

ANÁLISE DE CORRELAÇÃO UTILIZANDO DADOS CATEGORIZADOS EM *BENCHMARKING* DE EMPRESAS DE TRANSPORTE E LOGÍSTICA

Dmoutier Pinheiro Aragão Junior

Robert Wayne Samohyl

Universidade Federal de Santa Catarina

Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas

Marcos Ronaldo Albertin

Universidade Federal do Ceará

Departamento de Engenharia de Produção

RESUMO

Para a análise de correlação entre 38 empresas de transporte e logística foi utilizado o coeficiente Spearman, analisando 46 critérios de desempenho incluindo ferramentas e boas práticas de produção (Anexo). O estudo partiu de uma revisão bibliográfica sobre a utilização do *benchmarking* na logística e no uso de dados categorizados para realizar medições de desempenho. Após o tratamento dos dados, e elaboração de funções escritas no software R, foram realizadas diferentes análises estatísticas. Como principais contribuições, este artigo faz uma aplicação dos coeficientes de correlação para dados categorizados e destaca ao final as principais correlações encontradas no setor de logística.

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO

A avaliação de desempenho e comparação de operações internas de uma empresa com as melhores práticas de outras se popularizou a partir da década de 80, quando melhorias significativas de produtos foram obtidas pela Hewlett-Packard e Xerox através de estudos de *benchmarking* (Camp, 1998). *Benchmarking* é um processo contínuo de comparação de produtos, processos e boas práticas empresariais entre concorrentes e empresas reconhecidas como líderes de mercado (Damelio, 1995). De acordo com Zhou e Benton (2007), estudos de *benchmarking* proporcionam vários benefícios às empresas, como: aprendizado com as experiências de outras empresas, comparação de níveis de desempenho com a concorrência, e correlacionando estes níveis com os de suas atividades.

Este trabalho realiza um levantamento do tipo *Survey* (Berto e Nakano, 2000), pesquisando empresas de logística e transporte para analisar a correlação entre séries de dados categorizados, utilizando para isto o coeficiente de Spearman (1904), verificando a intensidade da correlação entre diferentes características analisadas. Os dados obtidos para o estudo fazem parte do banco de dados do Sistema de Monitoramento e Benchmarking de Arranjos Produtivos (SIMAP). Este banco de dados foi elaborado por Albertin e Aragão Jr entre os anos 2008 e 2011 (Albertin e Aragão Jr, 2011; Aragão Jr, 2009).

Este artigo apresenta o referencial bibliográfico sobre *benchmarking* na logística e dados categorizados. Descreve o método utilizado e as principais observações realizadas, finalizando-se com as conclusões, onde são ressaltadas as vantagens do método proposto e como este pode ser expandido para outras aplicações.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para a realização desta pesquisa foram escolhidas bases de dados amplas como os portais de pesquisa científica “Science Direct” e “Web of Science”. O primeiro é uma vasta base de periódicos e livros mantidos pela Elsevier, permitindo a consulta aos artigos de mais de 2.500

periódicos, além de outras publicações. Já o segundo é uma base *online* de indexação de referências científicas, mantida pela Thomson Reuters e provê acesso a aproximadamente 10.000 periódicos de alto impacto e mais de 110.000 anais de conferências. As ferramentas de busca foram escolhidas por possuírem avançados recursos que permitissem a pesquisa por diferentes palavras-chave, e em diferentes partes dos artigos, como: título, autores, palavras-chave, resumo, corpo do artigo, dentre outros critérios.

Utilizando os termos *logistic*, *rank* e *benchmarking*, não conseguiu-se chegar a nenhum trabalho na área que utilizasse dados categorizados (*ranks*) para o *benchmarking* de empresas de logística. Isto revela o caráter inovador do presente estudo que se dedica a realizar uma análise de correlação utilizando dados categorizados em *benchmarking* de empresas de transporte e logística.

2.1. Benchmarking na logística

Nos últimos anos, muitos conjuntos de indicadores têm sido propostos para a avaliação do desempenho de processos logísticos (Rushton *et al.*, 2006; Bowersox *et al.*, 2002; Lai *et al.*, 2004; Hult *et al.*, 2007; Council, 2008; Carmo *et al.*, 2009). Esta busca por indicadores é resultado de um mercado cada vez mais competitivo e globalizado, onde a sobrevivência das empresas organizadas em cadeias de suprimento altamente competitivas faz com que as elas necessitem avaliar e comparar as suas práticas. As empresas buscam através da avaliação o conhecimento de si próprias, e algumas vezes de outros competidores, para que seja conhecida qual é o posicionamento da empresa diante do cenário no qual ela está inserida.

Modelos como SCOR (Council, 2008), BSC (Kaplan e Norton, 1992), e EFQM (EFQM, 2011) propõem que indicadores sejam aplicados segundo finalidades específicas, sugerindo então que existam indicadores específicos para técnicos e outros específicos para o CIO (*chief information officer*) de empresas.

O modelo SCOR organiza os indicadores em níveis de acordo com o aprofundamento no conhecimento do processo, classificando os indicadores em: *Top Level*, *Configuration Level*, *Process Element Level*, e *Implementation Level*; para este último, que seria o nível operacional, o modelo SCOR não propõe indicadores. Por sua vez o modelo BSC propõe o alinhamento dos indicadores de acordo com a visão e objetivos estratégicos da empresa, organizando os indicadores em perspectivas: financeiras, clientes, aprendizado e processos negociais internos. Já o modelo EFQM (*European Foundation for Quality Management*) tem como preocupação principal o desenvolvimento sustentável empresarial. Este modelo procura explicitar a relação causa efeito, organizando em indicadores de práticas (liderança, pessoas, estratégias, parcerias e recursos) e de resultados (pessoas, clientes, parcerias e resultados chave).

O *benchmarking* é realizado através de dados coletados de empresas. Estes podem ser de dois tipos básicos: quantitativos e qualitativos. Mangan *et al.* (2004) destacam o valor da potencial da utilização de métodos quantitativos e qualitativos em conjunto, aumentando os resultados da pesquisa em direção a muitos problemas logísticos. Outro reforço a esta constatação foi a obtida por Näslund (2002), que conclui não serem os dados quantitativos comumente utilizados sem informações qualitativas suficientes para atender aos diferentes problemas de mensuração encontrados. A utilização de dados qualitativos é importante para garantir maior aplicabilidade e melhores resultados das pesquisas em logística (Näslund, 2002).

Dados qualitativos são organizados em dois subgrupos, os classificados ou ordinais (que seguem alguma ordem) e os sem categorização. É observado em ferramentas como o SIMAP, que a utilização de dados qualitativos ordinais como um recurso para facilitar a coleta da informação, permite que diferentes empresas possam ser comparadas dada a maior facilidade de mensuração e agilidade durante a coleta. O SIMAP utiliza uma escala Likert de 5 (cinco) níveis, conforme pode ser observado no questionário em anexo, onde são representados os níveis de desempenho categorizados em ordem crescente para as informações relacionadas diretamente a logística. No anexo, elas estão no subgrupo Gestão da Logística codificadas por GL01 a GL 12.

2.2. Análise de correlação com dados categorizados

A estatística normalmente utilizada para medir a correlação entre séries de dados é o coeficiente de Pearson. O coeficiente de correlação é uma ferramenta básica, simples, porém muito eficiente para estimar o grau de relacionamento linear entre variáveis, sendo que estas devem estar distribuídas normalmente, e possuindo ainda homocedasticidade e linearidade (Samohyl, 2009).

Deste modo, o coeficiente de Pearson tem diversos inconvenientes e não deve ser apropriado para qualquer conjunto de dados, dentre estes, incluem-se os dados categorizados. Como já mostrado por Spearman (1904), o coeficiente de Pearson não garante precisão para qualquer conjunto de dados categorizados, permitindo a existência de grandes desvios da realidade medida.

Colwell e Gillett (1982) realizaram uma pesquisa sobre os coeficientes mais estudados na literatura de dados categorizados, destacando o de Spearman (1904) e o de Kendall (1938). Os autores observaram que ambos os testes não paramétricos chegam a resultados parecidos, porém o método de Kendall é considerado de cálculo mais difícil, com a vantagem de Kendall que a sua distribuição se aproxima da normal mais rapidamente.

Para as análises deste artigo escolheu-se o coeficiente de Spearman por ser computacionalmente mais rápido e por possuir uma boa implementação no *software* R, pacote estatístico utilizado nessa pesquisa.

3. METODOLOGIA

Foi utilizada a base de dados do SIMAP por esta estar disponível aos autores, a ter uma base com mais de 300 empresas participantes. A maioria das empresas é brasileira, mas também existem empresas da Espanha, dos Estados Unidos e da Alemanha. O SIMAP foi desenvolvido utilizando *software* livre e permite a avaliação contínua e proativa frente aos 46 critérios pré-definidos.

As empresas cadastradas no SIMAP pertencem a diferentes cadeias produtivas e elos (atividades), permitindo assim que as empresas possam segmentar o seu grupo de interesse na hora de avaliar seus resultados (Aragão Jr, 2009). Para esta pesquisa foi definido o grupo de interesse compreendido de 38 empresas que atuam diretamente nas atividades (elo) de transporte ou logística atuando em vários setores ou cadeias produtivas.

3.1. Preparação dos dados

Para a realização das rotinas no *software* R, foi preciso realizar um tratamento nos dados de

modo a viabilizar a importação destes no R, e então permitir que estes fossem lidos e manipulados. Os dados foram exportados diretamente do SIMAP no padrão CSV (*Comma-separated values*, ou valores separados por vírgulas), e após, foram importados numa planilha do BrOffice.org Calc versão 3.2. Nesta planilha foram ajustados os rótulos das colunas para que pudessem ser lidos corretamente no R (os rótulos das colunas são lidos como variáveis do tipo *vector*, são as séries de dados). Outra operação realizada foi a eliminação de informação que não seriam relevantes, como nome da empresa, estado em que atua, dados do contato, dentre outros. Esta operação é importante por garantir que não seja mais possível identificar uma empresa, tornando possível a sigiliosidade nos dados a partir deste momento.

3.2. Realização das rotinas no software R

As rotinas para a realização das análises utilizaram 3 diferentes modos de geração das correlações entre dados categorizados nos softwares R e Minitab.

A primeira ferramenta utilizada foi a função *cor* do pacote *stats* do R, que calcula uma matriz de correlação entre as ferramentas utilizadas. A função recebe uma lista de vetores, e realiza a comparação dois a dois, como pode ser visto na tabela 1, onde foram comparadas as 12 ferramentas com relacionamento direto com a atividade logística e transporte. Essa matriz de correlação resultante foi validada através do software Minitab, por onde obteve-se os mesmo resultados. Vale ressaltar que são monitoradas pelo sistema 46 critérios, sendo 12 específicos para a gestão logística. Com esta função pode-se agilmente perceber a grandeza da correlação entre diferentes ferramentas.

Tabela 1: Matriz de correlação utilizando o coeficiente de Spearman para os critérios relacionados à logística (ver descrição dos rótulos no anexo).

	GL01	GL02	GL03	GL04	GL05	GL06	GL07	GL08	GL09	GL010	GL011
GL02	0,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL03	0,55	0,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL04	0,35	0,46	0,52	-	-	-	-	-	-	-	-
GL05	0,31	0,28	0,18	0,23	-	-	-	-	-	-	-
GL06	0,37	0,09	0,3	0,32	0,47	-	-	-	-	-	-
GL07	0,48	0,13	0,56	0,3	0,49	0,48	-	-	-	-	-
GL08	0,54	0,09	0,42	0,43	0,43	0,38	0,62	-	-	-	-
GL09	0,32	0,16	0,54	0,38	0,22	0,11	0,45	0,38	-	-	-
GL010	0,406	-0,01	0,61	0,12	0,21	0,22	0,72	0,38	0,62	-	-
GL011	0,498	0,22	0,4	0,51	0,55	0,6	0,74	0,67	0,39	0,56	-
GL012	0,356	0,1	0,48	0	-0,13	-0,01	0,05	0,19	0,3	0,44	-0,02

Outra ferramenta utilizada foi uma função em R que gera uma matriz de correlação, mas desta vez na forma de gráfico. Esta função é uma variação da função *panels*, que foi desenvolvida para gerar uma matriz comparativa entre séries de dados. A função desenvolvida (Figura 1) imprime um gráfico que apresenta as seguintes informações (ver exemplo na Figura 3):

- Matriz de Scatterplot: abaixo da diagonal principal, os dados são apresentados como pontos a cada par de ferramentas. Cada ponto representa como uma empresa utiliza aquelas duas tecnologias e o diagrama permite uma visualização gráfica do relacionamento entre as ferramentas. Quanto mais escuro for o círculo maior é o número de recorrências de empresas naquele ponto;
- Regressão Smooth: a análise de regressão permite uma visualização mais objetiva da

existência de alguma tendência nos dados analisados, esta é representada por uma linha vermelha que segue uma tendência dos dados também na parte inferior da matriz.

- Índice de correlação de Spearman: O índice de correlação de Spearman é descrito na parte superior da diagonal principal da matriz. O coeficiente é impresso em diferentes tamanhos, de acordo com a força da correlação, variando de -1 (correlação negativa) a 1 (correlação positiva), e quanto mais próxima de 0, mais fraca é a correlação.
- Força da correlação (*p valor*): esta medida testa a força da correlação medida, isto é, se esta possui um nível de significância suficiente para aceitar a correlação. Para facilitar esta observação, foram plotadas estrelas vermelhas de acordo com a força da significância:
 - Mais forte significância, com três estrelas: $0 \leq p \text{ valor} < 0,001$;
 - Média significância, com duas estrelas: $0,001 \leq p \text{ valor} < 0,01$;
 - Fraca significância, com uma estrela: $0,01 \leq p \text{ valor} < 0,05$;
 - Insignificante, com um ponto: $0,05 \leq p \text{ valor} < 0,1$;
 - Inexistente, com um espaço: $0, \leq p \text{ valor} < 1$.

```
panel.cor <- function(x, y, digits=2, prefix="", cex.cor) {
  usr<- par("usr"); on.exit(par(usr))
  par(usr = c(0, 1, 0, 1))
  r <- abs(cor(x, y, method = "spearman", use="complete"))
  txt <- format(c(r, 0.123456789), digits=digits)[1]
  txt <- paste(prefix, txt, sep="")
  if(missing(cex.cor)) cex<- 0.8/strwidth(txt)
  test <- cor.test(x,y,method="spearman")
  Signif<- symnum(test$p.value, corr = FALSE, na = FALSE,
    cutpoints = c(0, 0.001, 0.01, 0.05, 0.1, 1),
    symbols = c("****", "***", "**", ".", " "))
  text(0.5, 0.5, txt, cex = cex * r)
  text(.8, .8, Signif, cex=cex, col=2)
}
```

Figura1: Função desenvolvida para a geração do gráfico de matriz de correlação.

A última ferramenta elaborada foi outra função em R que utiliza uma matriz de correlação M com todas as 46 ferramentas existentes no questionário, identificando as ferramentas que mais se correlacionam com as outras (ver função na Figura 2). A identificação acontece para cada ferramenta i pela soma de todos os elementos $M(i, j)$ da linha i com a coluna j variando de 1 até 46. Após definida as ferramentas com maior correlação com as outras (ver Figura 4) foi gerado um novo gráfico com a matriz de correlação para as 12 ferramentas que mais se relacionam umas com as outras (Figura 5).

```
result <- c(1:46)
result <- array(1:46, dim=c(2,46))
matriz<- Spearman(ecvTudo)
for(k in 1:46) {
  result[1,k] <- sum (matriz[k,])
}
rotulos<- colnames(matriz)
colnames(result) <- rotulos
result <- sort(result[1,])
result
```

Figura2: Função desenvolvida para a identificação das ferramentas que mais se relacionam umas às outras.

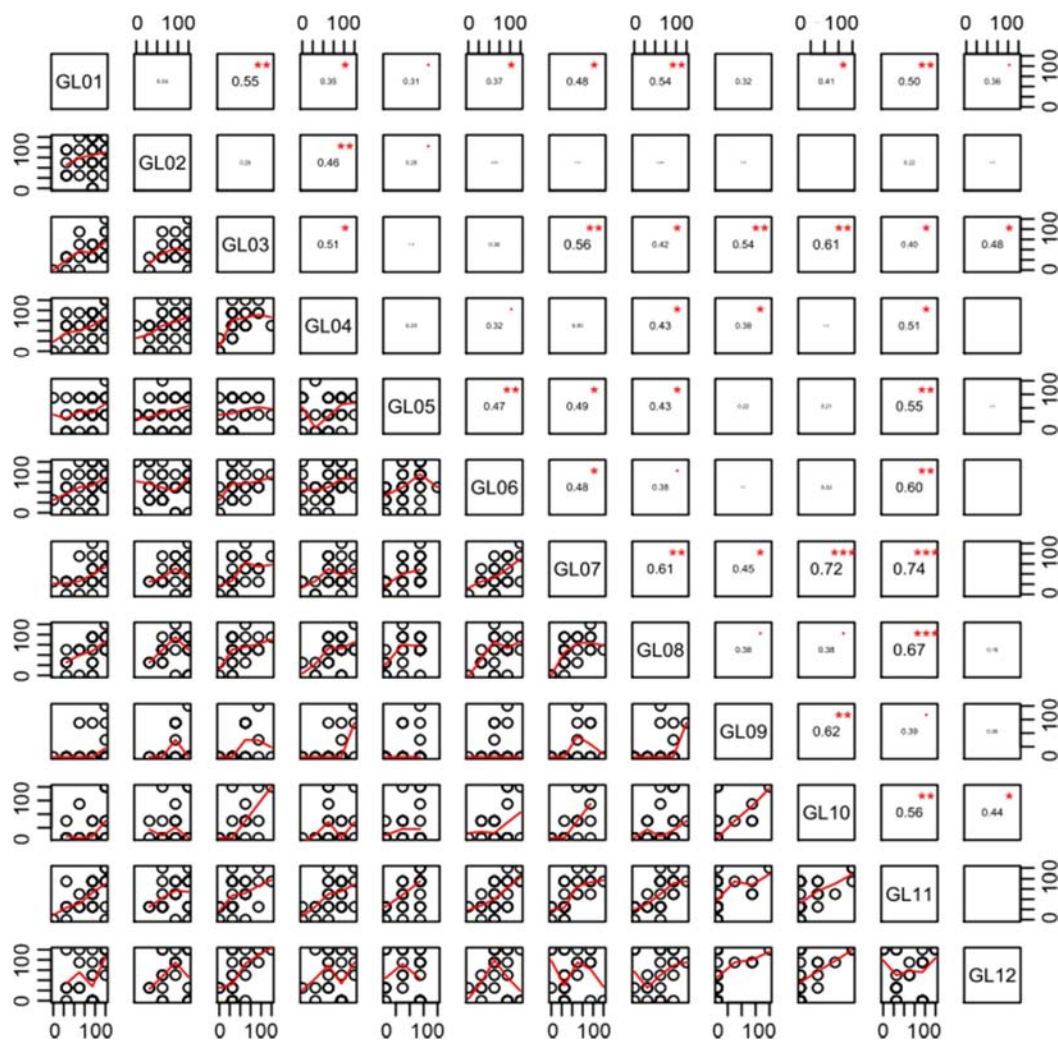


Figura3:Gráfico de matriz de correlação gerado pela função para as ferramentas de logística analisadas (ver significado das siglas no anexo).

Classificando os 46 critérios que mais se correlacionam entre si (ver Figura 4) as ferramentas de gestão logística (GL) que estão entre as 15 que menos apresentaram correlação entre si foram: GL01, GL02, GL09, e GL12. Observa-se ainda que entre os 15 ferramentas do SIMAP mais correlacionadas apenas GL05 e GL11 figuram neste grupo de destaque.

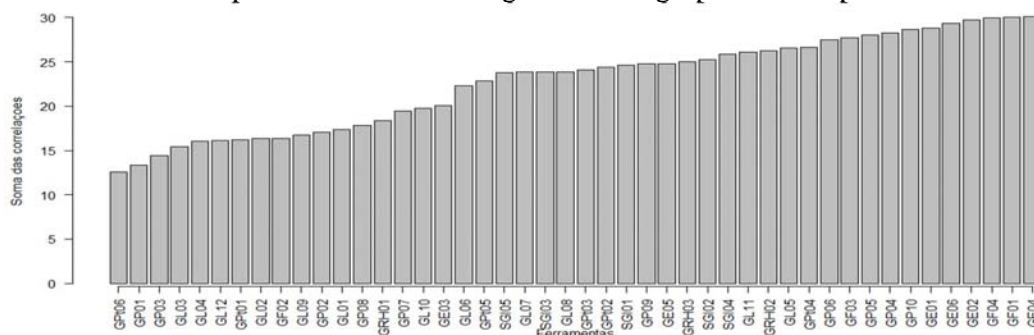


Figura4: Ferramentas pela ordem crescente da correlação com as outras.

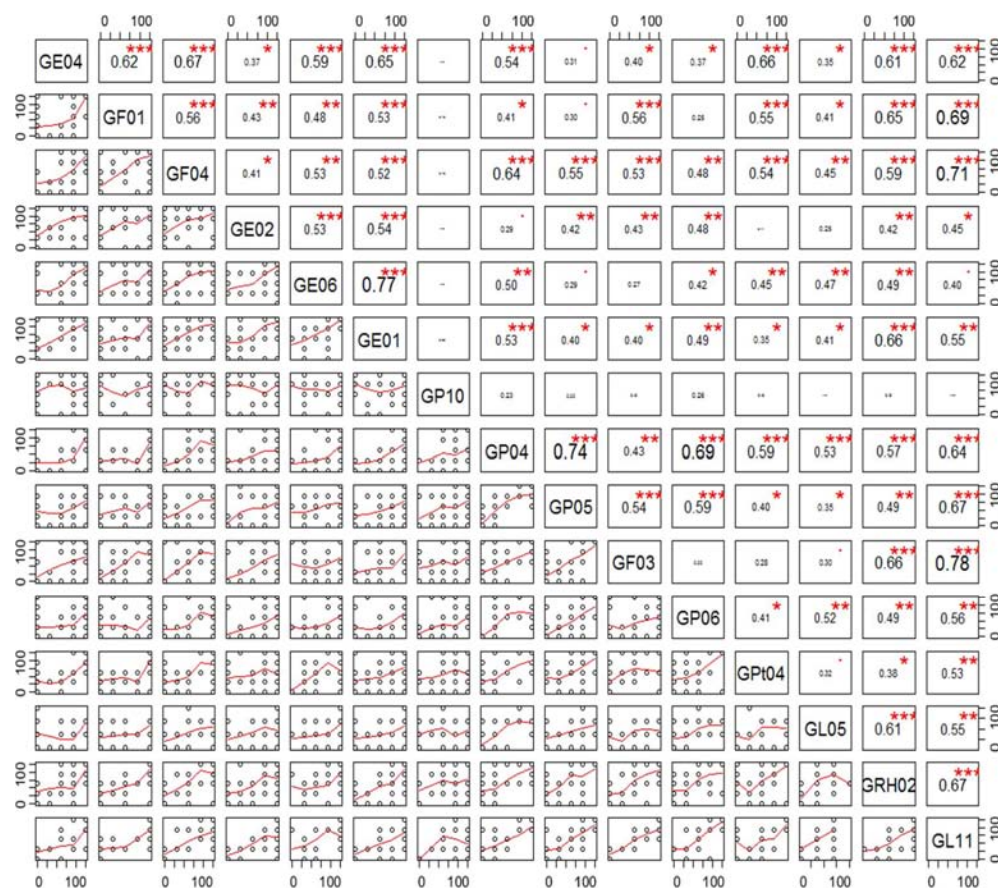


Figura 5: Gráfico de matriz de correlação gerado com os 12 critérios que mais se correlacionam com as outras ferramentas analisadas (ver significado das siglas no anexo).

3.3. Análises dos resultados

A partir das informações obtidas na Figura 3 pode-se observar que todas as correlações são positivas e somente os critérios GL02 e GL12 não apresentaram alguma correlação superior a 0,5. A maior correlação encontrada foi entre os critérios GL07 e GL11 (0,74) e entre GL07 e GL10 (0,72). Estes critérios apresentaram mais forte significância (com três estrelas). Somente os critérios GL05 e GL07, GL04 e GL11 apresentaram índice de correlação maior que 0,5, mas com fraca força de significância. O critério com correlação maior que 0,5 mais frequente foi o GL11 seguido GL01 e GL03 e GL04. Mais detalhes sobre as observações da Figura 3 estão presentes na Tabela 2:

Tabela 2: Índices de correlação com respectivas força de significância (*p valor*)

Critério	0,5 a 0,69	<i>p valor</i>	0,7 a 0,8	<i>p valor</i>
GL01	GL03 - GL08 - GL10 - GL11	**	-	-
GL03	GL04 - GL07 - GL09 - GL10	**	-	-
GL04	GL03 - GL11	*	-	-
GL05	GL07 - GL 11	* e **	-	-
GL06	GL11	**	-	-
GL07	GL03 - GL05 - GL08	**	GL10 - GL11	***
GL08	GL01 - GL07 - GL11	** e ***	-	-
GL09	GL03 - GL10	**	-	-

GL10	GL03 - GL09- GL11	**	GL07	***
GL11	GL01 - GL04 - GL05 - GL06- GL08- GL10	* e **	GL07	***

Observa-se que as informações abaixo da diagonal principal corroboram para atestar as informações presentes acima da diagonal. Os pontos do Scatterplot quando estão mais próximos da linha de regressão indicam um *p valor* baixo. Outra observação possível de ser realizada é a de que a linha de regressão horizontalizada tende a possuir um índice de correlação mais baixo, enquanto que a linha de regressão mais verticalizada ou em diagonal apresenta índices de correlação mais próximos de 1.

Observando as informações do Scatterplot na Figura 3, pode-se afirmar que:

- Independente do nível de controle de estoques(GL01) é comum que o grau das transações comerciais(GL09) seja baixo;
- Apesar de uma correlação aparente entre sistemas de transportes (GL11) e manuseio (GL04), o índice de correlação observado de 0,51 e o *p valor* com apenas uma estrela não permitem garantir essa afirmação;
- Observa-se empresas com diferentes níveis de evolução no sistema de transportes (GL11)mas que as transações comerciais (GL09) estão próxima do nível manual (0).

Assim como estas considerações apresentadas, outras poderiam ser obtidas, cabendo ao pesquisador utilizar o senso critico e interpretação estatística para emitir suas análises. Não é objetivo, neste momento, descrever possíveis relações causais entre os critérios.

4.CONCLUSÕES

A análise de correlação para dados categorizados se mostrou eficiente através do coeficiente Spearman para uma amostra de 38 empresas que preencheram um questionário eletrônico com 46 critérios representando ferramentas e boas práticas da engenharia de produção (Anexo). Para a realização do estudo foram elaboradas funções no *software* R descritas neste artigo para facilitar o entendimento do tratamento dos dados.

Analisou-se o comportamento dos coeficientes de correlação, testando ainda a estatística *p valor* para averiguar o grau de confiança na correlação medida. Todas as correlações obtidas foram positivas entre 0 e 1. Podem-se destacar os critérios relacionados as ferramentas ISO9001, custos da má qualidade, e descrição de cargos e competências como as três ferramentas com maior correlação com os outras ferramentas pesquisadas.

O estudo realizado mostrou valores de coeficiente calculados para uma amostra pequena e uma ampliação dessa amostra em outros estados brasileiros permitirá uma melhor análise e comparação do setor de transporte e logística brasileiro, com dados mais representativos. Recomenda-se a replicação deste estudo com amostras maiores e representativas, para que possa homogeneizar as análises e alcançar uma análise comparativa mais aproximada da realidade do mercado do setor estudado.

Os índices de correlação calculados pelo software R e MINITAB apresentaram os mesmos valores, garantindo a corretude dos cálculos realizados pela ferramenta. A força de correlação (*p valor*) contribui para a validação dos índices de correlação encontrados, servindo como um teste para este. Existem muitas correlações significativas entre as ferramentas da Gestão da Logística que devem ser melhor investigadas em nas suas possíveis relações de causa e

efeito. Por último, observa-se que as ferramentas da Gestão da Logística se correlacionam mais fortemente entre si e muito pouco com as demais ferramentas consideradas no SIMAP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albertin, M. R. e Aragão Jr, D. P. (2011) Leistungen der brasilianischen Unternehmen durch ein internetesgestütztes Benchmarking- und Monitoringsystem *Industrie Management*. Berlin.
- Aragão Jr, D. P. (2009) *Proposta de metodologia para monitoramento de arranjos produtivos baseado em benchmarking competitivo*. Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará.
- Berto, R. M. V. S. e Nakano, D. N. A. (2000) A produção científica nos anais do encontro nacional de engenharia de produção: um levantamento de métodos e tipos de pesquisa. *Produção*, 9, 65-75.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J. e Cooper, M. B. (2002) *Supply chain logistics management*, McGraw-Hill.
- Camp, R. C. (1998) *Global cases in benchmarking: Best practices from organizations around the world*, ASQ Quality Press, Milwaukee, Wis.
- Carmo, B. B. T., Albertin, M. R., P, A. J. D. e Dutra, N. G. S. (2009) Monitoring Methodology for Productive Arrangements (Supply Chain). *Dynamics in Logistics: Second International Conference, LDIC 2009, Bremen, Germany, August 2009. Proceedings*
- Kreowski, H.J. ed. Bremen: Springer Verlag.
- Colwell, D. e Gillett, J. (1982) Spearman versus Kendall. *The Mathematical Gazette*, 66, 307-309.
- Council, S. C. (2008) Supply-chain operations reference-model 9.0. *Overview of SCOR Version*, 5.
- Damelio, R. (1995) *The basics of benchmarking*, New York, N.Y., Quality Resources.
- Efqm. (2011) *The EFQM Excellence Model* [Online]. EFQM. [Accessed 20/03/2011 2011].
- Hult, G. T. M., Boyer, K. K. e Ketchen, D. (2007) Quality, operational logistics strategy, and repurchase intentions: a profile deviation analysis. *Journal of Business Logistics*, 28, 105.
- Kaplan, R. S. e Norton, D. P. (1992) The balanced scorecard—measures that drive performance. *Harvard Business Review*, 70, 71-79.
- Kendall, M. G. (1938) A new measure of rank correlation. *Biometrika*, 30, 81-93.
- Lai, K. H., Ngai, E. e Cheng, T. (2004) An empirical study of supply chain performance in transport logistics. *International Journal of Production Economics*, 87, 321-331.
- Mangan, J., Lalwani, C. e Gardner, B. (2004) Combining quantitative and qualitative methodologies in logistics research. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34, 565-578.
- Näslund, D. (2002) Logistics needs qualitative research—especially action research. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 32, 321-338.
- Rushton, A., Croucher, P. e Baker, P. (2006) *The handbook of logistics and distribution management*, Kogan Page Ltd.
- Samohyl, R. W. (2009) *Controle Estatístico de Qualidade*, Elsevier/Campus.
- Spearman, C. (1904) The proof and measurement of association between two things. *The American journal of psychology*, 15, 72-101.
- Zhou, H. e Benton, W. C. (2007) Supply chain practice and information sharing. *Journal of Operations Management*, 25, 1348-1365.

ANEXO

Questionário aplicado nas empresas.

NA: o critério não se aplica na empresa.

Princípio de preenchimento: para ser 100% precisa atender 75%, para ser 75% precisar atender o 50% e assim por diante. NA: somente quando o critério não se aplica na empresa.

G. Integrada	0	25	50	75	100	NA
ISO 9001 (SGI01) 14001 (SGI02) 5S (SGI03) SA 8000 (SGI04) OSHAS 18000 (SGI05)	Procedimentos informais	Procedimentos documentados	Programa formal de implantação	Realiza auditorias internas	Certificação	
G. da Produção	0	25	50	75	100	NA
Tempo de setup(GP01)	Informal	Procedimento documentado	Tempo < 60 min	Tempo < 40 min	< 10 (SMED)	
PCP (GP02)	Informal	Planilhas eletrônicas (Excel)	Software	MRP e MRP II	ERP	
Estudos de capacidade (GP03)	Informal	Processos instáveis	Processos estáveis	CEP	Cpk > 2	
Custos da (má) Qualidade (GP04)	Desconhecidos	Monitora	1-10% faturamento	< 1 % faturamento	< 0,5 faturamento	
Controle de processos (GP05)	Parâmetros informais	Parâmetros formais	Parâmetros controlados	Instrumentos calibrados	Estudos de capacidade	
Defeitos – PPM (GP06)	Desconhecidos	Conhecidos	1-10 %	< 1000 ppm	< 500 ppm	
Manutenção (GP07)	Corretiva	Informal	Preventiva	Preditiva	TPM	
Filosofia e Ferramentas JIT (GP08)	Não utiliza ferramentas	Uma ferramenta	Duas ferramentas	Três ferramentas	Muitas ferramentas	
Desenvolvimento de Fornecedores (GP09)	Informal	Formal	Monitora desempenho	Programas de capacitação	Estabelece parcerias	
Idade média dos equipamentos (GP10)	Desconhecida	Maior 20 anos	10 a 20 anos	5 a 10 anos	< 5 anos	
G. de Produtos	0	25	50	75	100	NA
Domínio e uso de normas técnicas (GPt01)	Desconhece	Conhece e utiliza parcialmente	Utiliza as principais	Utiliza sempre	Utiliza 100% e atualiza	
CAD – CAE – CIM (GPt02)	Desconhece	Conhece	Utiliza CAD	CAD e CAE	CAD-CAE-CIM	
Uso de Equipes Simultânea e	Não utiliza	Utiliza informalmente	Procedimento documentado	Implementando	Utiliza sempre	

Multifuncionais (GPt03)					
Lead Time de desenvolvimento(GPt04)	Não controla	Controle informal	Monitora	Competitivo	É benchmark
Metodologia para desenvolvimento(GPt05)	Desconhece	Informal	Documentado	Melhora continuamente	Usa conceito lessons learn
Parcerias(GPt06)	Não realiza	Informal	Formal	Fornecedores ou clientes	Fornecedores e clientes
G. Estratégica	0	25	50	75	100NA
Planejamento estratégico (GE01)	Informal	Formal	Monitora periodicamente	Informa a todos	Desdobra missão, visão e indicadores
Estratégia de produção (GE02)	Informal	Definida	Monitora	Informa a todos	Plano de ação
Estilo de liderança e envolvimento (GE03)	Controlador	Centralizado	Descentralizado	Participativo	Ambiente para melhoria
Uso do benchmarking (GE04)	Não utiliza	É benchmarking local	É benchmarking regional	É benchmarking nacional	É benchmarking internacional
Orientação ao cliente (GE05)	Informal	Monitora insatisfação	Pesquisa de satisfação	Monitora a satisfação	Clientes muito satisfeito > 80%
Indicadores (GE06)	Informal	Financeiros	Qualidade	Processos	PDCA - Metas definidas
G. da Logística	0	25	50	75	100 NA
Controle de estoques(GL01)	Baixo controle informal	Controle formal, apenasdo produto acabado	Controle formal do produto(semi) acabado e matéria-primas	Uso de sistemas informatizados de controle	Sistema integrado de gerenciamento de estoque
Rotatividade de estoques (GL02)	Baixo giro, sem monitoramento	Monitoramento parcial	Giro de 1 a 12 vezes ao ano	Giro de 12 a 24 ao ano	Giro maior do que 24 vezes
Prestadores e operadores logísticos (GL03)	Não considera importante e frota própria	Utiliza apenas transportador terceirizado	Utiliza transporte terceirizado e outro serviço	Usa operador logístico	Usa operador com vistas ao Integrador Logístico
Manuseio (GL04)	Não usa máquinas	Usa poucas máquinas e equipamentos	Usa máquinas padrão e poucas máquinas	Sistema semi-automatizado,	Sistemas automatizados e de robótica
Unitização (GL05)	Não usa nenhum tipo	Usa paletes de qualquer tipo	Usa paletes específicos, estantes e outros	Usa paletes específicos; contenedores maiores	Padronização voltada ao transporte final
Fluxo de materiais (GL06)	Manual, Controle Visual	Planilha eletrônica ou softwares	Uso de código de barras	RFID GPS	Container Inteligente
Fluxo de	Consulta por	Consulta por	EDI	Rastreamento	Dados integrados

Informação (GL07)	telefone celular	internet e email		por satélite ou GPRS	na cadeia de suprimento
Fluxo Financeiro (GL08)	Informal	Individual	Parcialmente Integrado	Integração de bancos de dados	Integração total na cadeia
Transações comerciais (GL09)	Manual	Pedidos através do computador	RC ou VMI	ECR e CRM	Marketplace
Controle de armazém (GL10)	Manual ou visual	Planilha eletrônica ou software	Uso de código de barras	Celular, voz de seleção or RFID	WMS
Sistema de Transportes (GL11)	Informal	Planilha eletrônica ou software	Milk-run	GPS, Software de roteamento	TMS
Relacionamento na cadeia de suprimento (GL12)	Relacionamento só comercial	Parcerias	Parcerias por longos períodos	Gestão de fornecedores	Parcerias estratégicas
G. de R. H.	0	25	50	75	100 NA
Plano de Treinamento (GRH01)	Informal	Procedimento documentado	Monitora horas ano/funcionário	< 20 horas	> 20 horas
Descrição de cargos e competências (GRH02)	Informal	Descrição de responsabilidade/ autoridade	Descrição de Competências	Programa de multifuncionalidade	Avaliação de competências
Programas participativos (GRH03)	Informal	Formal	Mais de um programa	Vários programas	Participação em resultados
G. Financeira	0	25	50	75	100 NA
ERP (GF01) Custeio Direto (GF02) ABC (GF03) Análise de investimentos (GF04)	Não realiza formalmente	Implementando	Realiza parcialmente	Fasefinal de implementação	Utiliza para tomada de decisões