

# Ecoeficiência: análise das empresas da [B]<sup>3</sup> potencialmente poluidoras

Kátia Dalcero<sup>[1]</sup>, Denize Demarche Minatti Ferreira<sup>[2]</sup>

<sup>[1]</sup> katiadalcero13@gmail.com, <sup>[2]</sup> denize.minatti@ufsc.br, Universidade Federal de Santa Catarina / Programa de Pós-Graduação em Contabilidade.

## RESUMO

A ecoeficiência verifica a integração dos fatores econômicos e ambientais nas organizações, buscando a utilização adequada dos recursos para maximizar resultados econômicos. O objetivo do presente estudo é comparar o índice de ecoeficiência das empresas listadas na [B]<sup>3</sup> (Brasil, Bolsa, Balcão) consideradas potencialmente poluidoras e utilizadoras dos recursos naturais, conforme o Anexo VIII da Lei Federal nº 10.165/2000, que trata sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Para determinar a relação dos indicadores econômicos e ambientais e para o cálculo do índice de ecoeficiência das empresas que compõem a amostra da pesquisa, utilizou-se a Análise Envoltória de Dados (DEA). Foi verificada, ainda, a relação entre as variáveis por meio do cálculo da correlação de Pearson. Os resultados apontaram que a maioria das empresas analisadas possuía, no período de 2012 a 2017, nível alto de ecoeficiência, exceto algumas dos setores de transporte e de papel e celulose, que apresentaram índices de ecoeficiência muito baixos. Também foi analisada a correlação das variáveis que compõem o modelo do cálculo de ecoeficiência, ficando demonstrado que todas as variáveis apresentaram significância para a explicação do modelo. Além disso, verificou-se que a variável “lucro bruto” apresenta correlação positiva com o índice de ecoeficiência, enquanto as demais variáveis (emissões de gases de efeito estufa (GEE), consumo energético, consumo hídrico e resíduos) apresentam relação negativa com esse índice.

**Palavras-chave:** Ecoeficiência. Gestão Ambiental. Análise Envoltória de Dados (DEA). Atividades Potencialmente Poluidoras.

## ABSTRACT

*Eco-efficiency verifies the integration of economic and environmental factors in organizations, seeking the appropriate use of resources to maximize economic results. The objective of the study is to compare the eco-efficiency index of the companies listed in [B]<sup>3</sup> (Brasil, Bolsa, Balcão) considered potentially pollutants and users of natural resources, according to Annex VIII of Federal Law 10.165/2000 which deals with the National Environmental Policy. In order to determine the relationship between the economic and environmental indicators, the Data Envelopment Analysis (DEA) was used to calculate the eco-efficiency index of the companies that make up the research sample. The correlation between the variables was also determined by calculating the correlation by Pearson. The results showed that most of the companies analyzed have a high level of eco-efficiency, except for some companies in the transportation sector and pulp and paper companies that had a very low eco-efficiency index from 2012 until 2017. It was also analyzed the correlation of the variables that compose the model of the eco-efficiency calculation and all the variables presented significance to explain the model, in addition, it was verified that the gross profit variable shows a positive correlation with the eco-efficiency index and the other variables (greenhouse gas (GHG) emissions, energy consumption, water consumption, and residues) are negatively related to the eco-efficiency index.*

**Keywords:** *Eco-efficiency. Environmental Management. Data Envelopment Analysis (DEA). Potentially Polluting Activities.*

## 1 Introdução

Os problemas ambientais gerados pelo progresso industrial sem controles e a inserção do conceito de desenvolvimento sustentável nas organizações determinaram que o crescimento econômico e a geração de riqueza levem em consideração as necessidades das futuras gerações e a capacidade de absorção dos ecossistemas (BURRITT; SAKA, 2006; MAAS; SCHALTEGGER; CRUTZEN, 2016).

A ecoeficiência consiste na geração de produtos e/ou serviços que maximize benefícios econômicos com menor utilização dos recursos naturais, considerando a capacidade de fornecimento de recursos e de absorção dos resíduos pelos ecossistemas e minimizando impactos ambientais negativos (PAI; HU; LIAO, 2018; PASSETTI; TENUCCI, 2016; SCHALTEGGER; STURM, 1990). O referido instrumento é um dos mais utilizados nas pesquisas acadêmicas para análise da sustentabilidade nos diferentes setores da economia (HUANG *et al.*, 2018; HUPPES; ISHIKAWA, 2005).

A ecoeficiência pode ser considerada um mecanismo de criação de legitimidade ambiental pelas empresas por meio dos sistemas de gestão ambiental, auxiliando no desenvolvimento de metas de curto, médio e longo prazo (ALRAZI; VILLIERS; STADEN, 2015). Assim, os investimentos na gestão ambiental das organizações tornam-se ferramenta de análise para verificar o aumento da ecoeficiência empresarial e requerem atenção da contabilidade para a melhoria dos processos e a busca pela ecoeficiência empresarial (VELLANI; RIBEIRO, 2009). Do ponto de vista da tomada de decisão sobre questões ambientais, a ecoeficiência é considerada como “padrão-ouro”, pois relaciona o uso eficiente do capital e dos recursos ambientais (FIGGE; HAHN, 2013).

De acordo com Passetti e Tenucci (2016), a verificação da ecoeficiência associa técnicas de medição e controle ambientais; assim, a contabilidade da gestão ambiental e a criação de valor sustentável pelas empresas são mecanismos utilizados para alcance e medição da ecoeficiência empresarial. Nesse caso, a contabilidade para a gestão ambiental auxilia as organizações na identificação e mensuração de aspectos relacionados à pegada econômica e ecológica ao examinar toda a operação da empresa, inclusive a cadeia de suprimentos, identificando atividades com impactos econômicos e ecológicos (QIAN; HÖRISCH; SCHALTEGGER, 2018).

Um dos principais métodos utilizados para avaliar o índice de ecoeficiência é o modelo de Análise Envoltória de Dados (DEA), aplicado nas pesquisas de Pai, Hu e Liao (2018), Huang *et al.* (2018) e Zurano-Cervelló *et al.* (2018); porém, na maioria desses estudos a análise do índice foi efetuada em regiões, parques industriais e setores da economia, e não em empresas.

Desse modo, a presente pesquisa pretende responder a seguinte questão: qual o nível de ecoeficiência das empresas potencialmente poluidoras listadas na [B]<sup>3</sup> no período de 2012 a 2017? Assim, o objetivo do estudo é analisar o índice de ecoeficiência das referidas empresas e efetuar a relação das variáveis que mais afetam o cálculo do índice.

A presente pesquisa justifica-se pela importância da utilização eficiente dos recursos naturais que considere a capacidade dos ecossistemas, possibilitando efetuar a relação entre benefícios econômicos, consumo dos recursos naturais e impactos ambientais causados pelas atividades (PASSETTI; TENUCCI, 2016), e ainda por trazer a abordagem da ecoeficiência para questões empresariais. Além disso, pretende-se evidenciar os indicadores que as empresas necessitam aprimorar e salientar a importância da utilização eficiente dos recursos ambientais para a atividade empresarial (VELLANI; RIBEIRO, 2009).

## 2 Referencial teórico

### 2.1 Ecoeficiência

A ecoeficiência é um instrumento de análise da sustentabilidade, que considera o processo de diminuição dos impactos ambientais negativos na satisfação das necessidades de consumo humano (HUANG *et al.*, 2018; HUPPES; ISHIKAWA, 2005). Nesse contexto, a ecoeficiência relaciona as atividades econômicas das empresas com o impacto ambiental (HUANG *et al.*, 2018) e com a avaliação integrada dos aspectos ambientais e econômicos (BURRITT; SAKA, 2006; FIGGE; HAHN, 2013).

Os autores que desenvolveram o instrumento entendem que os recursos ambientais são escassos e que é necessária a gestão para seu uso eficiente (FIGGE; HAHN, 2013); assim, a ecoeficiência pode ser definida como a análise do processo de entrada e saída de recursos. Alguns estudos também utilizam o termo eficiência ambiental (BURRITT; SAKA, 2006; HUANG *et al.*, 2018), na qual é verificada a capacidade de criação de bens e serviços que reduzam os impactos

ambientais negativos, por meio da diminuição do consumo de recursos naturais e da maximização dos resultados econômicos (PASSETTI; TENUCCI, 2016).

Hahn *et al.* (2010) definem ecoeficiência corporativa como razão entre o valor econômico adicionado e o impacto ambiental dos processos operacionais de uma empresa, em que os recursos econômicos são evidenciados pelo valor adicionado ou lucro e os impactos ambientais, pelo consumo dos recursos, emissões e danos ambientais causados pelas atividades operacionais.

A literatura apresenta distintas abordagens sobre ecoeficiência, relacionadas à criação do valor sustentável da empresa. As principais teorias referentes a esse estudo são a da Gestão Baseada em Valor e a Teoria da Dependência de Recursos, por conta de os recursos ambientais serem essenciais para o desenvolvimento das atividades – Frooman (1999) define recursos como qualquer bem que a empresa ou ator considere valioso. Outra abordagem que auxilia a identificação da ecoeficiência está associada à investigação dos custos de oportunidade em relação ao *Sustainable Value* para verificar a criação de valor das organizações (RAPPAPORT, 1986; FIGGE; HAHN, 2013).

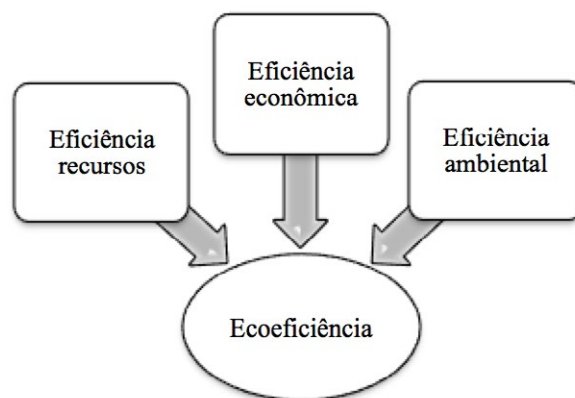
A cobrança pela sociedade fez com que a ecoeficiência fosse adotada na busca da melhoria da gestão e das estratégias para promover a legitimidade social das organizações (BURRITT; SAKA, 2006). Segundo Burritt e Saka (2006), a ecoeficiência possui entradas e saídas, efetivando a relação entre os valores econômicos adicionados, caracterizados por investimentos, consumo e impactos ambientais, que são representados por valores monetários ou em termos técnicos.

Huang *et al.* (2018) desenvolveram uma metodologia para análise da ecoeficiência sob três principais níveis de eficiência: ambiental, de recursos e econômica. Os autores evidenciaram as relações entre as eficiências ambiental e econômica dos negócios, nas quais a eficiência ambiental reflete diferentes níveis de impacto e a utilização das fontes de recursos ambientais, observando a relação existente entre indicadores econômicos e ecológicos e de ecoeficiência, relacionando variáveis econômicas, ambientais e consumo de recursos (Figura 1).

Zurano-Cervelló *et al.* (2018) analisaram a ecoeficiência dos sistemas de produção da União Europeia e propuseram um modelo de investigação, com três grupos de metodologia observados

separadamente. Já Huang *et al.* (2018) trazem a verificação da ecoeficiência por meio da construção de indicadores compostos que relacionam a eficiência econômica, a utilização eficiente dos recursos, e a eficiência ambiental, por meio da gestão ambiental nas organizações.

**Figura 1** – Relação das variáveis da medida da ecoeficiência



Fonte: Adaptado de Huang *et al.* (2018)

Silva e Matias (2012) observaram que as empresas atingirão a ecoeficiência ao modificarem seus processos produtivos, reduzindo a demanda por recursos naturais e buscando a eficiência nas operações, alterando, dessa maneira, seu modo de agir (MUNCK; CELLA-DE-OLIVEIRA; BANSI, 2011).

Hahn *et al.* (2010) consideraram que a melhoria da ecoeficiência nas organizações ocorre de diferentes maneiras: (i) aumento do retorno econômico correspondente ao impacto ambiental de igual intensidade; (ii) diminuição do impacto ambiental para uma determinada quantidade de retorno econômico e; (iii) mais retorno econômico e menos impacto ambiental causados pelas atividades operacionais. Porém, mesmo a busca pela ecoeficiência nas organizações não pode ser considerada como garantia de redução dos impactos ambientais, e sim como uma medida otimista na busca de ações e planejamento das organizações para tratar dos problemas ambientais e danos causados por suas atividades (HAHN *et al.*, 2010; PASSETTI; TENUCCI, 2016).

As pesquisas sobre ecoeficiência concentram-se na relação entre as atividades econômicas e os impactos ambientais, em que ambos os fatores precisam ser gerenciados e controlados pela empresa;

excluem-se, assim, os relacionados a produtos e fornecedores (HAHN *et al.*, 2010).

A ecoeficiência tem impacto significativo no planejamento ambiental das ações estratégicas empresariais, por meio da minimização do impacto ambiental negativo, das emissões de gases de efeito estufa, da geração de resíduos, do consumo de energia e do consumo hídrico (PASSETTI; TENUCCI, 2016). Um exemplo de implementação de diretrizes de planejamento voltada aos aspectos ambientais das organizações é a contabilidade gerencial ambiental, com técnicas e ferramentas de planejamento para melhoria do controle organizacional dos itens de meio ambiente, como consumo de recursos e impactos ambientais (CHRIST; BURRITT, 2013). Assim, a ecoeficiência auxilia no adequado desempenho ambiental (ALRAZI; VILLIERS; STADEN, 2015; CHRIST; BURRITT, 2013).

A gestão, o planejamento e a contabilidade ambientais são mecanismos importantes para gerar e verificar informações da ecoeficiência (CHRIST; BURRITT, 2013; EPSTEIN; ROY, 2007). Assim, podem ser utilizados como modos de avaliação e comparação das ações empresariais, identificando a evolução ou a diminuição da ecoeficiência por um período de tempo (COLARES; MATIAS, 2014).

### 3 Método da pesquisa

#### 3.1 Amostra e coleta de dados

A amostra desta pesquisa é formada pelas empresas da [B]<sup>3</sup> que desempenham atividades potencialmente poluidoras e utilizadoras de recursos ambientais. Foram propostas três etapas para delimitar a amostra final.

Na primeira etapa coletou-se o total de empresas, observando-se as informações disponibilizadas no *website* da plataforma Economatica®, selecionando-se aquelas com carteiras de ações com maior movimento no período, totalizando 355 empresas.

Na segunda etapa verificaram-se os setores de tais empresas para identificar os ramos industrial, agropecuário e de transporte, obedecendo a classificação do NAICS (*North America Industrial Classification System*), na mesma base. Dessa amostra foram excluídos os setores bancário, de administração de empresas e empreendimentos, de ensino, de varejo, *holdings*, seguradoras e locadoras de imóveis, totalizando 172 exclusões. Assim, após essa etapa, a amostra reduziu-se para 183 empresas.

Na terceira etapa foram classificadas as empresas de acordo com a atividade/setor econômico, conforme as atividades potencialmente poluidoras e utilizadoras de recursos ambientais definidas pelo Anexo VIII da Lei Federal nº 10.165/2000 (BRASIL, 2000), que identifica o potencial de poluição e utilização dos recursos ambientais (Quadro 1).

Após a classificação das empresas, foram selecionadas as 78 cujas atividades têm níveis altos de potencial de poluição e utilização dos recursos ambientais; essas empresas estão listadas no Apêndice A deste artigo. Porém, nem todas apresentaram todos os dados referentes aos indicadores ambientais empregados para efetuar o cálculo do índice de ecoeficiência; assim, a amostra final do estudo é composta de 13 empresas.

**Quadro 1** – Número de empresas por níveis de potencial de poluição e utilização dos recursos ambientais

Potencial de poluição	Quantidade
Alto	78
Médio	102
Pequeno	3
Total	183

Fonte: Dados da pesquisa

Foram coletados dados dos últimos relatórios anuais de sustentabilidade publicados na plataforma Economatica® e informações dos indicadores socioambientais evidenciadas nos *websites* das empresas. Foram analisados e coletados dados referentes ao período de 2012 a 2017, propondo-se um índice para cada ano, o que permitiu verificar a evolução dos índices de ecoeficiência das empresas. Não foram avaliados os índices do ano de 2018, pois algumas empresas não divulgaram as informações nem os relatórios anuais de sustentabilidade desse ano a tempo para inclusão nesta pesquisa.

A análise dos dados foi realizada em duas etapas: (i) cálculo do índice de ecoeficiência por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA) e (ii) cálculo da correlação de Pearson.

#### 3.2 Cálculo do índice de ecoeficiência

O índice de ecoeficiência foi calculado por meio da utilização do *software* OSDeA. Os valores de entrada (*inputs*) e saída (*outputs*) são determinados de acordo

com as pesquisas de Huang *et al.* (2018), Pai, Hu e Liao (2018) e Yu, Huang e Zhang (2018). Os indicadores utilizados para o cálculo do índice de ecoeficiência são apresentados no Quadro 2.

**Quadro 2** – Variáveis para o cálculo da ecoeficiência

I/O	GV	C	V	U	D
Input	R	R.H.	Água		Água consumida retirada das fontes naturais
		R.E.	R.E.	GJ / MWh	Recurso
	IA	RES	RES	T	Resíduo gerado
		Poluição do ar	E. GEE	Teq	E. GEE
Output	BE	BE	LB	R\$	LB

*Legenda:* GV: grupo de variáveis; C: categoria; V: variável; U: unidade de medida; D: definição; R: recursos; RH: recursos hídricos; RE: recursos energéticos; IA: impactos ambientais; RES: resíduos; T: toneladas; E.GEE: emissões de gases de efeito estufa (GEE); Teq: toneladas equivalentes de GEE; BE: benefícios econômicos; LB: lucro bruto.

*Fonte:* Adaptado de Pai, Hu e Liao (2018), Huang *et al.* (2018) e Yu, Huang e Zhang (2018).

A pesquisa empregou a Análise Envoltória de Dados, modelo BCC orientado pelas entradas (*inputs*), desenvolvido por Banker, Charnes e Cooper (1984). O modelo considera as variações de escala das entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) (BEZERRA; VIEIRA; ALMEIDA, 2015). O valor do lucro bruto corresponde ao valor econômico adicionado referente às saídas (*outputs*), enquanto o impacto ambiental (emissões, consumo de recursos hídricos e energéticos e resíduos gerados) corresponde às entradas (*inputs*).

O modelo DEA calcula o índice de eficiência de cada DMU (*Decision Making Units*). Assim, foram geradas 13 DMUs para cada período. A análise do índice consiste em verificar o valor mais próximo à fronteira de eficiência, sendo observada também a evolução do índice no decorrer do período abordado na pesquisa.

De acordo com a literatura (ROBAINA; MOUTINHO; MACEDO, 2015; MACIEL; KHAN; ROCHA, 2018), o índice de ecoeficiência é determinado nos padrões muito baixo, baixo, médio e alto (Quadro 3). O índice de ecoeficiência varia de 0 a 1; quanto mais próximo de 1, mais eficiente é a empresa, que se utiliza de menos recursos ambientais para maximizar os resultados econômicos e, além disso,

diminui os impactos ambientais negativos causados pelo desenvolvimento das atividades.

**Quadro 3** – Padrões de ecoeficiência

Muito Baixo	$IE \leq 0,25$
Baixo	$0,25 < IE \leq 0,50$
Médio	$0,50 < IE \leq 0,75$
Alto	$0,75 < IE \leq 1,0$

*Fonte:* Maciel, Khan e Rocha (2018); Robaina, Moutinho e Macedo (2015)

### 3.3 Correlação de Pearson

O cálculo da correlação de Pearson mede o grau de associação das variáveis utilizadas no estudo e a sensibilidade da covariância das unidades de medida. No presente trabalho foi efetuado esse cálculo para determinar a correlação das variáveis (lucro bruto, emissões de gases de efeito estufa, consumo de energia, consumo hídrico e geração de resíduos) referentes ao índice de ecoeficiência, calculado por meio da ferramenta DEA.

De acordo com Fávero e Belfiore (2017), a medida do coeficiente de Pearson varia de -1 e 1; o sinal indica a relação linear existente nas variáveis analisadas, verificada por meio da equação:

$$\rho_{x,y} = \frac{COV(x,y)}{S_x S_y} \quad (1)$$

Onde, se o valor de  $\rho$  for positivo, existe uma correlação diretamente proporcional entre as variáveis; se  $\rho$  apresentar valor negativo, as variáveis possuem relação inversamente proporcional; e, se  $\rho$  for nulo, não existe correlação entre as variáveis.

## 4 Resultados da pesquisa

### 4.1 Índice de ecoeficiência

O índice de ecoeficiência das empresas pode ser classificado nos níveis evidenciados nos estudos de Maciel, Khan e Rocha (2018) e de Robaina, Moutinho e Macedo (2015). As empresas que apresentaram alto índice de ecoeficiência no período de 2012 a 2017 são: Santos Brasil Participações, EcoRodovias, Natura, Petrobras e Fertilizantes Heringer, as quais atingiram o nível máximo de 1,00 em todos os anos (Tabela 1, na página seguinte).



Tabela 1 – Índices de Ecoeficiência

Empresa	Índice de Ecoeficiência					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Setor: Atividades auxiliares de transporte aquático</b>						
Santos BRP	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Setor: Atividades auxiliares de transporte rodoviário</b>						
CCR S/A	1,00	1,00	1,00	1,00	0,27	0,29
EcoRodovias	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Invepar	0,25	0,46	0,21	0,27	0,24	0,32
<b>Setor: Comércio atacadista de bens não duráveis variados</b>						
Natura	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Setor NAICS: Extração de petróleo e gás</b>						
Petrobras	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Setor: Indústria de eletrodomésticos</b>						
Whirlpool	0,80	0,92	0,91	0,05	0,04	0,04
<b>Setor: Indústria de fertilizantes e pesticidas</b>						
Fer Heringer	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Setor: Indústria de motores, turbinas e transmissores de energia</b>						
Weg	0,73	1,00	1,00	1,00	1,00	0,84
<b>Setor: Indústria de papel, celulose e papelão</b>						
Irani	0,14	0,20	0,16	0,14	0,17	0,15
Klabin	0,03	0,02	0,04	0,03	0,04	0,03
Suzano	0,02	0,04	0,15	0,09	0,10	0,11
<b>Setor: Mineração de metais</b>						
Vale S/A	1,00	1,00	1,00	0,89	1,00	1,00

Fonte: Dados da pesquisa

A empresa Vale S/A apresentou índice abaixo de 1,00 apenas no ano de 2015, com 0,89, devido à diminuição do lucro bruto em decorrência do aumento dos custos de manutenção, frete, depreciação e exaustão relacionados com a atividade operacional.

Outra empresa que apresentou índice abaixo de 1,00 em dois períodos analisados foi a Weg: em 2012, a empresa teve nível médio de ecoeficiência de 0,73, aperfeiçoando-o no decorrer dos períodos seguintes e alcançado índice máximo de 1,00; porém, em 2017, apresentou queda no índice para 0,84, ainda considerado como de alta ecoeficiência. Essa diminuição está relacionada ao aumento dos impactos e do consumo dos recursos ambientais, tendo sido gerado praticamente o mesmo valor econômico agregado (lucro bruto) no período.

Pode-se verificar que as empresas com índice mais baixo de ecoeficiência são as do setor de papel, celulose e papelão, que não atingiram 0,51,

considerado índice mínimo para atingir o nível médio de ecoeficiência, em nenhum dos períodos analisados. O fato pode ser explicado pelo alto consumo de recursos naturais, sendo necessário, assim, aprimorar os sistemas de gestão ambiental e buscar a utilização adequada dos recursos ambientais, o que contribuiria para a melhoria dos índices de ecoeficiência, auxiliaria na redução dos custos dos produtos e aumentaria o valor do retorno econômico (MUNCK; CELLA-DE-OLIVEIRA; BANSI, 2011).

Observa-se também que a CCR S/A apresentou a maior queda dos índices de ecoeficiência, de 1,00 para 0,27 em 2016 e 0,29 em 2017, índices considerados baixos. Nos períodos de 2012 a 2015, a empresa apresentou índices máximos de ecoeficiência. A redução pode ser explicada pelo aumento em todas as dimensões ambientais analisadas, principalmente na geração de resíduos, que, no ano de 2015, totalizou 101.266,2 toneladas, passando para 933.833,29 em 2016, acarretando redução na ecoeficiência empresarial. Nesse caso, a empresa ampliou a utilização recursos e os impactos ambientais negativos mantendo a geração de valor econômico agregado no mesmo patamar.

Em geral, as empresas obtiveram altos índices de ecoeficiência, porém os setores de atividades auxiliares de transporte rodoviário, de eletrodomésticos e de papel, papelão e celulose apresentaram índices muito baixos de ecoeficiência, precisando aperfeiçoar a gestão e a utilização dos recursos naturais.

#### 4.2 A relação entre o índice de ecoeficiência e a gestão empresarial

Ao verificar a relação entre o índice de ecoeficiência e a gestão empresarial, percebe-se que o índice possui correlação diretamente proporcional com a variável lucro bruto e inversamente proporcional com as demais variáveis – ou seja, se o lucro bruto aumentar, o índice de ecoeficiência aumenta; porém, se o consumo de recursos naturais ou os impactos ambientais aumentarem, o índice de ecoeficiência diminui.

Pode-se observar ainda que as demais variáveis possuem correlação positiva, exceto as variáveis de energia e lucro bruto, que apresentam correlação negativa de -0,07 (Tabela 2, na página seguinte).

**Tabela 2** – Correlação de Pearson x índice de ecoeficiência

	DEA	GEE	E	H	R	LB
DEA	1,00					
GEE	-0,21	1,00				
E	-0,60	0,28	1,00			
H	-0,58	0,52	0,42	1,00		
R	-0,50	0,61	0,48	0,72	1,00	
LB	0,30	0,78	-0,07	0,22	0,44	1,00

Legenda: GEE: emissões de GEE; E: consumo energético; H: consumo hídrico; R: resíduos; L.B.: lucro bruto.

Fonte: Dados da pesquisa

Ademais, o modelo proposto apresenta significância, ou seja, as variáveis observadas explicam o modelo DEA proposto e os índices de ecoeficiência.

## 5 Conclusão/Considerações

O objetivo do estudo foi verificar o índice de ecoeficiência das empresas listadas na [B]<sup>3</sup> classificadas em nível alto de potencial de poluição e utilização dos recursos naturais. Em relação aos índices de ecoeficiência, as empresas que mais se destacaram e mantiveram o índice em 1,0 foram Santos BRP, EcoRodovias, Petrobras, Natura e Fertilizantes Heringer. Demais empresas, como Vale e Weg, apresentaram índices abaixo de 1,00.

As empresas do setor de papel, papelão e celulose obtiveram índices muito baixos de ecoeficiência em todo o período analisado, o que evidencia que elas não estão utilizando de modo eficiente os recursos naturais, apresentando maior consumo e geração de impactos ambientais com o mesmo valor econômico agregado de suas atividades.

Além das empresas do setor de papel, papelão e celulose, CCR S/A e Whirpool apresentaram redução considerável da ecoeficiência, passando de altos níveis para níveis baixos. É necessário que as empresas revejam seu planejamento e busquem aprimoramento da ecoeficiência, pois assim diminuem os custos e majoram sua legitimidade, seu valor econômico e seu valor sustentável.

Em relação à correlação de Pearson, observou-se que as variáveis possuem significância para explicar o modelo de análise da ecoeficiência nas empresas com potencial alto de poluição e utilização dos recursos naturais. Observou-se, ainda, que a variável lucro bruto possui correlação positiva com os índices de

ecoeficiência calculados pela DEA, enquanto as demais variáveis (emissões de GEE, consumo energético, consumo hídrico e geração de resíduos) possuem correlação negativa.

Como limitação do estudo, verificou-se que a maior parte das empresas consideradas com potencial alto de poluição e utilização dos recursos naturais não disponibilizaram nenhuma informação sobre recursos ou investimentos ambientais. Outra limitação é o fato de que as empresas não divulgaram os relatórios de sustentabilidade referentes ao ano de 2018 e as informações ambientais do mesmo período não estavam disponíveis; desse modo, optou-se por um estudo do período de 2012 a 2017.

Como possibilidades de pesquisas futuras, sugere-se a análise dos índices de ecoeficiência para outros grupos de empresas com atividades/setores potencialmente poluidores e utilizadores de recursos ambientais, classificados conforme o Anexo VIII da Lei Federal nº 10.165/2000, e para as demais atividades/setores da economia que não constam na lista que os classifica. Também pode-se testar outras variáveis, considerando como aspectos econômicos o valor adicional bruto, o lucro líquido, a receita, os custos dos produtos vendidos, além da inclusão de variáveis de aspecto social, como força de trabalho. E, por fim, pode-se verificar a correlação de Pearson com outras variáveis – por exemplo, investimentos ambientais – para identificar a influência delas na melhoria dos índices de ecoeficiência.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC/CAPES) – Edital nº 03/2017.

## REFERÊNCIAS

ALRAZI, B.; VILLIERS, C.; STADEN, C. J. A comprehensive literature review on, and the construction of a framework for, environmental legitimacy, accountability and proactivity. **Journal of Cleaner Production**, v. 102, p. 44–57, 2015. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.05.022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615005624>. Acesso em: 6 jan. 2019.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment

analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078–1092, 1984. DOI: 10.1287/mnsc.30.9.1078. Disponível em: <https://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/mnsc.30.9.1078>. Acesso em: 10 jan. 2019.

BEZERRA, P. R. C.; VIEIRA, M. M.; ALMEIDA, M. R. Modelagem DEA: teoria e aplicações na indústria do petróleo. **Revista ADMpg Gestão Estratégica**, v. 8, n. 2, p. 139–146, 2015. Disponível em: <https://revistas.apps.uepg.br/index.php/admpg/article/view/14090>. Acesso em: 20 jan. 2019.

BRASIL. **Lei nº 10.165, de 27 de dezembro de 2000**. Altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2000]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L10165.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L10165.htm). Acesso em: 15 dez. 2018.

BURRITT, R. L.; SAKA, C. Environmental management accounting applications and eco-efficiency: case studies from Japan. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 14, p. 1262–1275, 2006. DOI: 10.1016/j.jclepro.2005.08.012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652605001988>. Acesso em: 15 dez. 2018.

CHRIST, K. L.; BURRITT, R. L. Environmental management accounting: the significance of contingent variables for adoption. **Journal of Cleaner Production**, v. 41, p. 163–173, 2013. DOI: 10.1016/j.jclepro.2012.10.007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652612005392>. Acesso em: 15 dez. 2018.

COLARES, A. C. V.; MATIAS, M. A. Análise das práticas de gestão ambiental de empresas sediadas no estado de Minas Gerais – Brasil na ótica da ecoeficiência. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS**, v. 3, n. 3, p. 48–64, 2014. DOI: 10.5585/geas.v3i3.75. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4716/471647055004.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2019.

EPSTEIN, M. J.; ROY, M.-J. Implementing a corporate environmental strategy: establishing coordination and control within multinational companies. **Business Strategy and the Environment**, v. 16, n. 6, p. 389–403, 2007. DOI: 10.1002/bse.545. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/bse.545>. Acesso em: 20 dez. 2018.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Manual de Análise de Dados**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. Acesso em: 25 jan. 2019.

FIGGE, F.; HAHN, T. Value drivers of corporate eco-efficiency: Management accounting information for the efficient use of environmental resources. **Management Accounting Research**, v. 24, n. 4, p. 387–400, 2013. DOI: 10.1016/j.mar.2013.06.009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1044500513000528>. Acesso em: 15 dez. 2018.

FROOMAN, J. Stakeholder influence strategies. **Academy of Management Review**, v. 24, n. 2, p. 191–205, 1999. DOI: 10.5465/amr.1999.1893928. Disponível em: <https://journals.aom.org/doi/abs/10.5465/AMR.1999.1893928>. Acesso em: 16 jan. 2019.

HAHN, T. *et al.* Opportunity cost based analysis of corporate eco-efficiency: A methodology and its application to the CO<sub>2</sub>-efficiency of German companies. **Journal of Environmental Management**, v. 91, n. 10, p. 1997–2007, 2010. DOI: 10.1016/j.jenvman.2010.05.004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479710001210>. Acesso em: 15 dez. 2018.

HUANG, J. *et al.* Composite eco-efficiency indicators for China based on data envelopment analysis. **Ecological Indicators**, v. 85, p. 674–697, 2018. DOI: 10.1016/j.ecolind.2017.10.040. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X17306775>. Acesso em: 15 dez. 2018.

HUPPES, G.; ISHIKAWA, M. A framework for quantified eco-efficiency analysis. **Journal of Industrial Ecology**, v. 9, n. 4, p. 25–41, 2005. DOI: 10.1162/108819805775247882. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1162/108819805775247882>. Acesso em: 15 dez. 2018.

MAAS, K.; SCHALTEGGER, S.; CRUTZEN, N. Integrating corporate sustainability assessment, management accounting, control, and reporting. **Journal of Cleaner Production**, v. 136, parte A, p. 237–248, 2016. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.05.008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616304632>. Acesso em: 15 jan. 2019.

MACIEL, H. M.; KHAN, A. S.; ROCHA, L. A. Índice de ecoeficiência e a regressão Tobit: uma análise entre os anos de 1991 a 2012. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 49, n. 2, p. 27–42, 2018. Disponível em: <https://ren.emnuvens.com.br/ren/article/view/554/711>. Acesso em: 15 dez. 2018.

MUNCK, L.; CELLA-DE-OLIVEIRA, F. A.; BANSI, A. C. Ecoeficiência: uma análise das metodologias de mensuração e seus respectivos indicadores. **Revista**



**de Gestão Social e Ambiental**, v. 5, n. 3, p. 183–199, 2011. Disponível em: <https://rgsa.emnuvens.com.br/rgsa/article/view/453>. Acesso em: 15 dez. 2018.

PAI, J.-T.; HU, D.; LIAO, W.-W. Research on eco-efficiency of industrial parks in Taiwan. **Energy Procedia**, v. 152, p. 691–697, 2018. DOI: 10.1016/j.egypro.2018.09.232. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187661021830777X>. Acesso em: 15 dez. 2018.

PASSETTI, E.; TENUCCI, A. Eco-efficiency measurement and the influence of organisational factors: evidence from large Italian companies. **Journal of Cleaner Production**, v. 122, p. 228–239, 2016. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.02.035. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616001803>. Acesso em: 20 dez. 2018.

QIAN, W.; HÖRISCH, J.; SCHALTEGGER, S. Environmental management accounting and its effects on carbon management and disclosure quality. **Journal of Cleaner Production**, v. 174, p. 1608–1619, 2018. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.11.092. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617327580>. Acesso em: 25 jan. 2019.

RAPPAPORT, A. **Creating Shareholder Value: the new standard for business performance**. New York: Free Press, 1986.

ROBAINA-ALVES, M.; MOUTINHO, V.; MACEDO, P. A new frontier approach to model the eco-efficiency in European countries. **Journal of Cleaner Production**, v. 103, p. 562–573, 2015. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.01.038. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615000426>. Acesso em: 20 dez. 2018.

SCHALTEGGER, S.; STURM, A. Ökologische Rationalität: Ansatzpunkte zur Ausgestaltung von ökologieorientierten Managementinstrumenten. **Die Unternehmung**, v. 44, n. 4, p. 273–290, 1990. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/24180467>. Acesso em: 20 dez. 2018.

SILVA, D. A.; MATIAS, M. A. Análise da relação entre gerenciamento do ciclo de vida de produtos e ecoeficiência. **Revista Mineira de Contabilidade**, v. 3, n. 47, p. 36–48, 2012. Disponível em: <https://revista.crcmg.org.br/index.php?journal=rmc&page=article&op=view&path%5B%5D=255&path%5B%5D=84>. Acesso em: 30 jan. 2019.

VELLANI, C. L.; RIBEIRO, M. S. Sistema contábil para gestão da ecoeficiência empresarial. **Revista**

**Contabilidade & Finanças**, v. 20, n. 49, p. 25–43, 2009. DOI: 10.1590/S1519-70772009000100003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rcf/v20n49/03.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2019.

YU, Y.; HUANG, J.; ZHANG, N. Industrial eco-efficiency, regional disparity, and spatial convergence of China's regions. **Journal of Cleaner Production**, v. 204, p. 872–887, 2018. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.09.054. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618327689>. Acesso em: 5 fev. 2019.

ZURANO-CERVELLÓ, P. *et al.* Eco-efficiency assessment of EU manufacturing sectors combining input-output tables and data envelopment analysis following production and consumption-based accounting approaches. **Journal of Cleaner Production**, v. 174, p. 1161–1189, 2018.

DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.10.178. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965261732485X>. Acesso em: 3 fev. 2019.

APÊNDICE A  
Seleção da Amostra da Pesquisa

Empresas	Quantidade
<b>Setor: Atividades auxiliares ao transporte</b>	
Log-In; Tegma	2
<b>Setor: Atividades auxiliares ao transporte aquático</b>	
Santos Brp	1
<b>Setor: Atividades auxiliares ao transporte rodoviário</b>	
CCR S/A; Conc. Rio Ter; EcoRodovias; Invepar	4
<b>Setor: Comércio atacadista de bens não duráveis variados</b>	
Natura	1
<b>Setor: Comércio atacadista de petróleo e produtos de petróleo</b>	
Cosan; Ipiranga	2
<b>Setor: Estaleiros</b>	
OSX Brasil	1
<b>Setor: Extração de petróleo e gás</b>	
Dommo; Enauta Part; Petrobras; Petrorio	4
<b>Setor: Forjarias e estamparias</b>	
Lupatech; Mangels Indl.	2
<b>Setor: Fundição</b>	
Ferbasa	1
<b>Setor: Indústria de artigos de limpeza</b>	
Bombril	1
<b>Setor: Indústria de autopeças</b>	
lochp-Maxion; Metal Leve; Plascar Part.; Schulz	4
<b>Setor: Indústria de computadores e periféricos</b>	
Itautec; Positivo Tec	2
<b>Setor: Indústria eletrodomésticos</b>	
Springer; Whirlpool	2
<b>Setor: Indústria de equipamentos de refrigeração</b>	
Metalfrio	1
<b>Setor: Indústria de equipamentos e materiais para uso médico</b>	
Baumer	1
<b>Setor: Indústria de estruturas metálicas</b>	
Kepler Weber	1
<b>Setor: Indústria de ferragens</b>	
Haga S/A; Mundial	2
<b>Setor: Indústria de ferramentas de metal não motorizadas e cutelaria</b>	
Hercules	1
<b>Setor: Indústria de fertilizantes e pesticidas</b>	
Fer Heringer; Nutriplant	2
<b>Setor: Indústria de máquinas agrícolas, de construção e mineração</b>	
Bardella	1
<b>Setor: Indústria de máquinas industriais</b>	
Inds Romi	1

<b>Setor: Indústria de molas e produtos de arame</b>	
Aliperti	1
<b>Setor: Indústria de motores, turbinas e transmissores de energia</b>	
Weg	1
<b>Setor: Indústria de outros produtos de minerais não metálicos</b>	
Eternit	1
<b>Setor: Indústria de outros tipos de máquinas</b>	
Nordon Met.	1
<b>Setor: Indústria de papel, celulose e papelão</b>	
Celulose Irani; Klabin S/A; Suzano S/A	3
<b>Setor: Indústria de produtos de cerâmica e refratários</b>	
Portobello	1
<b>Setor: Indústria de produtos de petróleo e carvão</b>	
Pet Mangueiros	1
<b>Setor: Indústria de remédios</b>	
Nortcquímica; Ourofino S/A	2
<b>Setor: Indústria química</b>	
Braskem; Cristal; Unipar	3
<b>Setor: Indústria química básica</b>	
Elekeiroz	1
<b>Setor: Locadora de automóveis</b>	
Localiza; Locamerica; Maestroloc; Movida	4
<b>Setor: Mineração de metais</b>	
MMX Miner; Vale	2
<b>Setor: Outras indústrias</b>	
Technos	1
<b>Setor: Outras indústrias de produtos de metal</b>	
Forja Taurus; Metal Iguaçu; Metisa; Paranaonema; Tekno	5
<b>Setor: Outras indústrias</b>	
Inepar	1
<b>Setor: Transformação de aço em produtos de aço</b>	
Aço Altona; Gerdau; Gaerdau Met.; Panatlantica; Sid. Nacional; Usiminas	6
<b>Setor: Transporte aéreo regular</b>	
Azul S/A; Gol	2
<b>Setor: Transporte ferroviário</b>	
All Norte; Cosan Log; Mrs Logist; Rumo S/A	4
<b>Setor: Transporte rodoviário</b>	
JSL	1
<b>Total</b>	<b>78</b>