela própria ou para outras (Romm, 1996). Assim, um sistema de produção passa a não ser composto isoladamente pelo processo de produção da empresa (Klassen e Vachon, 2003), mesmo que este processo seja, geralmente, a função primária responsável por muitos impactos ecológicos (Klassen, 2001).

Angell e Klassen (1999) apresentaram um modelo de sistema de produção integrado ao meio ambiente natural pelo mecanismo da realimentação, com uma abordagem voltada ao gerenciamento das operações. Neste modelo, são considerados como *stakeholders* (grupos que têm interesse) nos produtos e na conservação do meio ambiente a organização produtora, os clientes, os fornecedores, outros *stakeholders* (órgãos governamentais e sociedade) e o próprio meio ambiente natural.

O modelo de sistema de produção está fundamentado em duas categorias de decisões operacionais: as decisões estruturais diretamente ligadas ao processo de produção (que incluem instalações, tecnologia de processo, capacidade e integração vertical) e as decisões de

infra-estrutura (compostas por políticas e sistemas) que incluem fornecedores, novos produtos, força de trabalho, gestão da qualidade e sistemas de planejamento e controle. No processo de produção, que é central, Angell e Klassen (1999) inter-relacionam, em um ciclo de melhoria contínua ambiental, as demandas relacionadas a estruturas de operação e as demandas de infra-estrutura. O processo de produção tem como entradas provenientes de fornecedores os materiais, a energia e as informações. As entradas proporcionadas pelos clientes são produtos usados. As entradas vindas do meio ambiente natural são as matérias-primas e as entradas de outros *stakeholders* são regulamentações, cooperação e informações. As saídas para os fornecedores, clientes, meio ambiente natural e outros *stakeholders* são, respectivamente, material recuperado, bens e serviços, descargas e informação. A realimentação principal que fecha o circuito interliga o meio ambiente natural aos fornecedores por meio do fluxo de materiais e energia.

2.2 Sistemas de gestão ambiental

A conservação do ecossistema e a criação de condições de crescimento sustentável já integram as expectativas dos *stakeholders* e um número cada vez maior de empresas tem voltado o olhar para o meio ambiente natural como um fator importante para a competitividade a longo prazo (Cagno et al., 1999). Por outro lado, o crescente interesse pela proteção do meio ambiente natural contra a poluição industrial significa que condições e tecnologias direcionadas para manufatura sustentável são, além de opção, uma escolha inevitável (Alberti et al., 2000).

Fatores como proteção ambiental, aumento do custo de matéria-prima, energia e recursos naturais e políticas legislativas mais pró-ativas têm causado impactos nos sistemas econômicos das empresas, afetando os resultados e a competitividade e exigindo revisões nos paradigmas de gestão. A evolução e difusão de sistemas de gestão ambiental representam uma parte significativa deste comprometimento em repensar a gestão da empresa (Cagno et al., 1999).

Muitas tecnologias de produção compatíveis com o meio ambiente natural vêm sendo desenvolvidas ou estudadas. No entanto, boas tecnologias sem um apropriado sistema de gestão ou um específico conjunto de leis para limitar a poluição, são de pouca valia. Tal situação encoraja a utilização de um conjunto de metodologias racionais para a gestão de todas as atividades concernentes aos aspectos do meio ambiente natural (Alberti et al., 2000) que integram em uma estrutura única as políticas de proteção, os programas e as práticas corporativas ambientais (Morrow e Rondinelli, 2002). Esta estrutura pode ser entendida como um sistema de gestão ambiental.

O sistema de gestão ambiental, portanto, é uma estrutura padronizada, utilizada pelas empresas, para siste-

maticamente gerenciar as atividades que afetam o meio ambiente natural (Freimann e Walther, 2001), pela integração de procedimentos e processos, envolvendo treinamento, monitoramento e registros (Melnyk et al., 2003a). Estas atividades englobam pessoas, instrumentos e ações com o propósito de coletar e processar dados que possibilitem informações ambientais para gerenciamento e tomada de decisão (Bouma e Kamproelands, 2000).

2.3 As estratégias ambientais e a ISO 14001

Klassen e McLaughlin (1996) apontaram que a estratégia corporativa é fator determinante da orientação ambiental de uma empresa, sendo a gestão ambiental um componente significativo do gerenciamento de operações.

Paiva et al. (2004) descreveram os tipos de decisões das operações e associaram estes tipos de decisões à cadeia de valor (Porter, 1990). A associação proposta foi vinculada às atividades de apoio da cadeia e a suas atividades primárias pertinentes, excetuando-se as atividades de marketing e vendas e serviços, apesar destas terem importante influência sobre a operação de uma empresa. Decisões envolvendo capacidade e instalações foram vinculadas à infra-estrutura, decisões relacionadas a equipamentos e processos tecnológicos, recursos humanos, qualidade e sistemas gerenciais foram vinculadas às atividades de recursos humanos e tecnologia e as decisões relativas à integração vertical e relação com fornecedores foram relacionadas com a atividade de suprimentos da cadeia de valor.

Desta forma, é possível sintonizar os tipos de decisões e suas respectivas atividades na cadeia de valor às catego-

rias de decisões operacionais (divididas em estruturais e de infra-estrutura) apresentadas no modelo de sistema de produção integrado ao meio ambiente natural de Angell e Klassen (1999). As decisões estruturais (relativas às instalações, capacidade, tecnologia de processo e integração vertical) podem ser identificadas na cadeia de valor, respectivamente, em infra-estrutura, recursos humanos e tecnologia e suprimentos. As decisões de infra-estrutura (políticas e sistemas) estão, por sua vez, alinhadas com recursos humanos e tecnologia.

Epstein e Roy (1998) apresentaram uma adaptação da cadeia de valor (Porter, 1990) para a gestão ambiental, representada na Figura 1. Nesta cadeia é possível entender como as atividades de produção poderiam ser afetadas por um aumento da sensibilidade ambiental e, a partir deste entendimento, decidir sobre a estratégia a ser adotada.

Porter (1999) estabeleceu uma diferença entre a “eficácia operacional” (p. 46) e a estratégia. Ter eficácia operacional significa desempenhar melhor as atividades do que a concorrência, por meio de técnicas gerenciais utilizadas para buscar produtividade, qualidade e velocidade e que podem ser aplicadas independentemente em qualquer nível estratégico, enquanto a estratégia deve envolver simultaneamente todos os níveis.

Dentre as técnicas estão a gestão da qualidade total, *benchmarking*, terceirização e reengenharia. A eficácia operacional engloba a eficiência, mas não se limita a este aspecto. Está ligada a quaisquer práticas que possibilitam a empresa empregar melhor utilização de insumos, aumentar a qualidade de produtos ou desenvolver mais

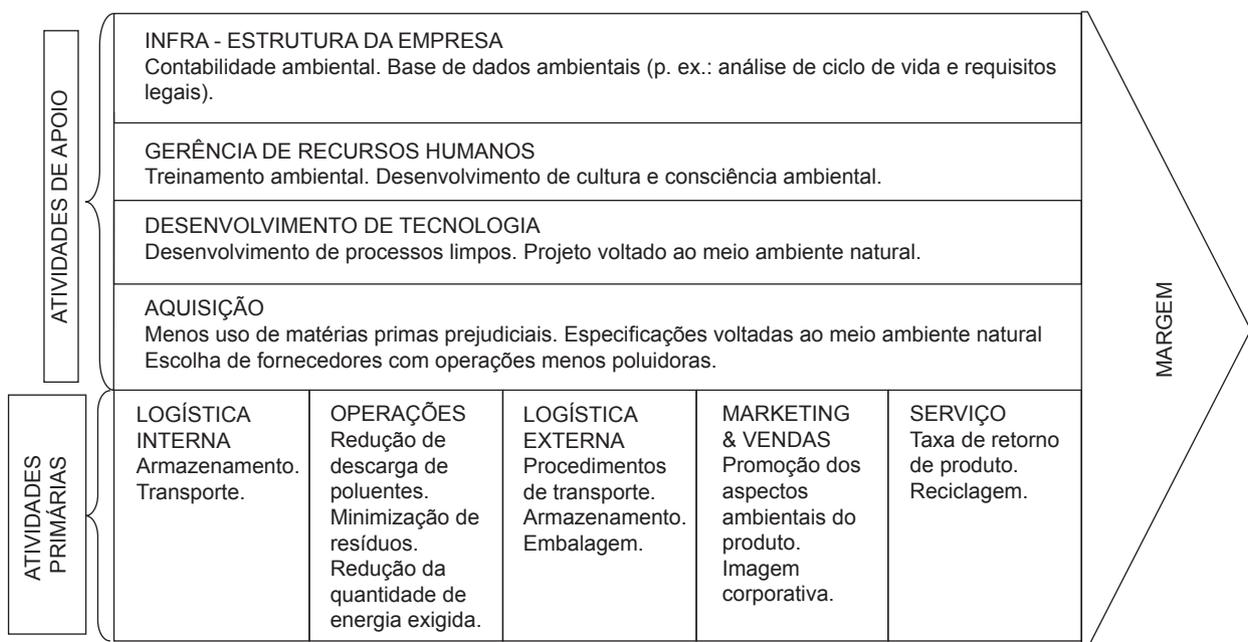


Figura 1. Cadeia genérica de valor adaptada para a gestão ambiental. Fonte: adaptado de Epstein e Roy (1998).

rapidamente melhores produtos. Para melhorar a eficácia operacional, a empresa pode necessitar de investimento de capital, de mudança de pessoal ou de novos métodos de gestão (Porter, 1999).

Um sistema de gestão ambiental disponibiliza um conjunto de ferramentas capazes de estabelecer mudanças por meio de mecanismos e técnicas ordenadas (Ridgway, 1999) e é essencial para melhorar o desempenho e auxiliar na identificação e gerenciamento de obrigações e riscos ambientais (Epstein e Roy, 1998). Além disto, um sistema de gestão fundamentado em análise de sistemas e planejamento, responsabilidade organizacional e controles gerenciais pode apresentar maior grau de proatividade junto aos *stakeholders* (Klassen, 2001) e pode ser uma ferramenta para compensar custos de melhoria de impactos ambientais e eliminar o *trade-off* entre ser competitivo ou apenas cumprir obrigações legais (Porter e Van Der Linde, 1995).

O padrão internacional que permite a uma organização a obtenção de tal sistema de gestão é a norma ISO 14001 (Cagno et al., 1999; Epstein e Roy, 1998; Klassen, 2001; Morrow e Rondinelli, 2002; Rondinelli e Vastag, 2000). A ISO 14001 faz parte de um conjunto de normas voltadas para sistemas de gestão ambiental chamado de Normas ISO Série 14000 sendo, neste conjunto de normas, a única na qual uma empresa pode obter certificação por organismos independentes (Epstein e Roy, 1998; Rondinelli e Vastag, 2000).

A ISO 14001 provê um guia para os requisitos do sistema de gestão tendo como base um modelo de melhoria contínua do tipo planejar-executar-verificar-agir (Angell e Klassen, 1999; Lokkegaard, 1999; Rondinelli e Vastag, 2000). Este modelo, também conhecido como ciclo PDCA (Campos, 1992), é focado em cinco elementos chave: política ambiental, planejamento, implementação e operação, verificação e tomada de ação corretiva e análise crítica do sistema de gestão (Ridgway, 1999; Rondinelli e Vastag, 2000) e provê orientações no sentido da construção de um sistema voltado ao alcance de objetivos ambientais (Melnik et al., 2003a; 2003b). O pressuposto básico desta abordagem é que, implantando melhorias ao longo dos processos de fabricação, a empresa desenvolveria melhores práticas de gestão ambiental e, como consequência, melhoraria seu desempenho (Melnik et al., 2003a; 2003b).

3. Método e procedimentos de pesquisa

O método de pesquisa se orientou pela busca de integração e complementaridade entre a análise quantitativa e a análise qualitativa.

A análise quantitativa baseou-se na análise fatorial e na comparação entre médias. A partir dos construtos resultantes da análise fatorial, realizou-se uma determi-

nação da média por componente e, após, da média do construto. Posteriormente, foi realizada uma comparação entre as médias dos construtos, pelo teste t de médias emparelhadas (Garson, 2005; Malhotra, 2001), com o objetivo de verificar qual apresentava maior desempenho em relação ao desempenho máximo possibilitado pela escala por construto.

Com os dados obtidos nesta etapa, foi feita a análise à luz do referencial teórico com o objetivo de orientar a elaboração do roteiro de entrevista que seria utilizado na análise qualitativa. A análise qualitativa teve como objetivo aprofundar os resultados da análise quantitativa, tendo-se como base a complementaridade dos métodos sugerida por Bryman (1988). Para tanto, foram selecionadas duas empresas participantes da pesquisa quantitativa, uma do setor químico e uma do setor metal mecânico. Estes dois setores foram escolhidos por apresentarem, na região pesquisada, os maiores percentuais de empresas certificadas. Para definição das empresas, foi utilizado como critério o pressuposto de não estarem entre as *outliers* identificadas na execução da análise fatorial. Assim, tendo-se como base a localização e a facilidade de acesso, foram escolhidas as duas empresas analisadas. Por fim, foi realizada a integração entre os dois tipos de análises realizadas, estendendo-se a discussão à cadeia de valor das empresas.

3.1 Análise quantitativa

Para a realização da pesquisa quantitativa, foi utilizado um banco de dados que contém os resultados de um questionário que foi respondido por gerentes ambientais de empresas brasileiras certificadas na Norma ISO 14001. O questionário é o instrumento de pesquisa utilizado pelo projeto DEVISO e foi desenvolvido por professores da Naval Graduate Business School, Califórnia, EUA e UNISINOS, São Leopoldo, Brasil, tendo como base inicial o trabalho de Gavronski (2003).

Gavronski (2003) realizou seu trabalho ao longo do ano de 2002. O questionário inicialmente elaborado teve seu conteúdo validado por entrevistas e pré-testes realizados em empresas certificadas ISO 14001 e por especialistas do meio acadêmico (Gavronski, 2003).

O questionário DEVISO foi disponibilizado para resposta por meio eletrônico, após prévio contato da coordenação do projeto e aceitação por parte da empresa. A escala ordinal (Garson, 2005) do questionário apresenta graduação de - 2 para a alternativa “discordo totalmente” e graduação de + 2 para a alternativa “concordo totalmente”. Para realização da análise estatística, esta graduação foi transformada para valores de 1 a 5, sendo que o valor 1 representa a alternativa “discordo totalmente” e o valor 5 representa a alternativa “concordo totalmente”.

O universo considerado para a pesquisa foram as empresas brasileiras que possuíam a certificação ISO 14001.

Como foi utilizado o banco de dados disponível do projeto DEVISÓ, a amostra foi composta por 100 empresas que responderam o questionário pelo site na Internet ou e-mail. Estas empresas fazem parte de um universo de 638 empresas certificadas que constam da base de dados do INMETRO (INMETRO, 2006). Foram consideradas empresas brasileiras aquelas que possuem unidades de negócio no Brasil.

Antes de se executar a análise fatorial, foi feita uma verificação para detectar a presença, na amostra pesquisada, de *outliers* (Garson, 2005), que são valores extremos muito pequenos ou muito grandes, também conhecidos como pontos fora da curva (Anderson et al, 2003). Esta verificação ocorreu pela determinação da Distância de Mahalanobis (Garson, 2005; Hair et al., 1998) e para que um respondente fosse classificado como *outlier*, a significância associada a esta distância deveria ser menor que 0,001 (Hair et al., 1998). De acordo com este critério, a verificação indicou, para a seção **processos de operação**, a presença de 7 *outliers* e, para a seção **desempenho das operações**, a presença de 5 *outliers*. Como a análise fatorial pressupõe a ausência de *outliers* (Garson, 2005), cada seção foi analisada após a exclusão destes respondentes.

Também para as respostas, foi testada a existência de multicolinearidade entre as variáveis pelo fator *VIF* (*Variance Inflation Factor*) (Garson, 2005). Na verificação realizada, nenhuma variável apresentou *VIF* maior do que 4,0 que, segundo Garson (2005), é o valor limite para indicar que as variáveis não são multicolineares. Portanto, nenhuma variável foi excluída da análise fatorial.

Para determinação dos agrupamentos das variáveis por fator, levou-se em consideração uma carga ou carregamento fatorial maior ou igual a $\pm 0,500$. Este valor, segundo Hair et al. (1998), atende o critério de significância prática, no qual 25% da variância é contemplada pelo fator. Hair et al. (1998) também sugerem como critério de significância dos fatores a significância estatística. Para esta significância, em um tamanho de amostra igual a 100, a carga fatorial mínima seria de $\pm 0,550$, em um nível de confiança de 0,05, o que possibilitaria inferência estatística.

3.2 Análise qualitativa

Como foi mencionado anteriormente, a análise qualitativa teve como objetivo aprofundar os resultados da análise quantitativa, tendo-se como base a complementaridade dos métodos sugerida por Bryman (1988). Para tanto, duas empresas participantes da pesquisa quantitativa foram selecionadas e, nestas, foi aplicado um roteiro de entrevista composto por questões abertas, direcionado aos seus gerentes ambientais.

As entrevistas foram gravadas. A transcrição e a interpretação ocorreram pelo método de análise explicativa

do conteúdo, que tem como objetivo esclarecer trechos difusos, ambíguos ou contraditórios contidos no material coletado (Flick, 2004).

O processo de validação teve como objetivos identificar se o processo de entrevista apresentou “validade ecológica” (Bryman, 1988, p.114) e se a transcrição foi capaz de expressar o que os entrevistados pensam (Flick, 2004). Assim, foi aplicado, após a realização da entrevista, um breve questionário com questões fechadas relacionadas às condições da entrevista e do entrevistador. Também foi disponibilizado aos entrevistados, com o objetivo de aprovação, o texto produzido a partir da entrevista.

4. Resultados

4.1 Análise dos processos de operação

Originalmente, a análise fatorial apresentou para a variável “Nossos fornecedores cooperam conosco minimizando nosso impacto ambiental” uma carga fatorial menor que $\pm 0,500$ em todos os fatores, sendo, por este motivo, descartada, realizando-se nova análise fatorial. A Tabela 1 apresenta os resultados da análise fatorial final, com a aplicação do método de rotação Varimax (Garson, 2005; Hair et al., 1998) para os Processos de Operação.

Foram extraídos 4 fatores, com autovalores maiores do que 1, que explicam 64,143% da variância total, sendo este percentual considerado aceitável (Hair et al., 1998). Todos os 4 fatores apresentaram coeficientes Alfa com valores maiores que o critério de 0,7 (Hair et al., 1998; Malhotra, 2001), sendo, portanto, considerados aceitáveis para a precisão da escala. O resultado do teste estatístico de medida de adequação da amostra de Kaiser-Meyer-Olkin (*KMO*) indicou que a amostra utilizada pode ser considerada aceitável, com um *KMO* igual a 0,804, apresentando significância estatística de haver correlação entre as variáveis (Hair et al., 1998).

Analisando-se a Tabela 1, é possível verificar que a maioria das variáveis atende ao critério de carga fatorial mínima de $\pm 0,550$ para a significância estatística, com exceção de uma que apresentou carregamento de 0,512 para o fator 1. Optou-se, portanto, por privilegiar o critério estabelecido para significância prática (carregamento maior ou igual a $\pm 0,500$) com o objetivo de garantir um número maior de fatores para a análise.

Para a análise dos processos de operação, então, os fatores foram identificados conforme mostra o Quadro 1.

4.2 Análise do desempenho das operações

Igualmente à seção anterior, a análise fatorial original apresentou necessidade de ajustes. Inicialmente, foram extraídos 5 fatores, com autovalores maiores do que 1. No entanto, o fator 5 que estava associado às variáveis

Tabela 1. Análise fatorial das mudanças nos Processos de Operação.

	Fatores			
	1	2	3	4
Nossa operação é bem documentada.	0,809	0,085	- 0,068	0,082
Temos manuais que descrevem nossos processos.	0,785	- 0,016	- 0,112	0,225
Nós documentamos nossos processos de produção.	0,739	0,026	- 0,042	0,152
Nós avaliamos ativamente o risco ambiental de nossos processos.	0,722	0,181	0,089	0,225
Nossa planta mede os insumos de produção.	0,713	- 0,051	0,385	- 0,140
Nós quantificamos regularmente os insumos em nossos processos.	0,701	0,095	0,267	- 0,238
Nossos procedimentos são definidos para reduzir o risco ambiental.	0,695	0,105	0,123	0,208
Nossos processos têm salvaguardas que limitam as possibilidades de um acidente com impacto ambiental.	0,564	- 0,005	0,079	0,372
Nós acompanhamos o nível de estoque de nossas matérias-primas.	0,512	0,124	0,236	0,068
Nós combinamos nossos esforços com outras instituições para a criação de tecnologias não agressivas ao meio ambiente.	0,134	0,885	- 0,050	0,117
Trabalhamos com outras organizações no desenvolvimento de tecnologias limpas.	0,037	0,818	0,091	0,219
Nós cooperamos com outras instituições em pesquisa e desenvolvimento de tecnologia ambiental.	0,077	0,814	0,085	0,064
Nossos processos utilizam materiais reciclados.	0,011	- 0,013	0,847	0,154
Nós reciclamos materiais em nossa operação.	0,170	0,035	0,769	0,036
Alguns materiais são reaproveitados em nossa planta.	0,077	0,145	0,690	0,331
Nós coordenamos nossos processos com nossos principais fornecedores para diminuir nosso risco ambiental.	0,217	0,232	0,219	0,800
Trabalhamos com nossos fornecedores para tratar conjuntamente das ameaças ao ambiente em nossos processos.	0,209	0,234	0,208	0,752
% da variância	32,868	14,055	10,910	6,310
% da variância acumulada	32,868	46,923	57,833	64,143
Autovalor	5,588	2,389	1,855	1,073
Coefficiente Alfa	0,862	0,816	0,756	0,805

Quadro 1. Fatores que explicam as mudanças nos Processos de Operação.

Identificação	Descrição	Significado
Gerenciamento Ambiental	Sistema de gerenciamento ambiental	Indica se, após a certificação do sistema de gestão ambiental, os processos de produção passaram a utilizar procedimentos e controles para insumos e matérias-primas, riscos e impactos ambientais.
Cooperação	Cooperação para desenvolvimento de tecnologias para preservação ambiental	Indica se houve cooperação para o desenvolvimento de tecnologias voltadas à preservação ambiental.
Reciclagem	Reciclagem e reuso de materiais	Indica se as mudanças sobre os processos determinaram utilização de materiais reciclados.
Fornecedores	Envolvimento de fornecedores	Indica se as mudanças sobre os processos determinaram maiores controles ambientais sobre os fornecedores.

“Temos apenas alguns resíduos tóxicos em nossa produção” e “Sabemos muito sobre os riscos ambientais relacionados a nossa operação” apresentou coeficiente Alfa menor que o critério de 0,7 (Hair et al., 1998; Malhotra, 2001). Assim, este fator foi desconsiderado, realizando-se nova análise fatorial sem aquelas variáveis. O resultado final da análise fatorial com a aplicação do método de rotação Varimax (Garson, 2005; Hair et al., 1998) é apresentado na Tabela 2.

Os 4 fatores resultantes explicam 71,982% da variância total, valor aceitável segundo Hair et al. (1998). Todos apresentaram coeficientes Alfa com valores maiores que o critério de 0,7 (Hair et al., 1998; Malhotra, 2001), sendo, portanto, considerados aceitáveis para a precisão da escala. O resultado do teste estatístico de medida de adequação da amostra de *Kaiser-Meyer-Olkin* (*KMO*) indicou ser aceitável a amostra utilizada. O *KMO* resultante foi igual a 0,726, apresentando significância esta-

tística de haver correlação entre as variáveis (Hair et al., 1998).

Pela análise da Tabela 2, é possível verificar que todas as variáveis que compõem os fatores selecionados para a análise atendem ao critério de carregamento fatorial mínimo de $\pm 0,550$ para a significância estatística e, conseqüentemente, também atendem ao critério de significância prática de $\pm 0,500$. Estes resultados sugerem uma possibilidade de generalização a partir da amostra estudada para a seção Desempenho das Operações.

Os fatores identificados para a análise do desempenho das operações são apresentados no Quadro 2.

É importante sinalizar que a análise do desempenho das operações tem uma conotação genérica obtida a partir das percepções dos respondentes. Sendo assim, a análise não avalia diretamente indicadores técnicos de desempenho, como por exemplo, percentuais de emissões gasosas ou quantidades de resíduos sólidos gerados.

4.3 Resultados da análise quantitativa

Para realizar a comparação entre as médias dos fatores, primeiramente a análise descritiva foi direcionada para determinação da média de cada fator. Em seguida, a análise descritiva foi utilizada para a verificação das diferenças entre as médias dos fatores pelo teste t de amostras emparelhadas, com o objetivo de estabelecer uma hierarquia de desempenho entre as médias em relação ao valor máximo de 5, possibilitado pela escala. Este teste t foi utilizado por ser adequado para comparações entre médias dentro de uma mesma amostra (Garson, 2005; Malhotra, 2001).

4.3.1 Fatores relacionados aos processos e desempenho de operação

A Tabela 3 sumariza a análise descritiva para os fatores relacionados aos Processos de Operação.

Tabela 2. Análise fatorial das mudanças no Desempenho das Operações.

	Fatores			
	1	2	3	4
Nossa planta tem uma imagem ambiental positiva.	0,878	- 0,002	0,193	0,061
Somos conhecidos por ser uma planta ambientalmente responsável.	0,826	0,243	0,017	0,074
Nossa planta tem a reputação de respeitar o meio ambiente.	0,719	0,238	0,051	0,221
Nossa equipe consegue identificar problemas antes que fiquem fora de controle.	0,608	0,252	0,433	- 0,063
Nossos sistemas gerenciais facilitam o cumprimento das regulamentações ambientais.	0,584	0,459	-0,067	- 0,070
Nossa planta faz bom uso econômico de nossos insumos de produção.	- 0,028	0,861	0,185	0,072
Usamos eficientemente nossos insumos.	0,187	0,833	0,106	- 0,034
Somos eficientes no consumo de matéria-prima.	0,358	0,739	- 0,075	0,045
Nossa equipe da gerência é muito sensível em relação ao nosso risco ambiental.	0,357	0,613	- 0,108	0,042
Temos que fazer pouco esforço para cumprir com as regulamentações ambientais.	0,046	- 0,093	0,860	0,167
Podemos cumprir facilmente com os novos padrões ambientais.	0,149	0,149	0,819	0,202
São poucos os produtos tóxicos resultantes de nossas operações.	0,091	0,035	0,077	0,935
Nossos processos geram pouco material tóxico.	0,075	0,020	0,299	0,866
% da variância	35,259	17,270	10,764	8,688
% da variância acumulada	35,259	52,529	63,293	71,982
Autovalor	4,584	2,245	1,399	1,129
Coeficiente Alfa	0,831	0,813	0,727	0,843

Quadro 2. Fatores que explicam as mudanças no Desempenho das Operações.

Identificação	Descrição	Significado
Imagem	Imagem corporativa positiva	Indica se a imagem corporativa foi fortalecida após a implantação do sistema de gestão ambiental.
Uso Eficiente	Utilização eficiente de insumos de produção	Indica se os resultados mostram que há utilização eficiente de insumos de produção e matérias-primas.
Cumprimento de Padrões	Cumprimento de padrões e regulamentações	Indica se as mudanças sobre os processos facilitaram o cumprimento de padrões e regulamentações ambientais.
Resíduos Tóxicos	Menor geração de resíduos tóxicos	Aponta se as mudanças sobre os processos resultaram em geração de menos resíduos tóxicos.

Tabela 3. Análise descritiva para os fatores dos Processos de Operação.

	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão
Gerenciamento Ambiental	93	4,8088	0,31612	0,03278
Fornecedores	93	4,4785	0,60304	0,06253
Reciclagem	93	4,2473	0,78313	0,08120
Cooperação	93	3,8136	0,89072	0,09236

A Tabela 3 apresenta uma hierarquia, em termos de médias, para os fatores resultantes. Para análise destas diferenças, foi utilizado o teste t de amostras emparelhadas (Garson, 2005 e Malhotra, 2001). As diferenças entre as médias foram analisadas aos pares e, por meio da estatística t, para um nível de significância de 0,05 (Garson, 2005), foi verificado serem todas estatisticamente significantes.

A Tabela 4 sumariza a análise descritiva para os fatores relacionados ao Desempenho das Operações.

De forma análoga à discussão anterior, a Tabela 4 apresenta uma hierarquia, em termos de médias, para os fatores resultantes da análise. As diferenças entre as médias foram analisadas aos pares e, por meio da estatística t, para um nível de significância de 0,05 (Garson, 2005), foi verificado serem estatisticamente significantes, com exceção do par formado pelos fatores **uso eficiente** e **resíduos tóxicos** (significância igual a 0,725). A partir destes resultados, é possível verificar que, na percepção dos gerentes, os aspectos relacionados a Gerenciamento Ambiental e Imagem são os que apresentam melhor desempenho em empresas certificadas. Nos aspectos em que haveria maior possibilidade de melhoria de desempenho se relacionam a Cooperação e Uso Eficiente.

4.4 Análise dos resultados das duas etapas da pesquisa

4.4.1 Análise envolvendo os processos de operação

O fator **gerenciamento ambiental** foi o que apresentou a maior média em relação ao máximo desempenho permitido pela escala. Este fator pode ser situado na atividade de apoio de infra-estrutura dentro da cadeia de valor adaptada por Epstein e Roy (1998) para gestão ambiental.

O estado final deste fator sugere que, na percepção dos respondentes, o maior resultado sobre os processos de operações foi a utilização de um sistema de gerenciamento consolidado que antes não existia e que, a partir da certificação ISO 14001, passou a existir. Este sistema proporcionou a identificação de padrões e metodologias racionais para coleta e processamento de dados para gerenciamento e tomada de decisões relacionadas às ope-

Tabela 4. Análise descritiva para os fatores de Desempenho das Operações.

	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão
Imagem	95	4,7789	0,34576	0,03547
Cumprimento de Padrões	95	4,5632	0,49729	0,05102
Resíduos Tóxicos	95	4,1421	1,05099	0,10782
Uso Eficiente	95	4,1000	1,03038	0,10571

rações e ao meio ambiente (Alberti et al., 2000; Bouma e Kamp-Roelands, 2000; Freimann e Walther, 2001; Morrow e Rondinelli, 2002).

Os resultados das entrevistas para este fator indicaram uma sintonia que complementou as análises. Para ambos respondentes, após a certificação ambiental houve melhoria nos processos operacionais. As melhorias nos processos decorreram da criação de procedimentos, padronização de boas práticas e incremento de controles operacionais de aspectos e impactos ambientais como resultado do gerenciamento ambiental. Os controles operacionais resultantes dos sistemas de coletas de dados foram baseados em dados técnicos inerentes aos processos e, portanto, proporcionaram mecanismos apropriados para tomada de decisão.

O fator **fornecedores** apresentou a segunda maior média em relação ao valor máximo da escala e tem sintonia com a atividade de aquisição, que compõe a atividade de apoio da cadeia de valor adaptada para a gestão ambiental (Epstein e Roy, 1998).

A partir do estado final deste fator, é possível detectar que o segundo resultado mais importante após a certificação ambiental foi a preocupação dos respondentes com a cadeia de fornecimento envolvendo decisões ambientalmente amigáveis e desenvolvimento de estratégias de suprimento (Angell e Klassen, 1999). Este resultado pode ser também, interpretado como uma consequência da implantação do sistema de gestão ambiental, com o estabelecimento de exigências entre clientes e seus fornecedores, incluindo até a necessidade de certificação de sistemas de gestão por parte de fornecedores (Angell e Klassen, 1999; Morrow e Rondinelli, 2002).

Para a empresa do setor metal mecânico, houve preocupação dentro da cadeia de fornecimento envolvendo decisões ambientalmente amigáveis voltadas à preservação da imagem e descontinuidade de produção devido ao não cumprimento de requisitos legais. Por outro lado, diferentemente do que sugere a análise quantitativa, estratégias de suprimento não foram mencionadas, sendo que as ações estiveram mais restritas à conscientização ambiental. No caso da empresa do setor químico, foram mencionadas melhorias técnicas nos processos envolvendo fornecedores com o objetivo de minimizar impactos

ambientais e melhorar os relacionamentos comerciais, embora a preocupação com a conscientização ambiental também tenha sido relevante.

A média que ficou na terceira posição, em relação ao valor máximo proporcionado pela escala, é relacionada ao fator **reciclagem** e indica uma menor importância em relação aos dois primeiros fatores. Este fator pode ser situado em duas posições dentro da cadeia de valor adaptada para a gestão ambiental apresentada por Epstein e Roy (1998), ambas nas atividades primárias. A primeira posição é a logística externa e a segunda posição localiza-se na atividade de serviço. Este estado final aponta para um possível cuidado com a logística reversa para recuperação dos materiais ou produtos descartados após o uso (Angell e Klassen, 1999) e com adaptações de processos para realizar serviços de desmontagem de produtos ou partes de produtos (Inman, 2002), como resultado sobre os processos de operação após a certificação ambiental.

Para a empresa do setor metal mecânico, as atividades de reciclagem estão muito mais voltadas às práticas de coleta seletiva de resíduos gerados pelas atividades operacionais nos processos do que a reinserção de produtos ou partes de produtos nas linhas de montagens. O respondente do setor químico apresentou um posicionamento técnico e comercial para a questão da reciclagem muito mais alinhado com atividades de logística reversa. Devido às peculiaridades do processo, a reciclagem de resíduos é utilizada como fonte para pesquisa e desenvolvimento de outros produtos menos nobres, porém com valor comercial significativo.

Por fim, o fator que apresentou a menor média na análise quantitativa foi o relativo à **cooperação**. Este fator pode ser vinculado à atividade de desenvolvimento de tecnologia que compõe a atividade de apoio da cadeia de valor adaptada para a gestão ambiental (Epstein e Roy, 1998). A colocação deste fator, em comparação com os três anteriores, sugere que menos esforços, pelo envolvimento de grupos de interesse, foram aplicados nos processos de operação para o desenvolvimento de tecnologias ambientais. Estes esforços podem ser considerados como investimentos infra-estruturais (Klassen e Whybark, 1999). O resultado deste fator pode indicar, também, que ocorreram poucos investimentos de natureza estrutural como, por exemplo, a implantação de técnicas de manufatura limpa (Klassen e Whybark, 1999).

Os resultados da análise qualitativa apresentaram um alinhamento com os resultados da análise quantitativa no que diz respeito ao desenvolvimento de tecnologias ambientais, uma vez que as duas empresas reportaram melhorias nos processos a partir da aplicação de técnicas de manufatura limpa. As melhorias estiveram relacionadas à redução da emissão de resíduos e economia de energia, para o caso da empresa do setor metal mecânico, e van-

tagens econômicas associadas a benefícios ambientais para a empresa química. Além destes ajustes técnicos nos processos, atividades de 5S's e coleta seletiva de resíduos também contribuíram para as melhorias obtidas.

Com relação ao desenvolvimento de tecnologias ambientais a partir do envolvimento de grupos de interesse, a empresa do setor metal mecânico salientou que os maiores envolvidos são os funcionários e que a preocupação de clientes é restrita ao atendimento de requisitos legais e inerentes à certificação ambiental. A empresa química, por sua vez, sinalizou o envolvimento de funcionários, fornecedores e representantes da sociedade, não sendo mencionado o envolvimento de clientes nas atividades voltadas ao desenvolvimento de tecnologias ambientais.

4.4.2 Análise envolvendo o desempenho das operações

Na análise quantitativa, o fator **imagem** foi o que obteve média mais próxima do valor máximo proporcionado pela escala. O resultado deste fator aponta que a melhoria da imagem da empresa é o principal indicador de desempenho, após a certificação ambiental. Isto por que a implantação de um sistema de gestão ambiental sinaliza aos *stakeholders* um interesse pelas questões ambientais (Alberti et al., 2000). Assim, a imagem corporativa fortalecida poderia ser fonte para vantagem de diferenciação (Chin e Pun, 1999) e de responsabilidade social (Melo e Vieira, 2003; Morrow e Rondinelli, 2002), resultando em um melhor desempenho.

Associados a este fator também estão questões internas relativas à antecipação de problemas e cumprimento de regulamentações. Desta forma, o resultado pode apontar para o fortalecimento do comprometimento interno (Rondinelli e Vastag, 2000) com relação ao meio ambiente por parte de gerentes e pessoal de operação (Darnall, 2003), engajados em prevenir a ocorrência de problemas ambientais e identificar oportunidades e melhorias (Angell e Klassen, 1999).

Com relação à melhoria da imagem corporativa, a análise sugere complementaridade dos resultados, pois ambos respondentes reportaram uma percepção mais apurada dos *stakeholders* com relação às questões ambientais. Relativamente à percepção dos clientes, a empresa do setor metal mecânico salientou a importância dada pelo cliente, à certificação ambiental. Com relação à imagem interna, este respondente relatou melhorias no comprometimento interno com relação ao meio ambiente. A empresa do setor químico reportou que os clientes passaram a valorizar os produtos por associarem a estes as boas práticas ambientais desenvolvidas pela empresa. O entrevistado ainda registrou que a imagem percebida por entidades representativas sociais é positiva, uma vez que a empresa demonstra constante preocupação em esclarecer questões ambientais envolvidas nos seus processos.

No que diz respeito a possíveis vantagens que a imagem pudesse proporcionar relacionadas a aumentos de volumes de vendas, os resultados não podem ser associados ao desempenho ambiental. Para a empresa do setor metal mecânico, a certificação ambiental é condição de fornecimento, independente dos volumes a serem fornecidos. Já a empresa do setor químico reportou não possuir registros de aumentos de volumes de vendas que possam ser relacionados à certificação ambiental, embora interações envolvendo apoio técnico tenham sido mencionadas.

O fator **cumprimento de padrões** apresentou a segunda média mais próxima do valor máximo proporcionado pela escala. Este resultado demonstra que, em tendo um sistema de gestão ambiental para orientar as atividades, a melhoria de desempenho resulta da facilidade do cumprimento de padrões e regulamentações. Isto pode ser consequência da elaboração e implementação de padrões documentados para adequar os processos para obter redução de impactos ambientais negativos (Morrow e Rondinelli, 2002; Rondinelli e Vastag, 1998; 2000). Também pode ser resultado da implantação de um sistema de gestão ambiental que utilizou como apoio um sistema de gestão da qualidade ISO 9001 já existente (Corbett e Kirsch, 2001; King e Lenox, 2001a; 2001b).

As respostas obtidas na entrevista complementam os dados da análise quantitativa. Ambos respondentes sinalizaram que o desempenho ambiental foi melhorado a partir da elaboração de padrões e cumprimento de requisitos legais. Ambos também registraram que a existência de um sistema de gestão da qualidade facilitou a introdução da variável ambiental na adequação dos processos para controlar e reduzir os impactos ambientais. É importante salientar que não foram reportados aspectos negativos a respeito do sistema de gestão da qualidade existente. As duas empresas externaram somente sentimentos positivos sobre estes sistemas, sendo enfatizado que a sua existência auxiliou na implantação do sistema de gestão ambiental.

No que diz respeito aos custos envolvidos na implantação ou manutenção do sistema de gestão ambiental, a empresa do setor químico informou que os custos de implantação do sistema de gestão ambiental restringiram-se ao trabalho de consultoria, treinamentos e de auditorias de certificação. A empresa do setor metal mecânico não se manifestou sobre esta questão, limitando-se a reforçar a existência de aspectos positivos com relação ao sistema de gestão ambiental e o sistema de gestão da qualidade.

Na análise quantitativa, a média do fator **resíduos tóxicos** ficou na terceira posição em relação ao valor máximo proporcionado pela escala. O resultado indica que a percepção de melhoria de desempenho após a certificação ambiental é menor quando verificada em termos

de investimentos estruturais diretamente relacionadas às operações (Klassen e Whybark, 1999). Para geração de menos resíduos tóxicos, os processos poderiam utilizar técnicas de produção limpa, eliminando matérias-primas tóxicas e reduzindo a toxicidade de emissões e resíduos, antes que eles deixem o processo de produção (Chiang e Tseng, 2005).

Deste modo, os dados da análise quantitativa e da entrevista se complementaram. As duas empresas responderam que melhorias nos processos foram implantadas com o objetivo de reduzir a geração de resíduos tóxicos. Para tal, exemplos de aplicação de técnicas de manufatura limpa foram citados tanto pela empresa do setor metal mecânico quanto pela empresa do setor químico.

O fator **uso eficiente** foi o que apresentou a menor média em relação ao valor máximo proporcionado pela escala dentre os fatores relacionados ao desempenho após a certificação ambiental. O resultado deste fator pode ser interpretado de duas formas: do ponto de vista infra-estrutural e do ponto de vista estrutural (Klassen e Whybark, 1999). Sob o prisma infra-estrutural, o desempenho poderia ter sido melhorado, uma vez que, com a implantação do sistema de gestão, pode ter ocorrido a introdução de padrões documentados voltados a reduzir impactos ambientais negativos, desde as atividades de aquisição dos materiais até a produção (Klassen e Whybark, 1999). Podem ter sido também introduzidas técnicas baseadas no JIT e estoque zero (Inman, 2002; Klassen, 2000; Ohno, 1997; Romm, 1996), para facilitar a obtenção destas eficiências. Sob a ótica das questões estruturais (Klassen e Whybark, 1999), os investimentos necessários para implantação de técnicas alinhadas com a produção limpa direcionadas ao uso eficiente de insumos e matérias-primas podem ter sido menores, fazendo com que a percepção de melhoria de desempenho devido a isto, tenha sido diminuída.

A confrontação dos resultados quantitativos e da entrevista novamente aponta para uma complementaridade entre as análises. As duas empresas reportaram melhorias de desempenho a partir do uso eficiente de matérias-primas e insumos. As melhorias envolveram as etapas da cadeia de fornecimento e foram direcionadas para economia de água, energia e matéria-prima.

5. Conclusão

A presente pesquisa procurou identificar os resultados obtidos por empresas após a certificação ISO 14001. Apoiada nos marcos teóricos da abordagem ambiental sistêmica, sistemas de gestão ambiental, operações sustentáveis e eficácia operacional, dois encaminhamentos foram seguidos ao longo do artigo. Estes foram: a identificação dos fatores relacionados aos processos de operação e desempenho das operações; e a análise dos resultados

relacionados aos processos de operação e ao desempenho das operações. Nesta última etapa, buscou-se associar os fatores às estratégias de operações.

A análise dos processos de operação apresentou resultados estatisticamente confiáveis e apontou para quatro fatores com carregamentos respaldados por significância estatística. Estes fatores obtidos foram Gerenciamento Ambiental, Cooperação, Reciclagem e Fornecedores. A análise descritiva posterior mostrou, com diferenças estatísticas significativas entre todos os fatores, uma hierarquia com relação ao desempenho máximo proporcionado pela escala para cada fator. Nesta hierarquia, o fator Gerenciamento Ambiental ficou posicionado no primeiro lugar e o fator Cooperação ocupou a última posição, ficando os fatores Fornecedores e Reciclagem, respectivamente, em segundo e terceiro lugares. Este resultado é relevante, uma vez que a literatura pesquisada não apresentou classificação semelhante para as mudanças nos processos de operação.

A análise do desempenho das operações apresentou resultados estatisticamente significantes e apontou quatro fatores também. Os fatores obtidos são Imagem, Uso Eficiente, Cumprimento de Padrões e Resíduos Tóxicos. A análise descritiva posteriormente conduzida igualmente mostrou uma hierarquia com relação ao desempenho máximo proporcionado pela escala para cada fator. No entanto, não ocorreram diferenças estatisticamente significantes entre os fatores Resíduos Tóxicos e Uso Eficiente. Na hierarquia estabelecida, os fatores Imagem e Cumprimento de Padrões ficaram, respectivamente, em primeiro e segundo lugares e os outros dois, nas últimas posições.

A análise destes resultados a partir da cadeia de valor apontou que os fatores relacionados aos processos de operação estão localizados predominantemente nas atividades de apoio da cadeia com exceção do fator Reciclagem que tem vínculo com a atividade primária. Os fatores relacionados ao desempenho das operações, por sua vez, se apresentam localizados dentro das atividades primárias, sendo que a única exceção se aplica ao fator Cumprimento de Padrões que está posicionado nas atividades de apoio. Esta descoberta vem confirmar o pressuposto de que a melhoria do desempenho ambiental é consequência das mudanças ocorridas nos processos operacionais.

Outro resultado encontrado indica que as maiores médias entre os fatores estão mais sintonizadas com investimentos infra-estruturais. Isto demonstra que elaboração e cumprimento de procedimentos, envolvimento de fornecedores e preservação da imagem significam menores investimentos sendo, por isto, mais fáceis de serem implantados. Atividades de reciclagem, desenvolvimento de tecnologias voltadas à preservação ambien-

tal, geração de menos resíduos tóxicos e uso eficiente de insumos exigem investimentos estruturais que afetam diretamente as operações, sendo que os custos envolvidos se tornam fatores limitantes para a implantação destas melhorias.

Do ponto de vista do meio ambiente, o desafio imposto às empresas, especialmente às brasileiras, é conciliar as necessidades de resultados de produção e as necessidades ambientais. Diversificadas são as pressões ambientais exercidas pelos *stakeholders*, influenciando nos processos de tomada de decisão. As dificuldades operacionais resultantes destas demandas revelam o *trade-off*, que deve ser equilibrado entre os resultados e as necessidades ambientais. Portanto, um sistema de gestão ambiental pode ser visto como uma ferramenta para facilitar o alcance de tal equilíbrio e a certificação deste sistema baseada na ISO 14001 pode ser um mecanismo para, dentro de cada atividade da cadeia de valor da empresa, estabelecer os métodos de realimentação de todo o sistema para obtenção dos resultados.

Por fim, a utilização de um banco de dados, já disponível, foi um ponto facilitador para a condução da análise quantitativa, principalmente com relação ao tamanho da amostra (100 empresas), o que proporcionou a aplicação da técnica de análise fatorial no limite recomendado pela literatura pesquisada. No entanto, dois aspectos influenciaram os resultados: a análise independente para as seções relativas aos processos de operação e para o desempenho das operações e a exclusão dos *outliers* para cada etapa. Assim, cada análise independente teve um tamanho de amostra diminuído após a exclusão dos *outliers*, ficando 93 empresas para os processos de operação e 95 para o desempenho das operações.

Como consequência, o tamanho da amostra foi considerado como uma limitação, limitando, portanto, a generalização. Pesquisas futuras com um banco de dados ampliado poderiam consolidar resultados mais consistentes e mais generalizáveis.

Para a análise qualitativa, a utilização de apenas dois casos com somente gerentes ambientais sendo entrevistados foi também um limitador dos resultados. Assim, pesquisas futuras envolvendo um número maior de empresas de diferentes setores e envolvendo outros gerentes, além dos responsáveis pela área ambiental, poderiam trazer novos dados, principalmente pela comparação entre setores.

Agradecimentos

Ao Professor Geraldo Ferrer da Naval Graduate School, Califórnia, EUA, pela contribuição no desenvolvimento do questionário do projeto DEVISO e ao CNPq pelo apoio à pesquisa de campo.

Referências Bibliográficas

- ALBERTI, M., CAINI, L., CALABRESE, A., ROSSI, D. Evaluation of the costs and benefits of an environmental management system. **International Journal of Production Research**, v. 38, n. 17, p. 4455-4466, Nov. 2000.
- ANDERSON, D. R., SWEENEY, D. J., WILLIAMS, T. A. **Estatística aplicada à administração e economia**. São Paulo: Pioneira, 2003. 642 p. ISBN 85-221-0247-3.
- ANGELL, L. C., KLASSEN, R. D. Integrating environmental issues into mainstream: an agenda for research in operations management. **Journal of Operations Management**, v. 17, n. 5, p. 575-598, Aug. 1999.
- BOUMA, J. J., KAMP-ROELANDS, N. Stakeholders' expectations of an environmental management system: some exploratory research. **The European Accounting Review**, v. 9, n. 1, p. 131-144, May 2000.
- BRYMAN, A. **Quantity and Quality in social research**. Londres: Unwin Hyman, 1988. 198 p. ISBN 0-04-312039-3.
- CAGNO, E., GIULIO, A., TRUCCO, P. A methodological framework for the initial environmental review (IER) in EMS implementation. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 1, n. 4, p. 505-532, Dec. 1999.
- CAMPOS, V. F., **TQC: controle da qualidade total** (no estilo japonês). 6. ed. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1992. 229 p.
- CHIANG, J-H., TSENG, M-L. The impact of environmental characteristic on manufacturing strategy under cleaner production principles guidance. **The Journal of American Academy of Business**, Cambridge, v. 7, n. 1, p. 163-168, Sep. 2005.
- CHIN, K-S., PUN, K-F. Factors influencing ISO 14000 implementation in printed circuit board manufacturing industry in Hong Kong. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 42, n. 1, p. 123-134, Jan. 1999.
- CORBETT, C. J., KIRSCH, D. A. International diffusion of ISO 14000 certification. **Production and Operations Management**, v. 10, n. 3, p. 327-342, 2001.
- DARNALL, N. Why firms adopt ISO 14001: an Institutional and Resource-based View. In: Academy of Management Conference, 2003, Seattle. **2003 Conference Best Paper Proceedings**, Seattle, 2003.
- EPSTEIN, M., ROY, M. J. Managing corporate environmental performance: a multinational perspective. **European Management Journal**, v. 16, n. 3, p. 284-296, June 1998.
- FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2004. 312 p. ISBN 85-363-0414-6.
- FREIMANN, J., WALTHER, M. The impacts of corporate environmental management systems: a comparison of EMAS and ISO 14001. **Greener Management International**, n. 36, p. 91-103, 2001.
- GARSON, G. D. **Quantitative Research in Public Administration**. NC State University, 2005. Disponível em: <<http://www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/factor.htm>> Acesso em: 6 mar. 2005.
- GAVRONSKI, I. **Gestão estratégica de operações sustentáveis: levantamento das empresas brasileiras certificadas na norma NBR ISO 14001**. 2003. 171 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Curso de Pós-graduação em Administração, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2003.
- HAIR, J. F., ANDERSON, R. E., TATHAM, R. L., BLACK, W. C. **Multivariate data analysis**. 5th. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1998. 730 p.
- INMAN, R. A. Implications of environmental management for operations management. **Production Planning & Control**, v. 13, n. 1, p. 47-55, 2002.
- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL - INMETRO. **Empresas certificadas ISO 14001**. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/gestao14001/>> Acesso em: 7 jan. 2006.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **The ISO Survey – 2004**. Disponível em: <<http://www.iso.ch/iso/en/prods-services/otherpubs/pdf/survey2004.pdf>> Acesso em: 7 jan. 2006.
- KING, A. A., LENOX, M. J. Lean and green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance. **Production and Operations Management**, v. 10, n. 3, p. 244-256, 2001a.
- _____. Who adopts management standards early? An examination of ISO 14001 certifications. In: Academy of Management Conference, 2001, Washington, DC. **Best Paper Proceedings of the 2001 Academy of Management Conference**, Washington, DC, Aug. 2001b.
- KLASSEN, R. D. Just-in-time manufacturing and pollution prevention generate mutual benefits in the furniture industry. **Interfaces**, v. 30, n. 3, p. 95-106, May-Jun. 2000.
- _____. Plant-level environmental management orientation: the influence of management views and plant character-

- istics. **Production and Operations Management**, v. 10, n. 3, p. 257-276, 2001.
- KLASSEN, R. D., MCLAUGHLIN, C. P. The impact of environmental management on firm performance. **Management Science**, Evanston, v. 42, n. 8, p. 1199-1214, 1996.
- KLASSEN, R. D., VACHON, S. Collaboration and evaluation in the supply chain: the impact on plant-level environmental investment. **Production and Operations Management**, v. 12, n. 3, p. 336-353, 2003.
- KLASSEN, R. D., WHYBARK, D. C. The impact of environmental technologies on manufacturing performance. **Academy of Management Journal**, v. 42, n. 6, p. 599-615, 1999.
- LOKKEGAARD, K. E. ISO 14031 used as a tool in ISO 14001 or as an alternative for a simple EMS. **Greener Management International**, n. 28, p. 79-89, 1999.
- MALHOTRA, N., **Pesquisa de marketing**: uma orientação aplicada. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 719 p. ISBN 85-7307-728-x.
- MELO, M. S., VIEIRA, P. R. Imagem Corporativa e Investimento na Preservação do Meio Ambiente: a nova tendência da agenda estratégica. In: ENCONTRO ANUAL DA ANPAD, 27, 2003, Atibaia. **Anais...Atibaia**: ANPAD, 2003.
- MELNYK, S. A., SROUFE, R. P., CALANTONE, R. Assessing the impact of environmental management systems on corporate and environmental performance. **Journal of Operations Management**, v. 21, n. 3, p. 329-351, May 2003a.
- _____. A model of site-specific antecedents of ISO 14001 certification. **Production and Operations Management**, v. 12, n. 3, p. 369-385, 2003b.
- MORROW, D., RONDINELLI, D. Adopting corporate environmental systems: motivations and results of ISO 14001 and EMAS certification. **European Management Journal**, v. 20, n. 2, p. 159-171, Apr. 2002.
- OHNO, T. **O sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997. 149 p. ISBN 85-7307-170-2.
- PAIVA, E. L., CARVALHO Jr, J. M., FENSTERSEIFER, J. E. **Estratégias de produção e de operações**: conceitos, melhores práticas, visão de futuro. Porto Alegre: Bookman, 2004. 192 p. ISBN 85-363-0390-5.
- PORTER, M. E. **Vantagem competitiva**. 14. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1990. 512 p.
- _____. **Competição**: estratégias competitivas essenciais. 9. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999. 515 p.
- PORTER, M. E., VAN DER LINDE, C. Green and competitive: ending the stalemate. **Harvard Business Review**, v. 73, n. 5, p. 120-137, 1995.
- RIDGWAY, B. The project cycle and role of EIA and EMS. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 1, n. 4, p. 393-405, Dec. 1999.
- ROMM, J. J. **Um passo além da qualidade**: como aumentar seus lucros e produtividade através de uma administração ecológica. São Paulo: Futura, 1996. 245 p. ISBN 85-86082-04-X.
- RONDINELLI, D., VASTAG, G. Private investment and environmental protection: Alcoa-Köfém's strategy in Hungary. **European Management Journal**, v. 16, n. 4, p. 422-430, Aug. 1998.
- _____. Panacea, common sense, or just a label? The value of ISO 14001 environmental management systems. **European Management Journal**, v. 18, n. 5, p. 499-510, Oct. 2000.

OPERATION PROCESS AND RESULTS OF BRAZILIAN COMPANIES ACCORDING TO THE ISO 14001 ENVIRONMENTAL CERTIFICATION

Abstract

The aim of this work was to analyze the operational results achieved for ISO 14001 certificated Brazilian companies. In order to achieve this objective, the factors related to the operation process and the performance of operations according to the certification were identified. The research method integrated qualitative and quantitative analyses. The quantitative step was based on the analysis of the database created by the DEVISO project (Developing Countries and ISO 14000). The qualitative analysis was based on two interviews with Environmental Managers in two companies that took part in the DEVISO project. An exploratory factor analysis (Principal Components Analysis – PCA) and paired sample t-tests were used to identify and compare the operational results. This analysis showed a performance hierarchy throughout the factors identified. The factors identified for the operation process were: Environmental Management, Suppliers, Recycle and Cooperation. Finally, regarding the operation performance, the factors identified were: Image, Standard Implementation, Toxic Waste and Efficient Usage.

Keywords: ISO 14001, environmental management, strategies of operations, operations process, performance of operations.

