

**Produção mais limpa e gestão ambiental como
antecedentes de inovação de produto
sustentável: uma *survey* em indústrias
Brasileiras**

Dra. Eliana Andréa Severo (PPGA IMED)

Dr. Julio Cesar Ferro de Guimarães (PPGA IMED)

Dr. Eric Charles Henri Dorion (PPGA UCS)

1. Introdução

- As metodologias de Produção mais Limpa (P+L) e as práticas de gestão ambiental são ferramentas que **primam para a eficiência do processo produtivo**, na utilização de insumos e na geração de resíduos industriais. Estas ferramentas podem contribuir significativamente para **a inovação de produto sustentável**, em virtude do uso racional dos recursos naturais, bem como da minimização dos resíduos gerados;
- **Legislação ambiental** (PNMA, 2000) - Lei nº 10.165, de 27/12/2000;
- Setor metalmecânico : indústria metalúrgica **(A Alto)**.



Objetivos

- Esta pesquisa tem como objetivo a **mensuração das relações de antecedentes da inovação de produto sustentável**, considerando os construtos de **P+L e gestão ambiental**. O estudo também **analisa a relação** entre a **inovação de produto sustentável** e a **performance financeira**, bem como o **efeito moderador do porte das empresas** sobre as relações entre os construtos.



2. Hipóteses de pesquisa

2.1 Produção mais limpa e inovação de produto sustentável

- A P+L oferece alternativas viáveis para as organizações, através **de sua implantação em seus processos de produção**, que permitem a **minimização de resíduos sólidos, a geração de efluentes e as emissões atmosféricas**, oferecendo eficiência no uso de matérias primas e energia, racionalização do consumo de água, trazendo assim **benefícios econômicos e ambientais para empresas** (Zeng et al., 2010; Ortolano, et al., 2014; Severo et. al 2014; Van Hoof, 2013).
- Os **benefícios** ocasionados pela **P+L** podem primar para o **desenvolvimento de um novo produto sustentável**.
- **H1:** A P+L está positivamente relacionada com a Inovação de Produto Sustentável.



2. Hipóteses de pesquisa

2.2 Gestão ambiental e inovação de produto sustentável

- A possibilidade de incluir **preocupação ambiental** nas **inovações empresariais**, por meio de **práticas ecologicamente corretas**, pode tornar-se **decisiva** para a **manutenção dos negócios nas próximas décadas**. Para tanto, **as inovações** que visem à melhoria dos processos produtivos, à diminuição de custos e ao menor consumo energético serão imprescindíveis para a **manutenção da sustentabilidade ambiental** (Agyeman; Evans, 2004; Anton; Deltas; Khanna, 2004; Nidumolu; Prahalad; Rangaswami, 2009; Youn et al., 2013; Jabbour et al., 2012).
- **H2:** A Gestão Ambiental está positivamente relacionada com a Inovação de Produto Sustentável.



2. Hipóteses de pesquisa

2.3. Inovação de produto sustentável e performance financeira

- Marchi (2012) realizou em uma pesquisa em 6.047 empresas espanholas, e constatou que ao introduzirem inovações de produto, houve um impacto positivo no ambiente, através da definição de inovações ambientais e cooperação de P&D;
- Cheng, Yang e Shue (2014) destacam que a inovação sustentável tem um efeito forte sobre o desempenho de negócios nas empresas de Taiwan;
- **A inovação de produto sustentável além de primar para a performance financeira**, também ocasiona uma melhoria na imagem da organização (Paladino, 2007; Amores-Salvadóa; Castro; Navas-Lópeza, 2014).
- **H3:** Inovação de Produto Sustentável está positivamente relacionada com a Performance Financeira.



2. Hipóteses de pesquisa

2.4. Efeito de moderação nas relações entre os construtos

- Considerando o Porte da Empresa, constituindo-se o grupo de **Micro e Pequenas empresas (MPEs)** e o grupo de **Médias e Grandes Empresas (MGEs)**;
- **H4: Existe o efeito Moderador do Porte da Empresa (MPEs e MGEs), na relação entre P+L, GA e PF.**
- H4a – Efeito Moderador: P+L → IPS;
- H4b – Efeito Moderador: GA → IPS;
- H4c – Efeito Moderador : IPS → PF.



2. Hipóteses de pesquisa

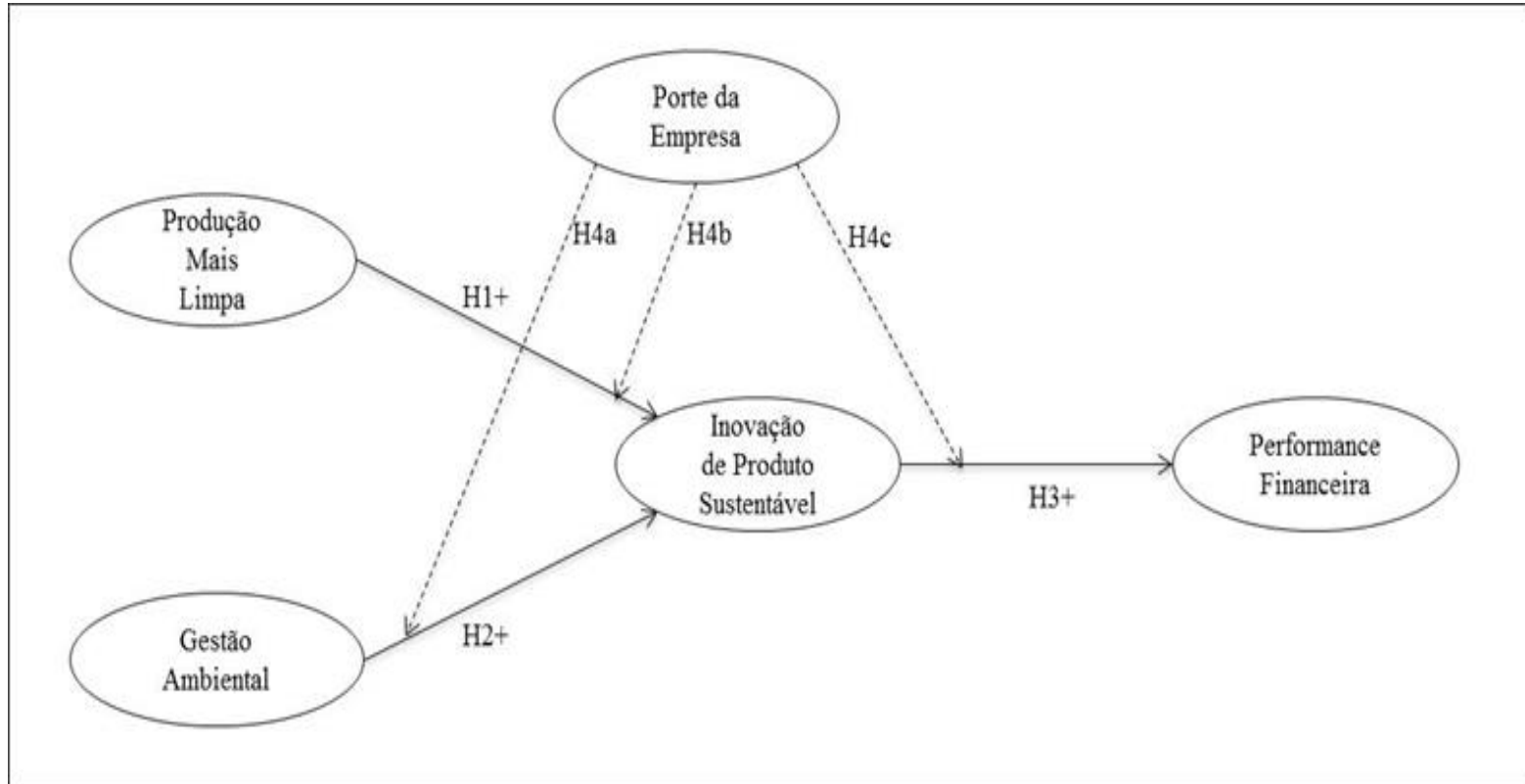


Fig. 1. Modelo Proposto de Hipótese.

Fonte: Autores (2014).



3. Metodologia

- *Survey* descritiva;
- Questionário: (20 questões) escala *Likert* de 5 pontos;
- Construto de **P+L**: adaptado de Severo et. al (2014);
- Construto de **GA**: adaptado da Tese de Severo (2013);
- Construto de **IPS**: adaptado de Paladino (2007) e Severo et al. (2014);
- Construto de **PF**: adaptado de Paladino (2007);
- Pré-teste em 32 organizações metalmecânicas;
- Questionários enviados por e-mail, contato telefônico e entrevistas pessoais;
- Entrevistados: proprietários, CEO e gerentes;
- O levantamento dos dados ocorreu nos meses de abril a setembro de 2014.



3. Metodologia

- A seleção das empresas foi **aleatória**, tomando como base as organizações metalmecânicas **listadas nos Cadastros Industriais dos Estados** do Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Norte (FIERGS, 2002; CIN/PR, 2012; FIESC/CIESC, 2012; FIERN, 2012);
- Foram enviados **3900 questionários** por **e-mail**, com um retorno de 486 questionários, no entanto **23 foram considerados inválidos**, permanecendo assim **463 questionários válidos** por e-mail;
- Entrevistas pessoais: 62 questionários;
- Contato telefônico: 253 questionários, totalizando **778 organizações** pesquisadas;
- Análise dos dados: *Structural Equation Modeling* (SEM) - software *SPSS®21* e software *AMOS® Versão 21*.



4. Resultados

Na **limpeza e purificação** dos dados das **778 organizações** pesquisadas, identificou-se e **eliminou-se 16 questionários** considerados *outliers* (KLINE, 2005; HAIR et al., 2007);

- Resultaram em **762 casos válidos**:
 - ✓ 31,5% micro empresas;
 - ✓ **48,3% pequenas empresas**;
 - ✓ 13,5% empresas de médio porte;
 - ✓ 6,7% empresas de grande porte.



4. Resultados

- **Rotação Varimax** para a Análise Fatorial Exploratória (AFE);
- Resultando em **quatro fatores** principais, denominados construtos (Tabela 1), que apresentam com **74,88% de explicação da variabilidade**, com todas as **cargas fatoriais acima de 0,5** conforme recomendação;
- O **Alfa Cronbach** de cada construto **apresenta-se acima de 0,7** (HAIR et al. 2007), conferindo **confiabilidade** aos conjuntos de dados;
- O teste de **esfericidade de Bartlett** mostrou-se significativo, e a medida de adequação de **KMO** apresentou **valores superiores a 0,5** que evidencia a **viabilidade** da AFE.



4. Resultados

Alfa Cronbach > 0,7
KMO > 0,5

Tabela 1 – Cargas fatoriais das variáveis observáveis – Rotação Varimax.

Variáveis Observáveis*	Carga	Construtos
PL1) A P+L reduziu o consumo de matérias-primas, água e energia.	0,918	Produção Mais Limpa
PL2) A P+L ocasionou melhorias no processo produtivo.	0,695	
PL3) A empresa estimula seu colaboradores para sugestão de novas práticas que visam a P+L.	0,802	
PL4) A utilização de P+L ocasionou produtos com qualidade superior a concorrência.	0,796	
PL5) A utilização de metodologias de P+L influenciou positivamente a imagem da empresa perante os <i>stakeholders</i> .	0,857	
Média 3,5 Desvio Padrão 1,228 Alfa Cronbach 0,914 KMO 0,683		
GA1) A política ambiental mantida pela empresa é de conhecimento dos colaboradores, fornecedores e clientes.	0,805	Gestão Ambiental
GA2) A empresa possui práticas ambientais que visam minimizar os impactos no meio ambiente.	0,843	
GA3) A empresa tem procurado reduzir o consumo de água, energia e matéria-prima.	0,691	
GA4) A empresa faz o tratamento e disposição final adequada dos resíduos gerados.	0,810	
GA5) A empresa tem projetos de educação ambiental para os funcionários.	0,826	
Média 3,2 Desvio Padrão 1,335 Alfa Cronbach 0,898 KMO 0,881		
IPS1) A qualidade de nossos novos produtos é superior à dos concorrentes, em relação a Sustentabilidade Ambiental.	0,819	Inovação de Produto Sustentável
IPS2) Nosso produto em termos de funcionalidades e recursos é superior em comparação com os concorrentes no que tange a Sustentabilidade Ambiental.	0,857	
IPS3) Em geral, temos uma vantagem sobre os concorrentes em termos de produto superior oferecido aos clientes, considerando as questões ambientais.	0,801	
IPS4) Nossos novos produtos incorporam um grande corpo de novos conhecimentos tecnológicos e conceitos de Sustentabilidade Ambiental.	0,798	
IPS5) As aplicações de nossos novos produtos são totalmente diferentes das aplicações dos produtos dos principais concorrentes, em função da ecoeficiência.	0,651	
Média 4,0 Desvio Padrão 1,061 Alfa Cronbach 0,885 KMO 0,849		
PF1) O retorno sobre o investimento da empresa é superior em relação aos concorrentes.	0,958	Performance Financeira
PF2) O retorno sobre os ativos da empresa é superior em relação aos concorrentes.	0,824	
PF3) A rentabilidade com novos produtos é melhor em comparação aos concorrentes.	0,934	
PF4) O total dos custos operacionais da empresa é menor em relação aos concorrentes.	0,957	
PF5) O desempenho global da empresa no ano anterior foi superior aos principais concorrentes.	0,816	
Média 3,4 Desvio Padrão 0,926 Alfa Cronbach 0,938; KMO 0,789		

Fonte: Elaborado pelos autores – relatório de saída do SPSS (2014).



4. Resultados

- Avaliação do **índice de Curtose**, para determinar a **normalidade dos dados**, por meio do Coeficiente de Mardia, no qual obteve-se **valores inferiores a 5** (Bentler, 1990), dentro do recomendado;
- Análise de coeficientes de **assimetria de Pearson**, que resultou em **valores próximos a zero**, indicando uma **simetria moderada** (KLINE, 2005; HAIR et al., 2007);
- Na análise do **Modelo Integrado Inicial**, realizou-se o **teste de hipótese de covariância** (Tabela 2);
- No intuito de melhorar os índices de ajustes e de mensuração, desenvolveu-se o **Modelo Integrado Final** (Figura 2), no qual admitiu-se a **correlação** entre os construtos **P+L** e **GA** sugerida pelo Software AMOS.



4. Resultados

Tabela 2 – Teste de Hipótese (Covariância e Correlação) – Modelo Integrado Inicial.

Construtos			<i>Estimate Coefficient (EC)*</i>	<i>Standardized Coefficient (SC)</i>	<i>Standard Deviation (SD)</i>	<i>Critical Ratio (CR)</i>	<i>p</i>
Inovação de Produto Sustentável	<---	Produção Mais Limpa	0,247	0,136	0,018	7,418	***
Inovação de Produto Sustentável	<---	Gestão Ambiental	0,387	0,264	0,028	9,348	***
Performance Financeira	<---	Inovação de Produto Sustentável	0,176	0,212	0,047	4,482	***

***Nível de significância $p < 0,001$.

Fonte: Dados da pesquisa do relatório do AMOS (2014).



4. Resultados

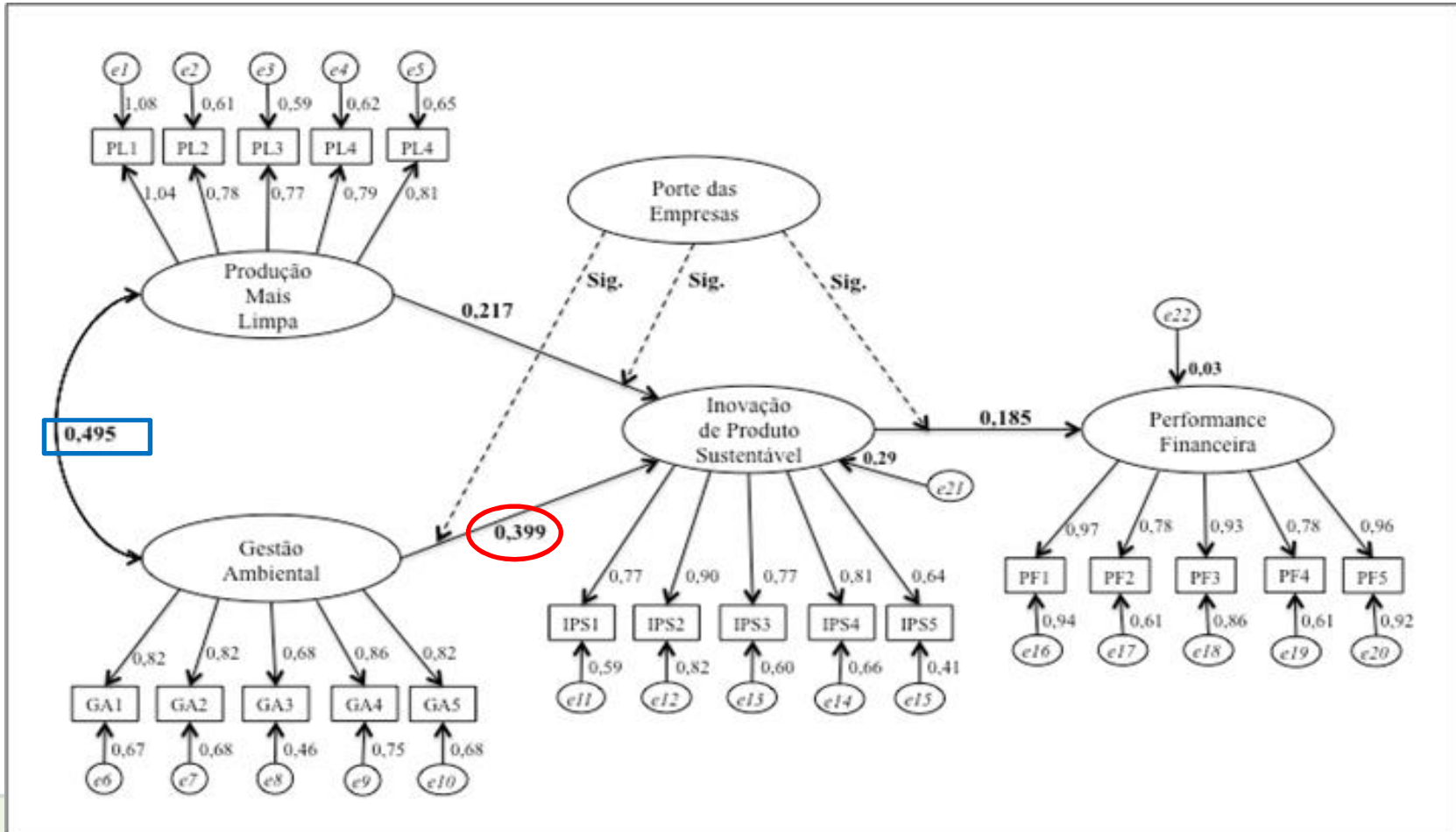


Fig. 2. Modelo Integrado Final – *Standardized Regression Weights*.

Fonte: Autores (2014).



4. Resultados

Tabela 3 – Índices de ajuste do Modelo Proposto.

Índices	Modelo Integrado		Porte da Empresa	
	Inicial n=762	Final n=762	PMEs n=607	MGEs n=155
Qui-quadrado (X ²)	3169,2	2742,8	943,7	486,7
Graus de Liberdade (GL)	501	498	166	166
Qui-quadrado dividido pelos Graus de Liberdade (X ² /GL)	6,3	5,5	5,6	2,9
Nível de Probabilidade	0,000	0,000	0,000	0,000
CFI – <i>Comparative Fit Index</i>	0,914	0,919	0,936	0,839
NFI – <i>Normed Fit Index</i>	0,888	0,903	0,923	0,777
GFI – <i>Goodness of Fit Index</i>	0,838	0,855	0,869	0,750
AGFI – <i>Adjusted Goodness of Fit</i>	0,796	0,816	0,834	0,683
RMSEA – <i>Root Mean Squared Error of Approximation</i>	0,059	0,054	0,088	0,112
RMR – <i>Root Mean Square Residual</i>	0,213	0,078	0,075	0,072
ECVI – <i>Expected Cross-Validation Index</i>	2,253	1,977	1,703	3,732
Alpha de Crombach	0,908		0,897	0,902
KMO – <i>Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy</i>	0,848		0,837	0,812
Teste de Esfericidade de Bartlett	13639,1*		12119,9*	2073,7*
Variância Média Extraída (VME)	0,796			
Confiabilidade Composta (CP)	0,987			

* Significant at the $p < 0,001$ level.



4. Resultados

- A Tabela 5 demonstra que o **Porte das Empresas** interfere nos índices de *Standardized Coefficient* (SC) e *Estimate Coefficient* (EC), assim como a **ANOVA** verificou que **há comportamento significativamente diferente entre os respondentes nos grupos** (Diferença X²), o que **confirma a hipótese H4** e os desdobramentos H4a, H4b e H4c.

Tabela 5 – Teste das hipóteses – comparativo entre portes das empresas.

Constructs			Modelo Integrado Final		Micro e Pequenas Empresas (MPEs)		Médias e Grandes Empresas (MGEs)		Diferença X ²
			SC	EC	SC	EC	SC	EC	Sig.*
Inovação de Produto Sustentável	<---	Produção Mais Limpa	0,125	0,217	0,157	0,244	0,192	0,215	0,000
Inovação de Produto Sustentável	<---	Gestão Ambiental	0,286	0,399	0,337	0,394	0,331	0,454	0,000
Performance Financeira	<---	Inovação de Produto Sustentável	0,212	0,185	0,081	0,083	0,330	0,529	0,000
Produção Mais Limpa	<-->	Gestão Ambiental	0,472	0,463	0,472	0,463	0,414	0,459	

*Nível de significância p<0,001 – Resultado da ANOVA entre os grupos (MPE e MGE).

Fonte: Dados da pesquisa (2014).



5. Considerações finais

- A pesquisa demonstra que os **construtos de P+L e GA** são **importantes antecedentes da IPS**, e este é **antecedente e mediador da PF**.
- Coerentemente, o caminho para as empresas obterem novos produtos ambientalmente sustentáveis é **a presença de programas como a P+L e as práticas de GA**, embora não possa ser afirmado que haverá certeza de sucesso econômico com estas inovações, entretanto neste estudo constatou-se **um significativo número de empresas** que obtiveram uma **excelente performance financeira** oriundas das **inovações sustentáveis**;
- As Hipóteses **H1, H2 e H3** foram **suportadas**;



5. Considerações finais

- A **principal contribuição** desta pesquisa **no campo acadêmico** consiste na construção de um **Framework**, que poderá ser utilizados para outras pesquisas;
- No **campo gerencial**, oferece aos gestores **informações** para decidirem sobre a **implantação de programas de sustentabilidade** que resultem em maiores ganhos financeiros através de inovações de produto ambientalmente sustentáveis.



5. Considerações finais

- **A influência moderadora do Porte das Empresas**, confirmada na hipótese H4 (H4a, H4b, H4c), constitui-se em uma **importante evidência** de que as **Médias e Grandes Empresas** são capazes de **gerar uma performance financeira superior em comparativo às Micro e Pequenas Empresas**, pois apresentam alta relação entre os construtos IPS e PF;
- Neste sentido, há evidência de que as MGEs potencializam o uso de seus recursos para obter vantagem competitiva, o que sugere **novas pesquisas de caráter qualitativas** para investigar os processos de desenvolvimento de novos produtos sustentáveis, o uso dos recursos organizacionais e os fatores determinantes do sucesso financeiro.



5. Considerações finais

- As **limitações** deste estudo concentram-se na **capacidade de generalização** dos resultados, embora se tenha utilizado o rigor metodológico na coleta e análise dos dados, entretanto, a amostra apresenta **resultados inconclusivos para a população de indústrias** de transformação sediadas no Brasil;
- Como acréscimo, **sugere-se** a utilização deste *Framework* em *Survey* de **outros setores**, para a construção de parâmetros de decisão gerencial na escolha de programas de sustentabilidade que possam levar ao sucesso financeiro.



Referências

- Agyeman, J., Evans, B., 2004. Just sustainability: the emerging discourse of environmental justice in Britain? *Geographical Journal*. 170, 2, 155-164.
- Amores-Salvadóa, J., Castro, G.M. de., Navas-López, J.E., 2014. Green corporate image: moderating the connection between environmental product innovation and firm performance. *Journal of Cleaner Production*. 83, 356-365.
- Anton, W.R.Q., Deltas, G., Khanna, M., 2004. Incentives for environmental self-regulation and implications for environmental performance. *Journal of Environmental Economics and Management*. 48, 1, 632-654.
- Barbieri, J.C., Vasconcelos, I.F.G., Andreassi, T., Vasconcelos, F.V., 2010. Inovação e sustentabilidade: modelos e proposições. *RAE*, 50, 2, 146-154.
- Bentler, P.M., 1990. Comparative fit indexes in structural equations. *Psychological Bulletin*, 107, 2, 238-246.
- Cheng, C.C.J., Yang, C-I., Sheu, C., 2014. The link between eco-innovation and business performance: a Taiwanese industry context. *Journal of Cleaner Production*. 64, 81-90.
- Cin/Pr – Centro Internacional de Negócios do Paraná., 2012. Cadastro Industrial do Paraná 2012. CDROM.
- Byrne, B.M., 2010. *Structural equation modeling with AMOS: basic concepts, applications and programming*, 2. Taylor & Francis Group, New York.



Referências

- Fabrigar, L.R., Porter, R.D., Norris, M.E., 2010. Some things you should know about structural equation modeling but never thought to ask. *Journal of Consumer Psychology*. 20, 2, 221-225.
- Fiesc – Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina. Ciesc - Centro das Indústrias do Estado de Santa Catarina., 2012. CDROM.
- Fiergs – Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul., 2012. Cadastro Industrial do Rio Grande do Sul 2012. CDROM.
- Fiern – Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Norte., 2012. Cadastro Industrial do Rio Grande do Norte 2012. CDROM.
- Fornell, C., Larcker, D.F., 1981. Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*. 28, 39-50.
- Geng, Y., Xinbei, W., Qinghua, Z., Hengxin, Z., 2010. Regional initiatives on promoting cleaner production in China: a case of Liaoning. *Journal of Cleaner Production*. 18, 1502-1508.
- Hair Jr., J.F., Black, W.C., Bardin, B.J., Anderson, R.E., 2007. *Multivariate data analysis*, 7. Prentice Hall, New Jersey.
- Jabbour, C.J.C., Teixeira, A.A., Jabbour, A.B.L.S., Freitas, W.R.S., 2012. Verdes e competitivas? A influência da gestão ambiental no desempenho operacional de empresas brasileiras. *Ambiente & Sociedade*. 15, 2, 151-172.
- Kline, R.B., 2005. *Principles and practice of structural equation modeling*, 2. The Guilford Press, New York.



Referências

- Marchi, V. de., 2012. Environmental innovation and R&D cooperation: empirical evidence from Spanish manufacturing firms. *Research Policy*. 41, 614-623.
- Marôco, J., 2010. Análise de equações estruturais: fundamentos teóricos, softwares & aplicações. PSE, Lisboa.
- Massote, C.H.R., Santi, A.M.M., 2013. Implementation of a cleaner production program in a Brazilian wooden furniture factory. *Journal of Cleaner Production*. 46, 89-97.
- Nidumolu, R., Prahalad, C.K., Rangaswami, M.R., 2009. Why sustainability is now the key driver of innovation? *Harvard Business Review*. 87, 9, p. 57-64.
- Ortolano, L., Sanchez-Triana, E., Afzal, J., Laiq Ali, C., Rebellón, S. A. Cleaner production in Pakistan's leather and textile sectors. *Journal of Cleaner Production*. 68, 121-129.
- Paladino, A., 2007. Investigating the drivers of innovation and new product success: a comparison of strategic orientations. *Journal of Product Innovation Management*. 24, 534-553.
- Przychodzen, J., Przychodzen, W., 2014. Relationships between eco-innovation and financial performance – evidence from publicly traded companies in Poland and Hungary. *Journal of Cleaner Production*, Article in Press. doi:10.1016/j.jclepro.2014.11.034
- Severo, E.A., 2013. Inovação e sustentabilidade ambiental nas empresas do arranjo produtivo local metalmeccânico automotivo da Serra Gaúcha. Tese (Doutorado em Administração) Programa de Pós-Graduação Doutorado em Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul/Universidade de Caxias do Sul.



Referências

- Severo, E.A., Guimaraes, J.C.F., Dorion, E.C.H., Nodari, C.H., 2014. Cleaner production, environmental sustainability and organizational performance: an empirical study in the Brazilian metal-mechanic industry. *Journal of Cleaner Production*, Article in Press, 1-8.
- Van Hoof, B., Lyon, T.P., 2013. Cleaner production in small firms taking part in Mexico's Sustainable Supplier Program. *Journal of Cleaner Production*. 41, 270-282.
- Youn, S., Yang, M.G.M., Hong, P., Park, K., 2013. Strategic supply chain partnership, environmental supply chain management practices, and performance outcomes: an empirical study of Korean firms. *Journal of Cleaner Production*. 56, 121-130.
- Zeng, S.X., Meng, X. H., Yin, H. T., Tamb, C. M., Sun, L. 2010. Impact of cleaner production on business performance. *Journal of Cleaner Production*. 18, 975-983.



Obrigada!!!

**Profa. Dra. Eliana Andréa Severo
PPGA (IMED)**

elianasevero2@hotmail.com



