

Análise da relação entre gerenciamento do ciclo de vida de produtos e ecoeficiência

Davy Antônio da Silva
Marcia Athayde Matias

RESUMO

Este artigo partiu da premissa de que, havendo um adequado gerenciamento do ciclo de vida dos produtos, a empresa possui mais oportunidades de avaliar, planejar e executar ações ambientalmente corretas que também sejam economicamente eficientes. Produtos obsoletos precisam ser descartados pelos usuários e a responsabilidade pelo tratamento desses produtos deve ser imputada às empresas que os produziram. Assim, se une a necessidade do gerenciamento do ciclo de vida dos produtos à obtenção e manutenção de resultados ecoeficientes. Nesse sentido, o objetivo deste artigo foi o de analisar se empresas com ações negociadas em bolsa de valores realizam gerenciamento do ciclo de vida dos produtos, se nesse gerenciamento o descarte é considerado como uma fase do ciclo, e se há relação perceptível entre o gerenciamento do ciclo de vida e índices de ecoeficiência. O trabalho foi orientado por meio de pesquisa descritiva, delimitando-se pelo método quantitativo e qualitativo, o que possibilitou coletar dados relativos às suas demonstrações contábeis do exercício financeiro de 2010, considerando os valores referentes às vendas líquidas, Valor Econômico Agregado (EVA), valor adicionado e os investimentos em meio ambiente. Os resultados encontrados demonstraram um valor de explicação das variáveis medido pelo coeficiente de determinação, visto que este número ficou em média igual a 23%. As conclusões indicaram que o gerenciamento do ciclo de vida dos produtos consegue explicar um percentual pequeno dos índices de ganho ecoeficientes. Porém, promover outros estudos pode possibilitar encontrar uma maior relação de explicação entre as variáveis estudadas nesta pesquisa.

1 INTRODUÇÃO

A gestão do ciclo de vida de um produto no modo de pensar de Fonseca (2010) é uma abordagem que abrange todos os processos do negócio, permitindo que as empresas controlem as informações de seus produtos, desde a etapa da pesquisa e desenvolvimento até o descarte.

Neste contexto, um ponto que se ressalta é o aspecto ambiental ligado aos produtos. Acredita-se que avaliar o ciclo de vida de um produto é ter mais um instrumento técnico que seja utilizado para analisar os impactos ambientais e socioeconômicos de um produto, processo ou atividade durante todo o seu ciclo de vida por meio da quantificação do uso de recursos naturais (LEMOS; BARROS, 2008).

Outro ponto que merece ser destacado de acordo com Atkinson *et al.* (2008) é a extensão dos custos que não ficam restritos apenas ao processo de fabricação e, sim, abrangem as demais fases do ciclo de vida dos produtos desde o desenvolvimento até o descarte, quando o produto não tiver mais utilidade.

Ao tratar do descarte do produto Atkinson *et al.* (2008) descrevem que se deve levar em conta a questão ambiental, que cada vez mais vem deixando de ser tratada como uma imposição no cenário econômico-financeiro tomando novos contornos que a sinalizam como uma variável fundamental na viabilidade de projetos governamentais, de empreendimentos privados e nas relações comerciais.

O bem-estar da humanidade e a proteção do meio ambi-

ente na visão de Esgolmin e Souza (2009) dependem do compromisso dos governos, das empresas e da sociedade. Assim, buscar a melhoria da qualidade de vida e a proteção ambiental é responsabilidade coletiva e deve estar entre as prioridades de toda atividade empresarial.

Vellani e Gomes (2010) afirmam que no mundo dos negócios existe um conceito utilizado pelas empresas para refletir, discutir e promover a integração entre desempenho econômico e ecológico: a ecoeficiência. Para isso, as organizações devem ponderar o impacto negativo dos resíduos liberados durante o processamento de seus produtos e serviços.

A vantagem competitiva em relação aos resíduos denota obter ganhos econômicos ao reduzir a poluição e gerenciar os resíduos para aumentar a ecoeficiência empresarial; para fins desta pesquisa, nesse ponto, é fundamental fazer o vínculo entre ciclo de vida dos produtos e a questão ambiental. Produtos obsoletos, notadamente frutos de avanços tecnológicos, precisam ser descartados pelos usuários e a responsabilidade pelo tratamento desses produtos deve ser imputada às empresas que os produziram. Nesse sentido a fase de descarte e tratamento deve ser inserida na análise do ciclo de vida desses produtos. Por outro lado, tais produtos devem ser tratados como resíduos, se não de produção propriamente dita, mas como resíduos da própria atividade humana, com severo impacto ambiental para longo prazo se não tratados de forma ambientalmente correta. Assim, parte-se da premissa de que, havendo adequado gerenciamento do

ciclo de vida dos produtos, a empresa tem mais oportunidades de avaliar, planejar e executar ações ambientalmente corretas que também sejam economicamente eficientes.

Apesar de existirem trabalhos na literatura que abordam a gestão do ciclo de vida dos produtos, poucas pesquisas, como a de Hinz, Valentina e Franco (2006) e Mello (2008), especificamente, visaram a análise da relação entre o gerenciamento do ciclo de vida dos produtos e a ecoeficiência.

Nesse contexto se trabalha mais um desafio na gestão da ecoeficiência, conciliando crescimento econômico e redução dos impactos ambientais. É dessa forma se apresenta a seguinte questão norteadora desta pesquisa: empresas brasileiras estão gerenciando o ciclo de vida dos produtos visando obtenção de resultados ecoeficientes?

Sendo assim, o presente estudo tem o objetivo de analisar se empresas com ações negociadas em bolsa de valores realizam gerenciamento do ciclo de vida dos produtos, se nesse gerenciamento o descarte é considerado como uma fase do ciclo, e se há relação perceptível entre o gerenciamento do ciclo de vida e índices de ecoeficiência.

A justificativa desta pesquisa decorre da busca de evidências empíricas quanto à associação do gerenciamento ciclo de vida dos produtos e a preocupação com a gestão da ecoeficiência contribuindo para aumentar a discussão sobre o tema junto à contabilidade.

Este artigo está estruturado em cinco seções. Além desta introdução, é contemplada na seção 2 a revisão de literatura; a seção 3 se dedica à metodologia para a elaboração da pesquisa; na seção 4 se relatam os resultados e as discussões; e na seção 5 é feita a conclusão da pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O ciclo de vida dos produtos e seu gerenciamento

Horngren, Datar e Foster (2004) afirmam que as empresas muitas vezes necessitam custear e precificar um produto por todo o seu ciclo de vida, que nasce com a pesquisa e desenvolvimento, passa pelo atendimento e apoio aos clientes, finalizando com o processo de distribuição que tem o objetivo de evitar danos ao meio ambiente. Com esta afirmação é possível entender que a vida de um produto é muito maior do que o seu processo de fabricação.

O ciclo de vida de um produto na visão de Maher (2001) compreende todas as fases que o envolvem, desde a ideia inicial, passando pelo desenvolvimento, produção, venda e manutenção, culminando na disposição final do produto. De acordo com Fonseca (2010) o ciclo de vida apresenta quatro macrofases principais: pesquisa e desenvolvimento, produção, serviços pós-venda e descarte, sendo que, na maior parte dos trabalhos que apresentam as fases do ciclo de vida de produtos, elas estão sempre presentes, porém, em diferentes níveis de detalhamento.

Para Atkinson *et al.* (2008, p. 677) o ciclo de pesquisa e

desenvolvimento possui três estágios descritos a seguir:

Estágio 1: momento onde usa-se a pesquisa de mercado para avaliar as necessidades emergentes do cliente, o que conduz à elaboração de idéias para produtos novos;

Estágio 2: projetar o produto, no qual os cientistas e engenheiros desenvolvem os aspectos técnicos dos produtos;

Estágio 3: desenvolver o produto, no qual a empresa cria aspectos críticos para atender os clientes e projeta protótipos, **processos de produção** e qualquer ferramenta necessário. (grifo nosso)

Durante o ciclo de fabricação ou produção os métodos de operações gerenciais, como *layout* e *just in time*, ajudam a reduzir os custos do ciclo de vida na fabricação. Essa redução de custos se baseia em reduzir atividades que não adicionam valor, com isso é possível fazer com que o ciclo de fabricação seja mais curto proporcionando respostas mais rápidas para as encomendas (ATKINSON *et al.* 2008); (BATALHA; STHALBERG, 1994).

A fase pós-venda, na visão de Atkinson *et al.* (2008) e de Hernandez, Cruz e Falcão (2000), abrange o período posterior à venda, no qual são realizados procedimentos relacionados com a garantia, consertos, devoluções, processamento de pagamentos e apoio aos clientes. Dessa forma, o objetivo do período pós-venda está na eliminação de quaisquer defeitos prejudiciais associados com a vida útil do produto.

O canal de distribuição reverso de pós-venda se caracteriza pelo retorno de produtos com pouco ou nenhum uso que apresentaram problemas de responsabilidade do fabricante ou distribuidor ou, ainda, por insatisfação do consumidor com os produtos. (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998).

Por fim, um novo momento na distribuição reversa toma espaço no gerenciamento do ciclo de vida de produtos: o descarte e o reaproveitamento de produtos obsoletos e/ou impróprios oriundos do uso humano, cada vez maior e com maior impacto ambiental. Nesse sentido o ciclo de serviços de pós-venda e o de distribuição e distribuição reversa estão comprometidos com o estágio de pesquisa e desenvolvimento (Atkinson *et al.*, 2008), sendo também nessa fase que se deve realizar o planejamento ambiental do produto, no que diz respeito ao melhor aproveitamento de materiais, tecnologias ambientalmente corretas e, sobretudo, ao tratamento dos resíduos, incluindo nesse grupo o descarte final.

Em seu processo produtivo, devido a legislações ambientais mais severas e maior consciência por parte dos consumidores, Daher, Silva e Fonseca (2006) relatam que as empresas estão não só utilizando uma maior quantidade de materiais reciclados como também tendo que se preocupar com o descarte ecologicamente correto de seus produtos ao final de seu ciclo de vida.

Muitas entidades têm se preocupado com a fase final do ciclo de vida do produto. Chaves e Batalha (2006) declaram que

o canal de distribuição reverso de pós-consumo se caracteriza por produtos oriundos de descarte após uso e que podem ser reaproveitados de alguma forma e, somente em último caso, descartados.

De acordo com Klepper (1996) as diferentes fases do ciclo de um produto influenciam fortemente as organizações, pois um produto novo, ainda desconhecido pelos clientes, trará vários gastos buscando atender as expectativas dos mesmos; porém, quando o produto se consolida no mercado, seus gastos se tornam padronizados, porque já se sabe o que agrada o cliente, focando-se então na melhoria dos processos para menores custos. Nesse sentido cabe às empresas a inserção da logística reversa de produtos como um elemento normal do ciclo de vida.

O estudo desenvolvido por Abrantes (2008) verificou que as empresas têm de investir cada vez mais recursos em pesquisa e desenvolvimento para criar, continuamente, novos e seguros produtos exigidos pelo mercado. Com isso as organizações devem pensar de forma estratégica, para que estes custos sejam repassados e informados à sociedade como componentes das responsabilidades social e ambiental, melhorando cada vez mais a imagem da empresa junto à sociedade.

Dessa forma, a avaliação do ciclo de vida dos produtos permite analisar os impactos ambientais e implantar melhorias pelos agentes que conhecem o produto, a organização e sua inserção na sociedade, com vistas a realizar uma gestão ecoeficiente.

2.2 A ecoeficiência e os benefícios econômico-financeiros gerados pelas empresas

Muitas empresas mantêm ações que visam a proteção ambiental. No entanto, para contribuir para a sustentabilidade do negócio essas atividades devem convergir para a ecoeficiência (VELLANI; RIBEIRO, 2009).

A ecoeficiência de acordo com Helminen (2000), Lehni (2000), Vellani e Ribeiro (2009) é definida como a eficiência com que os recursos ecológicos são utilizados para atender as necessidades empresariais, integrando desempenho econômico e ecológico. Para isso, os gastos incorridos nas atividades ambientais devem gerar benefícios econômico-financeiros e valor para o acionista, minimizando o consumo de recursos, eliminando o desperdício e a poluição.

De acordo com Vellani e Ribeiro (2009) a contabilidade gerencial deve estar estruturada para fornecer informações sobre o fluxo físico e monetário envolvido com as entradas e saídas do sistema empresa e o efeito da manutenção de ações ecológicas sobre esses fluxos. Essas informações são relevantes para gerenciar as atividades ambientais e a ecoeficiência empresarial.

Conforme Carvalho e Gomes (2004) um modelo de gestão ecoeficiente promove condições favoráveis aos negócios, que é resultado do barateamento dos custos das tecnologias ambientais, e a criação de um cenário promissor para as empresas, ampliando a rentabilidade com racionalização de processos e res-

peito ao meio ambiente.

Com isso, os autores citados relatam que o objetivo de uma gestão ecoeficiente está voltado para a produção sustentável de bens e serviços para a sociedade, agregando valor, não pela ampliação do consumo de recursos naturais, mas, sim, pela sua redução e minimização ou por eliminar a geração de qualquer tipo de poluição.

Os resultados encontrados na pesquisa de Esgolmin e Souza (2009) demonstraram que uma gestão ecoeficiente preconiza a valorização do fator humano e destaca a importância de formar profissionais com uma visão mais ampla sobre as questões ambientais da atualidade, despertando interesse e estimulando a participação nos programas de qualidade ambiental.

Nunes *et al.* (2010) completam a discussão afirmando que quando se pensa em uma gestão ecoeficiente, nos recursos consumidos pela empresa em sua cadeia de valor, na fabricação de seus produtos ou prestação de seus serviços, necessita-se conciliar recursos financeiros com atitudes de responsabilidade socioambiental, algo que vem trazer, para a administração das empresas, responsabilidade na gestão desses recursos, para que a entidade venha a gerar resultados positivos, sem que tenha deixado impactos ao meio ambiente.

O trabalho de Rocha e Olea (2005) descreveu que a incorporação de mecanismos ecoeficientes nos processos industriais é considerada como uma tendência irreversível para as organizações manterem a competitividade sendo que os principais beneficiados são o meio ambiente e o consumidor final. Com isso entende-se que a diminuição de impactos ambientais deve ser vista como fator essencial de desenvolvimento econômico sustentável a médio e longo prazo.

Segundo Corradi (2008) a ecoeficiência é vista como uma estratégia empresarial dinâmica que possibilita a melhoria em paralelo aos desempenhos econômico e ambiental das empresas. Com intuito de atingir a ecoeficiência, as empresas precisam modificar os respectivos processos, reduzir a demanda de materiais e serviços, reduzir a demanda de energia para materiais e serviços, reduzir a dispersão de substâncias tóxicas, aumentar a reciclabilidade dos materiais, maximizar o uso sustentável de recursos renováveis, prolongar o ciclo de vida dos produtos, aumentar a intensidade dos serviços para os bens e serviços.

Para Alves *et al.* (2009) uma gestão ecoeficiente só pode ser alcançada mediante o fornecimento de bens e serviços a preços competitivos que venham trazer qualidade de vida para as necessidades da humanidade, sempre com a busca progressiva pela redução do impacto ambiental e do consumo de recursos ao longo do ciclo de vida.

Ainda de acordo com Alves *et al.* (2009), empresas ecoeficientes adotam o processo de gestão do ciclo de vida dos produtos e causam um menor impacto ambiental, gerando benefícios econômicos e sociais, tendo êxito com a redução dos desperdícios e mudanças nos procedimentos.

2.2.1 Medição do desempenho ecoeficiente

Conforme Furtado (2001, p. 4) os indicadores de ecoeficiência “têm recebido crescente atenção de indústrias e organizações representativas de segmentos de negócios”. O mesmo autor afirma que surgem duas importantes categorias de uso nas operações das organizações governamentais, não governamentais e produtoras de bens e serviços:

- a) integração dos custos ambientais nos dispêndios totais; e
- b) divulgação do desempenho ambiental.

O Guia do *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD, 2000), utilizado para medição da ecoeficiência, propõe um conjunto de indicadores, classificados em três grandes categorias ou amplas áreas, que são:

- a) influência ambiental na criação do produto ou serviço;
- b) influência ambiental no uso do produto ou serviço;
- c) valor do produto ou serviço.

De acordo com o WBCSD (2000), cada categoria é, por sua vez, subdividida em certo número de aspectos que descrevem o que deve ser medido. Portanto, os indicadores são medidas específicas de cada aspecto individual a ser usado para traçar a rota dos eventos e demonstrar o desempenho. A organização interessada em usar o Guia deve atender as bases doutrinárias para o desenvolvimento sustentável.

Os demonstrativos podem ser utilizados como base para efetuar o cálculo dos índices de ganhos ecoeficientes através do investimento em meio ambiente. Conforme Vellani e Gomes (2010) estes valores podem ser expressos em físicos ou monetários. Físicos quando relacionados com o consumo de recursos naturais, emissão de resíduos etc.; e monetários quando utilizados para estimar o valor do custo de adequação legal e contratual, valor dos serviços de ecossistemas contaminados, valor do custo para recuperar áreas poluídas, entre outros.

Em um programa de ecoeficiência Sisinno e Moreira (2005) declaram que o processo de produção é permanentemente monitorado e são identificadas todas as fontes de uso de água, energia e materiais, em que poderão estar ou não ocorrendo desperdícios ocultos, com conseqüente aumento no gasto de água e energia e incremento na geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas. Esses desperdícios estão relacionados a fatores como problemas operacionais, qualidade de materiais e falta de procedimentos e de treinamento adequado das equipes. A influência ambiental inclui aspectos relacionados com a criação do produto ou do serviço e com o consumo ou a utilização do produto ou do serviço.

Os mesmos autores concluem que a implantação da ecoeficiência no setor industrial e nas empresas tem sido divulgada como uma importante ferramenta para a própria questão de competitividade de mercado.

3 METODOLOGIA

3.1 Classificação da pesquisa

Trata-se de pesquisa descritiva quanto aos seus objetivos e, quanto à abordagem do problema, possui um caráter qualitativo e quantitativo, haja vista que serão realizadas análises qualitativas a respeito do objeto desta pesquisa, mas também serão quantificados os resultados. Quanto aos procedimentos se utilizará a pesquisa bibliográfica e de levantamento, por meio de questionário estruturado com questões de múltipla escolha, elaborado a partir do próprio objetivo da pesquisa, tendo como base a plataforma teórica.

3.2 Unidade de análise e coleta de dados

Duas foram as formas para seleção da amostra da pesquisa. A primeira seleção foi realizada a partir das 50 empresas que compõem a carteira de ações do Índice de Sustentabilidade da Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo, pois de acordo com a BM&FBOVESPA (2005, p. 2) o objetivo deste índice é refletir o retorno de uma carteira composta por ações de empresas com reconhecido comprometimento com a responsabilidade social e a sustentabilidade empresarial, e também atuar como promotor das boas práticas no meio empresarial brasileiro.

O índice é composto por 50 organizações, mas como o objetivo da pesquisa é verificar o gerenciamento do ciclo de vida de produtos e seus ganhos ecoeficientes, o número de empresas analisadas foi reduzido uma vez que muitas organizações são da área de prestação de serviços e distribuição de produtos. Assim, foram selecionadas apenas 11 empresas desse índice.

A segunda triagem foi feita a partir de uma seleção aleatória com 19 empresas que compõem a carteira de ações do Índice Brasil (IBrx 100), sendo que seu objetivo é medir o retorno de um investimento em uma carteira teórica composta pelas 100 ações mais negociadas na BM&FBOVESPA, em termos de número de negócios e volume financeiro, totalizando uma amostra geral com 30 empresas.

3.3 Instrumento de coleta de informações

Para a coleta de dados foi elaborado um questionário dividido em três blocos, sendo o primeiro composto de sete perguntas que visavam saber sobre o processo de gerenciamento do ciclo de vida dos produtos; o bloco dois tinha um total de três questões que tratavam sobre assuntos de reciclagem e coleta de produtos em desuso ou em sua fase final; e por fim o bloco três apresentou duas perguntas que tratavam de assuntos sobre o gerenciamento do ciclo de vida dos produtos que a empresa pesquisada poderia apresentar e que não tivessem sido contemplados nas perguntas do questionário. As 10 perguntas fechadas foram definidas de forma a obter respostas classificatórias às quais foram aplicados pesos que variaram de 2 a 0 dependendo da questão respondida, em que o peso tinha total adequação ao gerenciamento do ciclo de vida dos produtos.

Este questionário foi aplicado com as 30 empresas selecionadas entre o período de 20 de junho a 20 de julho do ano

de 2011 através de meio eletrônico e telefônico.

3.4 Hipótese de pesquisa

Tem-se para esta pesquisa a seguinte hipótese geral:

H_0 : o gerenciamento do ciclo de vida dos produtos não impacta o ganho ecoeficiente da empresa.

Essa hipótese está calcada na premissa de que, havendo um adequado gerenciamento do ciclo de vida dos produtos, a empresa tem mais oportunidades de avaliar, planejar e executar ações ambientalmente corretas que também sejam economicamente eficientes.

3.5 Variáveis estudadas e modelo utilizado para o tratamento dos dados

Os índices de ganhos ecoeficientes foram calculados por meio de três fórmulas diferentes apresentadas conforme o Quadro 1.

Para efetuar os cálculos dos índices mensurados a seguir foram analisados os principais demonstrativos contábeis das empresas. Esses demonstrativos abrangeram o ano de 2010 e serviram para efetuar o cálculo dos índices de ganhos ecoeficientes com cada fórmula demonstrada no Quadro 1, em que o impacto ambiental foi considerado como Proxy, o valor investido em meio ambiente, informação que também pode ser encontrada no Balanço Social. Os dados das 30 empresas referentes aos índices são demonstrados na Tabela 1.

Os dados das companhias foram extraídos dos Demonstrativos Contábeis referentes ao exercício financeiro de 2010, nos sítios da BOVESPA, Comissão de Valores Mobiliários (CVM) e do banco de dados Economática, que possibilitou efetuar o cálculo dos índices que representam os ganhos ecoeficientes.

Para encontrar os números que representavam o Gerenciamento do Ciclo de Vida dos Produtos foram utilizados os valores referentes aos pesos das perguntas de números 1, 2, 3, 4, 6, 8 e 9 sendo considerada como a variável dependente – utilizada como proxy – para o gerenciamento do ciclo de vida dos produtos. Os valores correspondentes aos pesos variaram de 0 até 2, sendo que a pontuação total que uma empresa poderia obter com as respostas das perguntas selecionadas seria de 12 pontos. A Tabela 2 demonstra os valores referentes às respostas com as perguntas selecionadas e os devidos pesos correspondentes.

A regressão linear de acordo com Gujarati e Porter (2011) é utilizada para medir a relação usada basicamente com duas fi-

nalidades: de previsão (prever o valor de y a partir do valor de x) e estimar o quanto x influencia ou modifica y. De forma a verificar a associação entre os índices de ganho ecoeficientes e o Gerenciamento do Ciclo de Vida dos Produtos foram elaborados três modelos estatísticos de regressão linear utilizando como variáveis explicativas os dados das perguntas: 1 (um), que tratou de verificar se as empresas estudadas possuíam um processo de recuperação ou reaproveitamento de resíduos ou subprodutos da produção; a pergunta 2 (dois), que mediu se o processo de recuperação ou reaproveitamento de resíduos ou subprodutos da produção é feito através de reciclagem externa; e a pergunta de número 3 (três), que analisou se o processo de recuperação ou reaproveitamento de resíduos ou subprodutos da produção é feito por meio de reciclagem interna. Os resultados das perguntas 4 (quatro), 6 (seis), 8 (oito) e 9 (nove) não foram utilizados, pois apresentaram problemas com o nível de significância e de correlação entre as variáveis estudadas.

As perguntas que foram retiradas da regressão visavam verificar os assuntos conforme Quadro 2.

Após a exclusão das perguntas foram elaborados os modelos descritos conforme equações apresentadas no Quadro 3.

Onde:

β_0 : representa o coeficiente angular da regressão para os três modelos apresentados;

e_i : representa o termo de erro para os três modelos apresentados.

O software estatístico adotado para o tratamento dos dados e cálculo da regressão linear foi: Stata/SE for Windows, utilizado para o cálculo dos coeficientes de correlação e de determinação, e determinação ajustado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao efetuar o tratamento dos dados após sua tabulação por meio do software Stata encontrou-se a equação de regressão linear descrita na Tabela 3 conforme os seguintes coeficientes apresentados pelo modelo 1.

O modelo 1 foi classificado como robusto e heterocedástico, composto por três variáveis que assumiram os seguintes valores: $IGE \text{ Valor Adicionado} = -2,01 - 3,57\beta_1 + 4,56\beta_2 + 4,57\beta_3$. Para verificar a presença de heterocedasticidade aplicou-se ao modelo de regressão o teste de Breusch-Pagan e o resultado encontrado demonstrou haver a presença desse problema, que ocorre quando a variância do termo de erro de uma regressão não é

Método 1	Método 1	Método 3
$IGE = \frac{\text{Valor adicionado}}{\text{Impacto ambiental}}$	$IGE = \frac{\text{EVA}}{\text{Impacto ambiental}}$	$IGE = \frac{\text{Vendas líquidas}}{\text{Impacto ambiental}}$
Fonte: Helminen, (2000)	Fonte: Mickwitz et al. (2005)	Fonte: WBCSD, (2000)

Quadro 1: Fórmulas para cálculo dos Índices de Ganhos Ecoeficientes (IGE)

Tabela 1: Valores referentes aos índices de ganho ecoeficientes calculados pelos três métodos

Empresas	Método 1	Método 2	Método 3
Bombril	0,06	-0,32	0,11
Brasil Ecodiesel	1,20	-0,48	1,34
Brasil Foods	5,71	-0,83	4,02
Cosan	0,22	-0,09	0,92
Cyrela	0,36	0,06	0,87
Dixie Toga	1,22	0,08	3,04
Duratex	0,89	2,05	1,56
Embraer	0,62	-0,08	2,16
Even	0,85	0,18	2,77
Fert Heringer	0,10	-0,16	0,77
Fibria	0,57	-0,09	0,74
Gafisa	4,36	0,43	11,35
Hypermarcas	0,14	-0,02	0,32
lochpe-Maxion	3,95	0,17	9,68
Irani	0,21	0,02	0,36
Jbs	0,13	-0,06	1,20
Mahle Metal Leve	7,87	-0,97	16,28
Marcopolo	16,09	0,25	36,37
Marfrig	33,87	-13,08	117,62
Millenium	23,39	1,26	56,64
Minerva	3,81	-2,21	35,68
Mmx Miner	0,93	-0,40	2,07
Natura	0,57	0,05	0,94
Paranapanema	31,35	-23,25	71,22
Suzano Papel	3,87	0,25	8,81
Unipar	3,90	-0,74	4,69
Usina C. Pinto	0,51	0,11	0,05
Vale	39,35	16,08	65,48
Vicunha Sid.	15,68	-1,80	28,90
Weg	0,71	-0,95	1,26

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 2: Média das perguntas selecionadas para a variável explicada

Empresas	P1	P2	P3	P4	P6	P8	P9
Bombril	1	0	2	0	0	1	2
Brasil Ecodiesel	1	2	0	1	0	1	2
Brasil Foods	1	1	1	2	0	1	2
Cosan	1	1	0	1	0	1	2
Cyrela	1	2	0	1	0	1	1
Dixie Toga	1	0	2	1	0	1	2
Duratex	1	0	1	0	0	1	2
Embraer	1	1	1	2	1	1	2
Even	1	1	1	0	0	1	1
Fert Heringer	1	2	0	0	0	1	2
Fibria	1	2	0	0	0	0	1
Gafisa	1	1	1	0	0	1	2
Hypermarcas	0	0	0	0	0	1	2
lochpe-Maxion	1	1	0	1	1	1	2
Irani	1	0	2	1	0	1	2
Jbs	1	1	1	1	1	1	2
Mahle Metal Leve	1	2	0	1	0	1	2
Marcopolo	1	1	1	0	0	1	2
Marfrig	0	0	2	0	0	0	0
Millenium	1	0	2	2	0	0	0
Minerva	0	0	1	0	0	0	0
Mmx Miner	1	1	1	1	0	0	2
Natura	1	1	1	0	0	1	2
Paranapanema	1	2	0	2	0	1	2
Suzano Papel	1	1	0	1	0	1	2
Unipar	1	1	1	1	0	1	2
Usina C. Pinto	1	2	0	1	0	1	2
Vale	1	1	1	1	0	1	1
Vicunha Sid.	1	2	0	1	0	1	2
Weg	1	1	1	1	1	1	1

Fonte: Elaborada pelos autores.

Perguntas	Descrição
Pergunta 4	Os resíduos ou subprodutos da produção passam por um processo pelo qual possam ser vendidos?
Pergunta 6	A empresa possui um processo de recompra de produtos em desuso?
Pergunta 8	A empresa possui um setor que executa funções de planejamento para novos produtos?
Pergunta 9	O setor de planejamento de novos produtos prevê ações para o fim da vida útil dos produtos?

Quadro 2: Perguntas retiradas da regressão

Fonte: Elaborado pelos autores

Métodos	Equações de regressão
Modelo 1	IGE Valor Adicionado = $-\beta_0 - \beta_1P_1 + \beta_2P_2 + \beta_3P_3 + \epsilon_i$
Modelo 2	IGE EVA = $\beta_0 - \beta_1P_1 + \beta_2P_2 + \beta_3P_3 + \epsilon_i$
Modelo 3	IGE Vendas Líquidas = $\beta_0 - \beta_1P_1 + \beta_2P_2 + \beta_3P_3 + \epsilon_i$

Quadro 3: Modelos de regressão estimados para obtenção dos resultados

Fonte: Elaborado pelos autores

igual e a consequência desse problema é a de que os estimadores de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) não são eficientes, ou seja, não possuem variância mínima. Comumente, a heterocedasticidade aparece na forma em que a variância do erro se altera diretamente na mesma proporção da variável explicativa.

A análise dos Fatores de Inflação das Variâncias (FIV) foi aplicada para verificar a presença de multicolinearidade; conforme Gujarati e Porter (2011) quanto maior o FIV de uma variável X_j em um modelo, mais colinear será esta variável. Os resultados encontrados são demonstrados na Tabela 4.

Percebe-se, ao verificar os valores de inflação das variâncias, que os indicadores estudados não apresentaram problema de multicolinearidade, sendo que a média desses valores não foi superior a 2,71; dessa forma, as variáveis do modelo apresentaram uma baixa relação linear.

Após a elaboração da equação de regressão efetuou-se o cálculo do coeficiente de determinação em que o valor apresentou-se igual a 0,16. Esse valor demonstra que o gerenciamento do ciclo de vida dos produtos calculado pelo valor do peso das perguntas 1, 2 e 3 explicaram 16% do índice de ganho ecoeficiente encontrado por meio do valor adicionado pela razão do impacto ambiental e isso significa que 16% da variância encontrada nos valores referentes aos índices de ganhos ecoeficientes são explicados pela variância do gerenciamento do ciclo de vida dos produtos.

Aplicou-se também o teste desenvolvido por Ramsey, que verificou se o modelo atende aos pressupostos do Modelo Clássico de Regressão Linear, e o resultado demonstrou que o modelo de regressão possui uma correta especificação.

O modelo 2 de regressão calculou os seguintes coeficientes conforme Tabela 5.

O modelo 2 é composto por três variáveis que assumiram os seguintes valores: IGE EVA = $-1,24 + 2,29\beta_1 - 2,27\beta_2 - 1,29\beta_3$. Para verificar a presença de heterocedasticidade aplicou-se ao modelo de regressão o teste de Breusch-Pagan e o resultado encontrado demonstrou não haver a presença desse problema.

A aplicação do teste FIV apontou que os resultados foram

iguais aos do modelo 1 em que a média destes valores não foi superior a 2,71 e, dessa forma, as variáveis do modelo apresentaram uma baixa relação linear.

O coeficiente de determinação apresentou-se igual a 0,17. Este valor demonstra que o gerenciamento do ciclo de vida dos produtos calculado pelo valor do peso das perguntas 1, 2 e 3 explicaram 17% do índice de ganho ecoeficiente encontrado através do EVA pela razão do impacto ambiental, com os dados do modelo 2.

A correta especificação do modelo foi comprovada pelo teste de Ramsey em que o resultado encontrado demonstrou que o modelo atende aos pressupostos do Modelo Clássico de Regressão Linear.

Os dados da regressão encontrados através do modelo 3 calcularam os seguintes coeficientes conforme Tabela 6.

O modelo 3 assumiu os seguintes valores: IGE Vendas Líquidas = $12,39 - 15,14\beta_1 + 12,95\beta_2 + 13,67\beta_3$. Não ficou constatada a presença de heterocedasticidade e o resultado encontrado pelo teste de Ramsey demonstrou que o modelo atende aos pressupostos do Modelo Clássico de Regressão Linear. Na aplicação do teste FIV os resultados foram iguais aos do modelo 1 e, dessa forma, entende-se que as variáveis do modelo apresentaram uma baixa relação linear.

O valor maior do coeficiente de determinação foi encontrado através do modelo 3, igualando-se a 0,36. Esse valor demonstra que o gerenciamento do ciclo de vida dos produtos calculado pelo valor do peso das perguntas 1, 2 e 3 explicaram 36% do índice de ganho ecoeficiente encontrado por meio das vendas líquidas pela razão do impacto ambiental.

O bloco dois das perguntas do questionário verificou como as empresas da amostra procedem quanto ao recebimento de produtos em desuso ou no fim de sua vida útil e os valores encontrados estão apresentados de acordo com a Tabela 7.

A tabela registra que 77% das empresas entrevistadas não apresentaram possuir recebimento dos produtos em desuso ou no fim de sua vida útil e apenas 20% declararam possuir um processo de recebimento dos produtos ao final de sua vida útil.

A pergunta 2 do bloco 2 visava saber se as companhias

Tabela 3: Coeficientes da equação de regressão de acordo com os resultados do modelo 1

IGE Valor Adicionado	Coefficientes	Standard Error	Stat t	Valor P > t
β_0	-2,012,073	6,409,618	-0,31	0,756
$\beta_1 P_1$	-3,572,815	1,910,767	-1,87	0,073
$\beta_2 P_2$	4,561,788	1,924,379	2,37	0,025
$\beta_3 P_3$	4,544,255	1,705,801	2,66	0,013

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 4: Fator e Média de Inflação das Variâncias (FIV) das variáveis analisadas

Variáveis	FIV	1/FIV
Pergunta 1	3,66	0,273323
Pergunta 2	2,93	0,341173
Pergunta 3	1,53	0,651905
Média	2,71	-

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 5: Coeficientes da equação de regressão de acordo com os resultados do modelo 2

IGE Valor Adicionado	Coefficientes	Standard Error	Stat t	Valor P > t
β_0	-1,241023	5,893874	-0,21	0,835
$\beta_1 P_1$	2,286769	1,049896	2,18	0,039
$\beta_2 P_2$	-2,274847	1,332147	-1,71	0,100
$\beta_3 P_3$	-1,291411	1,216672	-1,06	0,298

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 6: Coeficientes da equação de regressão de acordo com os resultados do modelo 3

IGE Valor Adicionado	Coefficientes	Standard Error	Stat t	Valor P > t
β_0	12,38692	25,009	0,50	0,625
$\beta_1 P_1$	-15,13753	4,454939	-3,40	0,002
$\beta_2 P_2$	12,95371	5,652592	2,29	0,030
$\beta_3 P_3$	13,66785	5,162603	2,65	0,014

Fonte: Elaborada pelos autores.

entrevistadas possuíam departamentos que tratassem de assuntos sobre o descarte e desuso de seus produtos e os resultados encontrados podem ser vistos na Tabela 8.

Das empresas pesquisadas 33% oferecem serviços de Ouvia para tratar de assuntos sobre o descarte e desuso de seus produtos e apenas 17% não possuem nenhum departamento habilitado para tratar desse assunto dentro da corporação.

O fato de possuírem algum tipo de convênio com empresas de reciclagem para absorção de todos os produtos fabricados no fim de sua vida útil é apresentado na Tabela 9.

A Tabela 9 demonstra que metade das entidades entrevistadas afirmou não possuir nenhum convênio com empresas de reciclagem para a absorção de seus produtos no fim de sua vida útil e que 27% contam com convênio com empresas prestadoras de serviços de reciclagem que absorvem apenas alguma parte dos produtos ao término de sua vida útil. Somente sete empresas afirmaram possuir algum tipo de convênio com empresas de reciclagem para a absorção de todos os produtos no fim de sua vida útil; esse valor representou aproximadamente 23% da amostra selecionada.

O bloco 3 das perguntas do questionário verificou se as amostras de companhias entrevistadas possuíam um setor ou programa para tratar de assuntos sobre o descarte e desuso de seus produtos que não tivessem sido abordados nas questões anteriores; somente uma empresa declarou possuir um departamento que trata exclusivamente do descarte e desuso dos produtos, e outra informou que o seu departamento de gestão ambiental detém informações e conhecimento para orientar os clientes quanto ao descarte de seus produtos.

5 CONCLUSÃO

O objetivo deste artigo foi o de medir o grau de associação entre os índices de ganhos ecoeficientes e o gerenciamento do ciclo de vida dos produtos das empresas pesquisadas.

Os índices de ganhos ecoeficientes foram calculados por meio dos relatórios financeiros das empresas estudadas; já o grau de gerenciamento do ciclo de vida dos produtos foi relatado por meio de questionário estruturado enviado às organizações que foram objeto deste estudo.

A amostra de dados abrangeu o exercício financeiro do

Tabela 7: Descrição quanto ao recebimento de produtos em desuso ou no fim de sua vida útil

Alternativas do questionário	Frequência	Frequência Percentual
A empresa possui um processo de recebimento dos produtos em desuso e no fim de sua vida útil	6	20%
A empresa possui um processo de recebimento apenas dos produtos em desuso	1	3%
A empresa possui um processo de recebimento dos produtos apenas no fim de sua vida útil	0	0%
A empresa não possui nenhuma forma de recebimento dos produtos em desuso ou no fim de sua vida útil	23	77%
Total de empresas pesquisadas	30	100%

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 8: Descrição quanto ao recebimento de produtos em desuso ou no fim de sua vida útil

Alternativas do questionário	Frequência	Frequência Percentual
A empresa oferece serviços de SAC ou de Ouvidoria para tratar de assuntos sobre o descarte e desuso de seus produtos	10	33%
A empresa oferece serviços de SAC ou de Ouvidoria, mas este setor não está habilitado para tratar de assuntos sobre o descarte e desuso dos produtos	9	30%
A empresa oferece serviços de SAC ou de Ouvidoria e possui outro departamento que está habilitado para tratar de assuntos sobre o descarte e desuso dos produtos	6	20%
A empresa não oferece serviços de SAC ou de Ouvidoria para tratar de assuntos sobre o descarte e desuso de seus produtos e também não possui outro departamento habilitado para tratar sobre o descarte e desuso dos produtos	5	17%
Total de empresas pesquisadas	30	100%

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 9: Descrição quanto ao recebimento de produtos em desuso ou no fim de sua vida útil

Alternativas do questionário	Frequência	Frequência Percentual
A empresa possui convênios com empresas de reciclagem para a absorção de todos os produtos no fim de sua vida útil	7	23%
A empresa possui convênios com empresas de reciclagem para a absorção de alguma parte dos produtos no fim de sua vida útil	8	27%
A empresa não possui nenhum convênio com empresas de reciclagem para a absorção de seus produtos no fim de sua vida útil	15	50%
Total de empresas pesquisadas	30	100%

Fonte: Elaborada pelos autores.

ano de 2010 de 30 empresas, que foi calculado com três formas diferentes de índices de ganhos ecoeficientes: um por meio do valor adicionado, outro pelo valor do EVA e o terceiro pelas vendas líquidas. Cada valor foi dividido pelos números que equivalem ao impacto ambiental das companhias analisadas.

Os dados originais primeiramente foram tabulados e, logo após, foi feito o tratamento dos dados para calcular os valores da equação de regressão linear, estatísticas t e coeficientes de determinação.

O coeficiente de determinação possibilitou concluir de forma geral que o percentual médio de explicação dos índices de ganhos ecoeficientes pelo gerenciamento do ciclo de vida dos produtos das empresas analisadas é de valor igual a 23%. Para dar veracidade ao modelo de regressão foram realizados testes que demonstraram não haver multicolinearidade através da análise do Fator de Inflação da Variância.

Essa conclusão não contraria a hipótese deste estudo, que mencionava não haver um alto grau de associação destas variáveis, ou seja, o gerenciamento do ciclo de vida dos produtos não consegue explicar em média mais de 23% dos índices de ganho ecoeficientes. Porém, devem-se promover outros estudos que possibilitem encontrar uma maior relação de explicação entre as variáveis estudadas nesta pesquisa.

Sendo assim, propõe-se uma sugestão para estudos futuros: que sejam realizados com amostra maior de empresas, ou com empresas internacionais, e com um número maior de indicadores de ecoeficiência, tendo em vista que a presente análise se limitou a empresas brasileiras e a apenas três indicadores.

Dessa forma, o intuito principal é mostrar que existem maneiras de melhorar a qualidade da explicação entre variáveis, com investimento razoavelmente baixo, concentrado na qualificação de seus recursos humanos e no desenvolvimento de atividades de pesquisa.



Davy Antônio da Silva

Graduação em Ciências Contábeis, MBA em Gestão Estratégica de Negócios e Mestrando em Ciências Contábeis pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.



Marcia Athayde Matias

Doutora em Controladoria e Contabilidade pela Universidade de São Paulo (2010), Mestre em Ciências Contábeis pela Universidade de Brasília (2006). Especialista em Magistério Superior pelo Centro Universitário do Maranhão (2003) e graduada em Ciências Contábeis pela Universidade Federal do Pará (1999). Professora adjunta da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Membro atuante da Rede Integrar de Contabilistas Consultores e coordenadora do Grupo de Trabalho da Mulher Contabilista do CRCMG.

Referências

- ABRANTES, José. As oito fases do ciclo de vida de um produto, considerando também os aspectos ambientais. In: VI Simpósio de Gestão e Estratégia em Negócios da UFRRJ – SIMGEN 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: VI Simpósio de Gestão e Estratégia em Negócios, 2008.
- ALVES, Jordania Louse Silva *et al.* A viabilidade da ecoeficiência como fonte de inovação e ganho competitivo nas micro e pequenas empresas brasileiras. In: V Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 5., 2009, Niterói. **Anais...** Rio de Janeiro: Gestão do Conhecimento para Sustentabilidade, 2009.
- ATKINSON, Anthony A. *et al.* **Contabilidade gerencial.** São Paulo: Atlas, 2008.
- BATALHA, Mário O; STHALBERG, Penido. A gestão da produção em firmas agroindustriais. **Grupo de Estudos e Pesquisas na Agroindústria**, São Carlos, 1994, p. 51-57, 1994.
- CARVALHO, Francisco Prancacio Araújo de; GOMES, Jaíra Maria Alcobaça. Eco-eficiência na Produção de Cera de Carnaúba no Município de Campo Maior, Piauí, 2004. **RER**, Piracicaba, SP, v. 46, n. 2, p. 421-453, abr./jun. 2004.
- CHAVES, G. L. D.; BATALHA, M. O. Os consumidores valorizam a coleta de embalagens recicláveis? Um estudo de caso da logística reversa em uma rede de hipermercados. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 13, n. 3, p. 423-434, set./dez. 2006.
- CORRADI, Samuel Ramirez. **Ecoeficiência na Indústria de Petróleo:** o estudo do craqueamento catalítico na Petrobras. 2008. 77 f. Dissertação (Mestrado Executivo em Gestão Empresarial) – Escola Brasileira de Administração Pública e Empresas, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2008.
- DAHER, Cecílio Elias; SILVA, Edwin Pinto de La Sota; FONSECA, Adelaida Pallavicini. **Logística Reversa:** oportunidade para redução de custos através do gerenciamento da cadeia integrada de valor. Niterói, 2006.
- ESGOLMIN, Luzia Maria; SOUZA, Maria Tereza Saraiva de. Análise da implementação e resultados de um programa de ecoeficiência numa empresa do setor bancário. In: SEMEAD, 12., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Ensino Pesquisa em Ad-

ministração, 2009.

FONSECA, Fernando Elias Alves. **Proposta de um quadro referencial para o desenvolvimento de um sistema de medição de desempenho para a gestão do ciclo de vida de produtos**. 2010. 238 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

FURTADO, João Salvador. Administração da eco-eficiência em empresas no Brasil: perspectivas e necessidades. In: VI ENGEMA Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. São Paulo. **Anais...** São Paulo: FGV-FIA/FEA-USP, 2001.

GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. **Econometria básica**. 5. ed. São Paulo: Mcgrawhill Bookman, 2011.

HELMINEN, Riina-Ritta. Developing tangible measures for eco-efficiency: the case of finnish and Swedish pulp and paper industry. **Business strategy and the environment**, ABI/INFORM Global, v. 9, n. 3, May/June 2000.

HINZ, Roberta Tomasi Pires; VALENTINA, Luiz V. Dalla; FRANCO, Ana Cláudia. Sustentabilidade ambiental das organizações através da produção mais limpa ou pela avaliação do ciclo de vida. **Estudos Tecnológicos**, v. 2, n. 2, p. 91-98, jul./dez. 2006.

KLEPPER, S. Entry, Exit, Growth and Innovation over the Product Life Cycle. **The American Economic Review**, Pittsburgh, v. 86, n. 3, p. 562-583, 1996.

LEHNI, Markus. **Eco-efficiency: Creating more value, with less impact**. Genebra: WBCSD, 2000.

LEMOS, Haroldo Mattos de; BARROS, Ricardo Luiz Peixoto de. **Gestão do Ciclo de Vida dos Produtos e Rotulagem Ambiental nas Micro e Pequenas empresas**. Rio de Janeiro: Comitê Brasileiro do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2008.

MAHER, Michael. **Contabilidade de custos: criando valor para a administração**. São Paulo: Atlas, 2001.

MELLO, Carolina Luva de. **Análise do processo de desenvolvimento de produtos no setor moveleiro de Santa Maria sob uma perspectiva ambiental**. 2008. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2008.

NUNES, João Paulo de Oliveira *et al.* Um Aporte ao Sistema Contábil Gerencial Ambiental: segunda geração de indicadores. In: ECONTRO DA ANPAD, 34., 2010, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ: EnANPAD, 2010.

ROCHA, Jefferson Marçal da; OLEA, Pelayo Munhoz. Gestão "Eco-eficiente": O Desafio da "Produção Limpa". **Negócios e Talentos**, v. 2, n. 2, p. 107-120, 2005.

ROGERS, D.; TIBBEN-LEMBKE, R. **Going Backwards: reverse logistics trends and practices**. Universidade de Nevada. Reno, 1998.

SISINNO, Cristina Lúcia Silveira; MOREIRA, Josiano Costa. Eco-

eficiência: um instrumento para a redução da geração de resíduos e desperdícios em estabelecimentos de saúde. **Cadernos de Saúde Pública** (FIOCRUZ), Rio de Janeiro, v. 21, n. 6, p. 1893-1900, nov./dez. 2005.

VELLANI, Cassio Luiz; RIBEIRO, Maísa de Souza. Sistema contábil para gestão da ecoeficiência empresarial. **Revista de Contabilidade e Finanças-USP**, São Paulo, v. 20, n. 49, p. 25-43, abr. 2009.

VELLANI, Cassio Luiz; GOMES, Carla Cristina Martoni Pereira. Como medir ecoeficiência empresarial?. In: SEMEAD, 13., 2010, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Ensino Pesquisa em Administração, 2010.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Measuring eco-efficiency: a guide to reporting company performance**. Geneva, 2000.