



Acc4emic

INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

“INTEGRATING CLEANER PRODUCTION INTO SUSTAINABILITY STRATEGIES”

Buscando a Produção mais Limpa por meio da Produção Enxuta: Estudo de Casos em Indústrias de Fundição

MANZAN, R.^a, CAMPANA, R.C.^b, DE BARROS, T.R.^c, MIYAKE, D. I.^d

a. Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, ronaldomanzan@usp.br

b. Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, rcampana@usp.br

c. PSA Peugeot Citroën, São Paulo, trbarros@ig.com.br

d. Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, dariomiy@usp.br

Resumo

Os avanços em direção a um desenvolvimento sustentável têm sido muito lentos em todos os setores industriais. A contribuição por parte de empresas de produção industrial frequentemente esbarra em restrições relacionadas com aumento de custos e perda de competitividade. A abordagem da Produção mais Limpa (P+L) que preconiza práticas mais sustentáveis com foco nos processos de fabricação constitui uma importante alternativa para superar esta situação. O presente trabalho considera a relação entre princípios de P+L e práticas de produção enxuta, com o objetivo de indicar às empresas industriais ferramentas que facilitem a busca do desenvolvimento sustentável sem terem de organizar uma estrutura específica e custosa para isso. Na medida em que na busca de ganhos de produtividade as indústrias racionalizarem sua produção com práticas de produção enxuta, elas podem se beneficiar das ferramentas e estrutura desta abordagem para também incorporar os objetivos de P+L.

Palavras-chave: produção mais limpa, produção enxuta, fundição, estudo de casos, sistema de gerenciamento ambiental

1. INTRODUÇÃO

Mais de 40 anos depois da Resolução da Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) que criou o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), muitas das preocupações que a motivaram permanecem praticamente na mesma posição. O sentimento dos participantes das várias Conferências Gerais e Conferências de Cúpula sobre os problemas ambientais é que as coisas se movem muito pouco, muito timidamente e muito tardiamente na direção da proteção do Meio Ambiente. O presente trabalho procura contribuir para a agilidade na implantação de medidas de proteção ambiental, sugerindo uma forma de intervenção mais simplificada e menos custosa para as empresas, especialmente aquelas do segmento de manufatura.

Bons parâmetros para o controle ambiental nas indústrias estão disponíveis há algum tempo. A normatização com foco ambiental, reunida pela ISO14000 existe desde 1.996. As empresas têm assumido essa certificação como uma forma de gestão ambiental, porém, de forma ainda muito lenta, como se pode observar na Fig. 1.

Além disso, algo a mais deve ser feito de forma complementar para se atingir os objetivos de melhoria do rendimento ambiental. Muitos estudos apontam que a implantação da ISO14001 por si só

“INTEGRATING CLEANER PRODUCTION INTO SUSTAINABILITY STRATEGIES”

não torna a empresa ambientalmente sustentável (RONDINELLI; VASTAG, 2000; KING; LENOX, 2001; PUVANASKAVARAN *et al*, 2011; YANG *et al*, 2011).

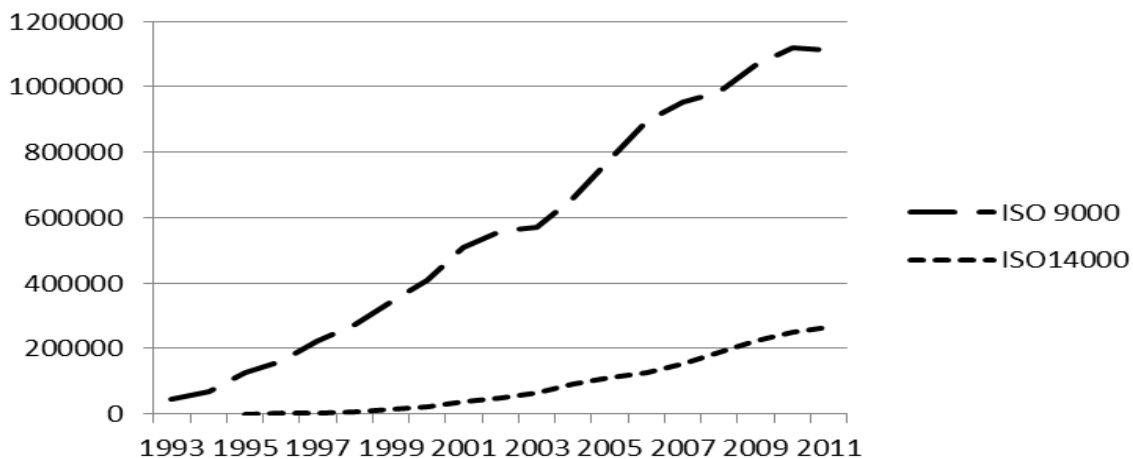


Fig. 1. Certificações ISO9001 e ISO14001 no mundo, de 1993 a 2011 (fonte: ISO 2013a e ISO 2013b)

Em 1.991 a UNEP definiu Produção mais Limpa (P+L) como “a aplicação contínua de uma estratégia integrada de prevenção ambiental aos processos, produtos e serviços de modo a aumentar a eficiência e reduzir os riscos para os homens e para o meio-ambiente” (UNIDO, s.d.).

Dessa forma, procura-se integrar o desenvolvimento dos países com a preocupação de preservação do meio-ambiente. Não se trata apenas de se considerar que uma produção mais limpa seja um processo produtivo menos poluidor; ela deverá também ser “mais eficiente”, consumindo o mínimo necessário. A degradação do meio-ambiente deve ser vista como uma somatória do “lixo” produzido em virtude de um consumo excessivo de recursos naturais, numa velocidade muito maior do que a natureza consegue repor esses recursos.

Alguns estudos foram desenvolvidos para explorar a relação entre as práticas de manufatura ambientalmente sustentáveis e os resultados competitivos. Os *stakeholders* passaram a exigir das empresas ações para buscarem uma produção mais limpa para terem uma melhor imagem pública e vantagens competitivas potenciais (RUSINKO, 2007; ZENG *et al*, 2010). A influência que a abordagem de P+L no gerenciamento da produção poderia trazer no início do elo da cadeia de consumo de material e energia é grande. Em dois trabalhos, Giannetti *et al* (2008) e Maciel *et al* (2009), pode-se encontrar reduções de desperdícios de insumos, água e energia elétrica na produção na ordem de 25 a 35% de água e energia elétrica na produção. Porém, a economia gerada pela eficiência do processo não era tão importante para o produto em si, apesar de ser significativa para o desperdício de materiais envolvidos no processo de produção. O estímulo para a manutenção de um programa de P+L, no entanto, é fraco quando considerados os resultados de maneira pontual.

Em resumo, as questões que devem ser enfrentadas são resumidas no Quadro 1.

Quadro 1 – Problemas gerais relacionados ao tema da sustentabilidade

- Crescente utilização de recursos naturais, gerando débitos anuais desde meados dos anos 70
- Decisões muito lentas e compromissos muito tímidos dos países em reuniões globais sobre o tema
- Implantação lenta de sistemas de gerenciamento ambiental (SGA) nas empresas, pois o foco da gestão ainda está na qualidade e competitividade
- Controle ambiental rápido requer investimentos e disponibilidade de tecnologia, o que inviabiliza sua adoção a um grande número de pequenas e médias empresas
- A erradicação da miséria e a valorização da dignidade humana requerem desenvolvimento e aumento no consumo de recursos

O objetivo desse trabalho é verificar se as empresas que tem maior aderência às práticas de produção enxuta, também se mostraram próximas dos objetivos de uma produção mais limpa. A produção enxuta tem como um de seus objetivos principais a redução dos desperdícios. Além de reduzir os desperdícios que podem ser evitados, parte dos recursos que são desperdiçados pode ser reaproveitada no próprio processo de produção para se aumentar o rendimento e diminuir os custos. No final do processo, o resíduo gerado e descartado acaba sendo menor, diminuindo a contaminação do meio ambiente. Os esforços de busca da P+L, então, também poderiam beneficiar da implementação de ferramentas de produção enxuta.

Ao se verificar que as empresas que adotam práticas de produção enxuta alcançam condições para terem maior afinidade com as práticas de P+L, poderá ser indicada às empresas uma alternativa de planejamento e gestão eficiente e econômica para controlar a degradação que seu processo produtivo provoca no meio ambiente, ao mesmo tempo em que se beneficia da redução de custos.

2. QUESTÃO DE PESQUISA

Na literatura podem ser encontrados muitos trabalhos sobre os benefícios que certas ações de SGA podem trazer ao meio ambiente. Também podem ser encontrados muitos trabalhos sobre diferentes maneiras de estimular as empresas a iniciarem essas ações e programas. Porém, essas ações isoladamente não garantem a manutenção desses benefícios ao meio-ambiente sendo necessário que haja ações equivalentes na gerência de produção.

Além disso, muitas das conceituações e formas de abordagem que têm sido propostas visando ao controle da poluição industrial e racionalização da utilização dos recursos naturais, têm encontrado pouca disseminação prática. Tal cenário motiva a identificação de alternativas e ferramentas que possam ser mais facilmente assimiladas e implantadas para que as empresas de manufatura possam manter seu desenvolvimento, aumentar sua competitividade e ainda participar desse esforço global de proteção dos recursos naturais que o mercado consumidor atual vem exigindo como atributo, além do preço, da qualidade e da variedade.

Amato (2011. p.102), quando conceitua a gestão sustentável da cadeia de suprimentos, destaca que a busca dos princípios da P+L implica numa mudança radical nos padrões de produção de bens e serviços, mas que, apesar disso, "o sucesso da empresa nesse aspecto poderá ser alcançado com medidas simples, sem maiores esforços, nem custos elevados". Dessa maneira, pode-se supor que existem empresas que mesmo não tendo ainda implantado formalmente um SGA, possam estar adiantadas no uso de ferramentas que produzem efeitos ambientais positivos. Provavelmente, essas empresas já têm uma estrutura minimamente necessária para avançar na direção de uma produção sustentável e, para isso, necessitam apenas de ajustes menores que demandem novos investimentos de maior significância.

É nos processos de transformação das indústrias que se encontra uma grande fonte de poluição e consumo de recursos naturais. Assim sendo, este trabalho se propõe a focar a relação do conceito de P+L com o sistema de produção enxuta em função deste ser um sistema que tem sido cada vez mais difundido no âmbito empresarial e por preconizar melhorias que têm efeito mais direto no fluxo de produção em geral, primando pela notável ênfase que dedica à criação de valor pelo aumento da eficiência e redução de custos que são essenciais ao aumento da competitividade. Urge buscar uma maneira mais efetiva e acessível de estabelecer uma estrutura minimamente necessária para se avançar na direção da P+L e a implantação das práticas de produção enxuta pode oferecer um caminho para isso. O desenvolvimento das empresas não pode continuar a custa do esgotamento dos recursos naturais disponíveis e seu uso racional tem no modelo da produção enxuta uma boa referência prática, afinal, o sistema de produção enxuta "baseia-se na identificação e remoção de desperdícios e esse é seu aspecto fundamental" (HICKS, 2007).

Dessa forma, o presente trabalho se propõe a explorar a seguinte questão de pesquisa:

Qual a relação entre a aderência aos princípios de produção enxuta e a aderência aos princípios da produção mais limpa?

O que o presente trabalho procura acrescentar são mais dados práticos para a construção de uma abordagem de planejamento e gestão da produção que possibilite tornar mais efetiva a exploração das ferramentas da produção enxuta na promoção e assimilação de práticas consonantes aos princípios da P+L.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho foi desenvolvido no contexto da indústria de fundição, um setor de fundamental importância para diversas cadeias produtivas. Trata-se de um setor industrial constantemente desafiado a desenvolver a capacidade de realizar um processo de produção ao mesmo tempo competitivo e sustentável que, no entanto é muito pulverizado e apresenta um potencial poluidor muito grande sendo, portanto bastante visado. Dessa forma, qualquer ação, que possa oferecer a empresas deste setor técnicas de fácil acesso e baixo custo, poderá resultar em ganhos globais bastante importantes no que diz respeito ao controle ambiental. A partir do Anuário Brasileiro das Indústrias de Fundição 2010, publicado pela ABIFA (Associação Brasileira de Fundição) foi observado que o setor de fundição é composto por cerca de 1.400 empresas espalhadas pelo Brasil. É um setor que emprega aproximadamente 50.000 trabalhadores e produz 2.300.000 toneladas de produtos anualmente. Além disso, conforme mostra a Fig. 2 que exibe dados levantados pela ABIFA (2010) junto a 553 fundições associadas a esta entidade (aproximadamente 39% do total), menos de 10% delas possuem certificação de controle ambiental e mais da metade ainda sequer possuem sistemas da qualidade certificados.

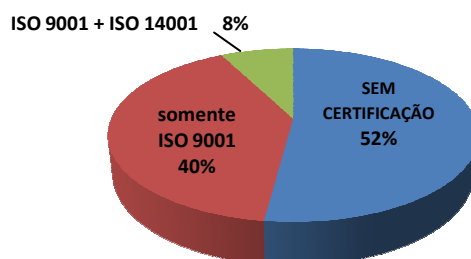


Fig. 2: Certificações nas Fundições do Brasil (fonte: ABIFA)

A pesquisa sobre operações difere-se das pesquisas em outras áreas de pesquisa em gerenciamento por ser endereçada tanto aos aspectos humanos quanto aos aspectos físicos da organização (DREJER; BLACKMON; VOSS, 2000). O estudo de caso é um dos métodos de pesquisa que possibilita endereçar tais aspectos e foi o adotado neste trabalho. Segundo definição de Miguel *et al* (2010), o estudo de caso é um “estudo de caráter empírico que investiga um dado fenômeno dentro de um contexto real contemporâneo por meio de análise aprofundada de um ou mais objetos de análise”.

O estudo de casos pode se apoiar na utilização de métodos quantitativos e qualitativos para “entender” determinados fenômenos. De acordo com Meredith (1998), o estudo de caso é mais orientado para os meios e processos, o que auxilia o pesquisador a compreender por que certas características ou efeitos ocorrem (ou não ocorrem).

Para o problema de pesquisa proposto no presente trabalho, é necessário entender como se pode acelerar a adoção de processos mais limpos pelas empresas, utilizando as ferramentas já existentes. Para isso, o trabalho se apoiou mais especificamente no desenvolvimento de um estudo de casos múltiplos. O estudo de múltiplos casos tende a ser mais superficial em relação ao estudo de caso único. Porém, enquanto a profundidade daquele se mostra adequada para uma análise longitudinal, de uma progressão de efeitos ao longo do tempo, os casos múltiplos têm a propriedade de poderem alcançar um grau maior de generalização e de validação externa (MIGUEL *et al*, 2010; MEREDITH, 1998). Então, o aproveitamento dos resultados numa eventual extrapolação para todo o setor representado por uma pequena amostra torna-se mais eficaz. Além disso, este método é também útil para testar a extensão de determinadas teorias para situações ou circunstâncias particulares e para incluir fatores novos. Nesta linha, vale observar que este trabalho procura encontrar possíveis extensões à abordagem de implantação da produção enxuta reforçando-a com o acréscimo de novos fins relacionados à sustentabilidade e, em particular, aos princípios da P+L. Para a coleta de dados foi

conduzida uma pesquisa de campo junto a uma amostra constituída de oito empresas do setor de fundição, com base num roteiro de pesquisa estruturado composto por trinta e três (33) questões, sendo 19 questões referentes à implantação de práticas de produção enxuta e 14 questões referentes às práticas de P+L. Os dados foram coletados conforme uma escala estabelecida pela Norma SAE J4001, que atribui uma nota de 0 a 3, de acordo com o grau de implantação da prática ou ferramenta avaliada. Adicionalmente, em cada caso foi verificado se a empresa possuía ou não sistemas de gestão certificados com base nos requisitos das normas ISO9000 e ISO14000 para avaliar a influência das competências relacionadas com as mesmas sobre a aderência ao conjunto de elementos considerado. O questionário foi preenchido pelo primeiro autor, por meio de entrevistas pessoais realizadas com o(os) responsável(veis) pelas áreas de produção e controle ambiental da empresa. A coleta de dados foi complementada com uma visita à fábrica e/ou consulta a outros representantes da empresa para se confirmar a existência ou não de determinada prática, e conferir se as questões foram adequadamente compreendidas pelo(s) entrevistado(s).

4. DESCRIÇÃO GERAL DOS CASOS E ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

Todas as empresas de fundição da amostra pesquisada estão localizadas no Estado de São Paulo. Sete delas são indústrias que produzem peças fundidas em ferro ou metais não ferrosos, utilizando tanto moldes em areia e fundição convencional quanto moldes metálicos e fundição sob pressão. Uma delas produz metal em lingotes para serem refundidos.

As notas elementares referentes à condição em que se encontra cada um dos 33 elementos pesquisados em cada empresa (F1 a F8) estão organizadas na Tabela 1 de forma estratificada com os casos de empresas somente certificadas pela ISO9000 e de empresas certificadas também pela ISO14000, posicionadas, respectivamente, à esquerda e à direita. Para cada caso analisado, as notas atribuídas a cada elemento foram consolidadas para se obter um grau de aderência à produção enxuta e um grau de aderência aos princípios de P+L, na forma de um percentual geral em relação ao máximo de 57 pontos e 42 pontos que poderiam ser atingidos em relação, respectivamente, aos elementos atrelados às práticas de produção enxuta (L01 a L19) e aos elementos atrelados aos princípios de P+L (CP01 a CP14).

A distribuição dos pares de dados gerais emparelhados obtidos para cada caso é ilustrada na Fig. 3 que mostra a relação entre a aderência aos princípios da produção enxuta e a aderência aos princípios da P+L.

5. ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

De uma forma geral, o gráfico da Fig. 3 revela que há uma tendência das empresas estarem mais aderentes aos conceitos e princípios de P+L na medida em que haja uma maior aderência às práticas de produção enxuta. Nas seções seguintes serão analisados alguns pontos específicos sobre os dados dos casos considerados.

5.1 Influência da certificação do SGA

Na amostra pesquisada, as empresas que possuem apenas certificação ISO9000 não alcançaram um índice de aderência à P+L maior que 42%. Por outro lado, as empresas que contam com certificação ISO14000 atingem índice maior que 50%, tanto em aderência à P+L quanto em aderência à produção enxuta. Analisando-se as pontuações, vê-se que as empresas com ISO14000 alcançam notas maiores nos conceitos de P+L mais diretamente ligados à organização e eficiência do processo produtivo (L01, L02, L10, L15, L16 e L18).

As maiores diferenças na pontuação média das empresas com certificação ISO9000 e aquelas com certificação ISO9000 e ISO14000 foram encontradas em relação aos seguintes quesitos:

- (L10) "set-up rápido" - As fábricas maiores (que têm certificação ISO14000) possuem uma linha de produção com maior quantidade e com um maior número de máquinas produzindo. Nesse

caso, a preocupação com *set-up* rápido está ligada diretamente ligada às melhorias de processo em busca de aumento de produtividade. É uma situação diferente da encontrada nas fundições menores, que por apresentarem um grau reduzido de mecanização, são menos afetadas por paradas de máquinas quando a linha de produto é modificada.

Tabela 1 – Tabulação dos dados coletados

	empresa produto certificação	F1	F2	F3	F4	F5	média ISO9000	F6	F7	F8	média 9000+14000
		inox somente ISO9000	fofo somente ISO9000	inox, aço somente ISO9000	fofo somente ISO9000	inox somente ISO9000		aço, fofo ISO9000 ISO14000	lingotes Al ISO9000 ISO14000	Al pressão ISO9000 ISO14000	
		L01	objetivos estratégicos c/ produção enxuta	2	1	1		1	0	1,0	
L02	incentivos p/ ideias e progressos c/ p.e.	0	0	0	1	0	0,2	2	3	2	2,3
L03	gestão visual	1	1	1	0	2	1,0	1	2	2	1,7
L04	limpeza e organização do setor c/ 5 S	1	1	0	1	0	0,6	2	3	1	2,0
L05	planejamento da produção atualizado	1	2	2	2	2	1,8	2	2	2	2,0
L06	existência de padrões de trabalho	0	1	2	0	2	1,0	2	1	2	1,7
L07	manutenção preventiva/preditiva	2	1	1	1	1	1,2	2	3	1	2,0
L08	nivelamento da produção	0	1	2	2	2	1,4	2	1	2	1,7
L09	produção puxada de acordo com pedido	1	2	1	0	2	1,2	2	0	2	1,3
L10	set-up rápido para alteração da produção	1	1	1	0	1	0,8	2	2	3	2,3
L11	lay-out a favor do fluxo do produto	0	1	1	1	2	1,0	1	1	1	1,0
L12	envolvimento dos fornecedores	1	0	1	1	1	0,8	0	2	2	1,3
L13	parada automática quando ocorre falha	0	0	0	2	1	0,6	1	1	2	1,3
L14	sinalização visual de falhas a corrigir	0	0	0	1	1	0,4	1	0	2	1,0
L15	existência de método solução problemas	1	1	2	2	2	1,6	2	2	3	2,3
L16	inspeção realizada no próprio setor	0	0	0	2	2	0,8	2	2	3	2,3
L17	controle estatístico dos problemas	0	0	2	1	1	0,8	1	2	2	1,7
L18	organização de grupos do tipo CCQ	0	0	1	1	1	0,6	2	3	2	2,3
L19	reconhecim. da autoridade do grupo	0	0	0	2	0	0,4	2	2	2	2,0
CP01	ambiente trabalho saudável e seguro	1	1	0	1	1	0,8	2	2	1	1,7
CP02	manutenção preventiva voltada p/ P+L	0	0	0	1	1	0,4	2	2	1	1,7
CP03	substituição de matéria-prima	0	1	0	2	1	0,8	1	3	2	2,0
CP04	reciclagem de matéria-prima	2	2	2	3	2	2,2	2	3	3	2,7
CP05	controle de consumo m-p/energia	1	0	1	2	1	1,0	1	3	1	1,7
CP06	alter. processo p/redução consumo m-p	0	0	1	2	2	1,0	2	3	1	2,0
CP07	utilização equipamento mais eficiente	0	0	0	2	1	0,6	0	3	1	1,3
CP08	aplicação da tecnologia mais moderna	1	0	0	0	0	0,2	0	2	2	1,3
CP09	aproveitamento de resíduos na planta	2	1	2	2	1	1,6	2	1	3	2,0
CP10	produção de subprodutos recicláveis	0	0	1	1	1	0,6	3	0	2	1,7
CP11	processo p/ reutilização subprodutos	0	0	1	1	0	0,4	2	0	1	1,0
CP12	cadeia de suprimentos que aplicam P+L	1	1	0	1	1	0,8	1	1	1	1,0
CP13	incentivo fornecedores a aplicar a P+L	0	0	0	0	0	0,0	1	1	2	1,3
CP14	projeto de produtos de acordo c/ a P+L	0	1	1	0	0	0,4	2	0	1	1,0
	Total para produção enxuta (máx=57)	11	13	18	21	23	17,2	32	35	39	35,3
	% aderência à produção enxuta	19,3%	22,8%	31,6%	36,8%	40,4%	30,18%	56,1%	61,4%	68,4%	62,0%
	Total para a P+L (máx=42)	8	7	9	18	12	10,8	21	24	22	22,3
	% aderência à P+L	19,0%	16,7%	21,4%	42,9%	28,6%	25,71%	50,0%	57,1%	52,4%	53,2%

- (L01) "incorporação de conceitos da produção enxuta aos objetivos estratégicos"; (L02) "política de incentivos para atingimento de resultados" e (L18) "existência de grupos de ação voltados às melhorias de processo ou CCQs" - A maturidade alcançada no processo de certificação do sistema da qualidade cria uma base firme de suporte para a implantação do SGA com a certificação ISO14000 (KING, LENOX 2001). Dessa maneira, a orientação dos objetivos estratégicos da empresa passa a levar em conta os objetivos dos sistemas de gerenciamento implantados. Além do mais, a importância de uma política de incentivos e a participação dos trabalhadores na solução de problemas e na manutenção do sistema passam a ser mais enfatizados, pois são requisitos destacados tanto pela ISO9000 como pela ISO14000.

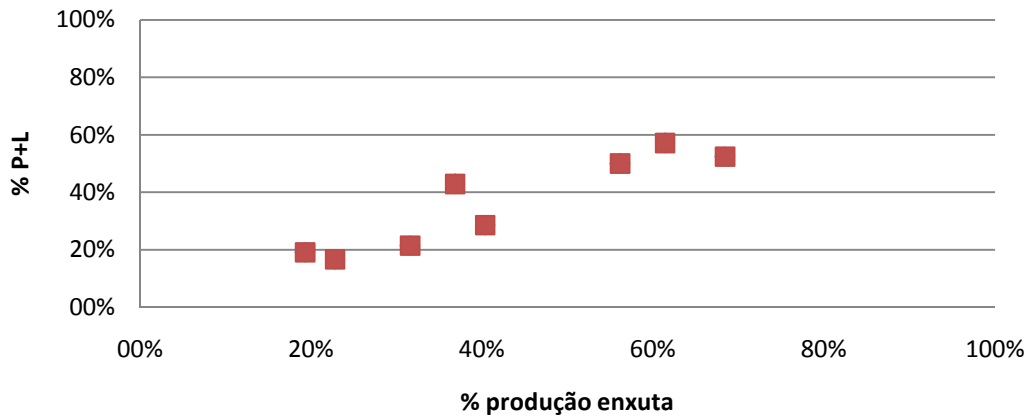


Fig. 3 – Aderência à produção enxuta x aderência à P+L

5.2 Necessidade de investimentos em equipamentos e inovação

As pontuações mais baixas no que tange à aderência aos conceitos de P+L foram constatadas para os elementos relacionados à mudança tecnológica, ao desenvolvimento de produtos “mais limpos” e à participação da cadeia de fornecedores (CP07, CP08, CP11 e CP14), inclusive nas empresas que possuem ISO14000. De acordo com HILSON (2000) e HILLARY, THORSEN (1999), as melhorias com relação a esse aspecto da P+L são principalmente alcançadas mediante programas governamentais de incentivos ao desenvolvimento tecnológico e à substituição de equipamentos ineficientes, além de limites regulatórios mais severos com relação ao licenciamento ambiental. Mesmo em empresas de grande porte, altamente comprometidas com os objetivos da sustentabilidade em sua estratégia, não foi possível identificar iniciativas maiores de inovação e desenvolvimento de novos produtos ou de novas tecnologias, voltadas exclusivamente para melhoria de rendimento ambiental. Foi detectado também, que os fornecedores não são envolvidos na organização de programas ambientais, o que acaba limitando a difusão do conhecimento e da inovação (L12, CP12 e CP13).

Quando são examinadas as notas referentes aos requisitos de P+L ligados a uso de equipamentos mais modernos e tecnologia mais eficiente (CP05, CP06 e CP07), são encontradas médias baixas, tanto nas empresas com ISO9000 quanto nas empresas com ISO14000. Da mesma forma, pode-se identificar notas baixas quanto aos requisitos de produção enxuta que envolvem a utilização de máquinas mais modernas, com detecção automática de defeitos (L13 e L14). Esses requisitos também são muito dependentes de uma política governamental que possa alavancá-los (HILSON 2000; FRIJNS, VLIET 1999), à semelhança dos incentivos (na conta de energia elétrica) oferecidos à população para a troca de refrigeradores e chuveiros antigos por outros mais modernos e eficientes.

A modificação de produtos visando aumentar sua capacidade de ser reaproveitado após o uso, minimizando seu impacto ambiental tanto durante a sua produção quanto após sua utilização (CP14) é um dos princípios de P+L enunciados pelo PNUMA (UNIDO, s.d.). Nesse sentido, as iniciativas observadas são ainda em geral incipientes, mas vale destacar um desenvolvimento de produto que está sendo feito em uma das fábricas pesquisadas (que fabrica bombas automotivas de água e óleo), poderia ser considerado como um desenvolvimento de produto sustentável. Apesar da modificação não aumentar sua “reciclabilidade”, o produto será mais eficiente e exigirá menos do motor principal para funcionar, aumentando-lhe a eficiência e resultando em economia de combustível. Não se encaixaria na definição de P+L, mas o automóvel que irá utilizar esse produto inovador poderá ser enquadrado como tendo sido produzido com conceitos de P+L.

5.3 Reciclagem e reuso de matéria-prima e insumos

A indústria de fundição, de metais ferrosos ou não ferrosos em geral, é muito ligada ao conceito de reciclagem de matéria prima, devido à própria natureza do processo de fabricação. Toda a sobra de material, seja resíduo ou peças refugadas, pode ser conduzida de volta ao processo com relativa

facilidade para que seja novamente fundida e aproveitada na fabricação de outras peças. Por isso, a todas as empresas pesquisadas foi atribuída uma pontuação alta no item de “Matéria Prima Reciclada na própria Planta” (CP04). Contudo é preciso ressaltar que essa “reciclagem”, não deve ser considerada como uma prática tão meritória, pois a rigor deve ser rigidamente controlada no processo de fabricação para ser minimizada já que constitui uma fonte importante de desperdício de energia. Ainda que nas empresas pesquisadas a fonte de energia utilizada seja a elétrica o que pode atenuar o impacto, se forem pesquisadas empresas localizadas no interior do Brasil, poderão ser encontradas muitas fundições utilizando energia térmica gerada pela queima de combustível, seja carvão, óleo ou gás natural. Dessa maneira, um alto índice de reciclagem na própria planta poderá tornar-se um problema crítico em função da poluição do ar gerada.

Outro ponto que as indústrias de fundição, em geral, procuram implantar é a reutilização de resíduos dentro da própria planta. Foram observadas várias ações de reaproveitamento de areia de fundição, por ser esse o resíduo de maior volume. Apesar de ser um insumo de baixo preço de aquisição, o descarte é feito somente em aterros sanitários específicos o que implica num custo total maior. Esses aterros sanitários vêm sendo cada vez mais restringidos pelo poder público, devido à falta de espaço urbano, obrigando as empresas de descarte a transportarem o resíduo para localidades mais afastadas. Isso gera um aumento no custo do transporte e também do impacto ambiental, pois, além do consumo de combustível dos caminhões de transporte, aumentam a poluição atmosférica. Todas as empresas pesquisadas, que utilizam processo de fundição em areia, contam com recuperadores que separam a areia de fundição da resina para utilizar de 70 a 90% de material recuperado em seu processo.

Essa quantidade, porém, ainda não é suficiente, pois ainda é preciso descartar uma parte desse resíduo, constituído de partículas mais finas. Existem vários estudos demonstrando a viabilidade da utilização desses resíduos em recapeamento de estradas e até como substrato para produção vegetal. Nesta vertente, um projeto inovador que merece destaque é o da empresa F4, que obteve nota máxima para a prática CP04, que montou uma pequena fábrica de blocos de cimento utilizando sua própria areia descartada. A autorização inicial do órgão fiscalizador, porém, é somente para utilização dos blocos em construções em suas próprias dependências. Está havendo uma negociação para que seja aumentada essa unidade de fabricação e que os blocos possam ser vendidos para o mercado de construções em geral, uma vez que as possibilidades de utilização interna já se esgotaram. Assim sendo, é fundamental que o órgão público responsável pela autorização dessas destinações de resíduos e as empresas que têm investido em projetos desta natureza atuem de forma mais integrada para disseminar as práticas de reaproveitamento de resíduos e viabilizar projetos que podem contribuir com isso na velocidade necessária.

5.4 Pontuação média para os elementos de produção enxuta e P+L observados

A seguir, são comentados de uma forma geral, os dados levantados para o nível de aderência dos casos pesquisados ao conjunto de elementos de produção enxuta e de P+L observados.

- A “parada automática” (L13) e a “sinalização visual” (L14) para rápida identificação e solução de problemas são os pontos mais fracos das empresas pesquisadas (a média da pontuação não chegou a 1,0). Mesmo nas empresas que contam com certificação ISO14000 a média da pontuação não supera muito a 1,0.
- As empresas pesquisadas que têm apenas o sistema da qualidade certificado (ISO9000) estão em um nível muito incipiente em termos de implementação de práticas de Produção Enxuta. Dos 19 elementos analisados, a média dessas empresas é inferior a 1,0 em 10 deles. Além disso, em outros oito elementos a média da pontuação variou de 1,0 a 1,4, indicando que o nível de implementação de tais práticas é incompleto ou tem funcionamento irregular.
- Em função das próprias exigências para terem o sistema da qualidade certificado, todas as empresas pesquisadas apresentam algum método de solução de problemas implantado. Aquelas empresas que acumulam também a certificação ISO14000, já contam com uma estrutura que aplica os conceitos de solução sistemática dos problemas de uma forma mais consistente, resultando em uma média maior (L15 a L19).

- Devido à baixa pontuação encontrada para as práticas L02, L12, CP13 e CP13, pode-se levantar a hipótese que as empresas pesquisadas não estejam explorando efetivamente o potencial de contribuição para a inovação que pode surgir de políticas de incentivos voltadas para os funcionários e para os fornecedores. Alguma política de incentivo, voltada para os próprios funcionários, pode ser encontrada nas empresas de maior porte.
- A manutenção preventiva e preditiva (L07, CP02, CP05, CP06 e CP07), mesmo em empresas de grande porte, ainda está em fase de consolidação. Nas empresas menores que dependem menos de investimentos em mecanização para a produção, a manutenção acaba sendo deixada em segundo plano, com maiores cuidados apenas para um ou dois recursos críticos. Nas empresas de maior porte, a manutenção preventiva tem uma importância maior (até por exigência nas duas certificações), mas não foi encontrada na amostra nenhuma ação regular de manutenção preditiva. O foco continua sendo na produtividade das máquinas, com a medição da disponibilidade da capacidade de produção, não existindo medições de eficiência e quantidade de recursos consumidos, sejam eles matéria-prima ou energia (a menos que ocorra um aumento de peças refugadas).

6. CONCLUSÕES

Embora em geral, as empresas consideradas na amostra ainda estejam distantes do grau de implementação do sistema de produção enxuta alcançado por empresas industriais como montadoras de automóveis e fornecedoras de componentes automotivos, a análise dos dados coletados em campo forneceu evidências que permitem admitir que existe uma relação entre a aderência às práticas de produção enxuta com a aderência aos princípios de P+L na indústria de fundição. As melhorias introduzidas para a racionalização da produção por meio das práticas de produção enxuta têm contribuído para criar condições mais favoráveis para que as empresas deste setor também se tornem mais aderentes aos princípios de P+L. Isso ocorre pela assimilação de novos conceitos de gestão e adoção de novas técnicas de produção que são consonantes com objetivos de tornar a produção mais sustentável do ponto de vista ambiental. Dessa forma, sem a necessidade de uma estrutura dedicada exclusivamente para o gerenciamento ambiental, as empresas podem se valer das competências de produção enxuta para evoluírem na direção da sustentabilidade. Se, a empresa se propuser a melhorar seu rendimento ambiental e implantar formalmente um SGA efetivo, todo seu processo produtivo pode se beneficiar ainda mais pela redução de desperdícios e racionalização no uso dos recursos, aumentando sua produtividade.

Por outro lado, a pontuação baixa observada em alguns quesitos de P+L revela que ainda existem algumas práticas que somente poderão ser melhoradas se houver uma participação mais ativa de agentes governamentais (CP07, CP08, CP11, CP12 e CP14). Essa participação pode se dar por meio de regulamentação ou por meio de incentivos a investimentos em equipamentos e inovação. Os avanços conseguidos pelas empresas individualmente acabam sendo limitados se comparados ao potencial que poderia ser alcançado no contexto de ações mais amplas e sistêmicas direcionadas à realidade de setores específicos como o da fundição. Evidentemente, esforços de tamanha envergadura precisam ser amparados e direcionados por mecanismos indutores que sejam articulados ou apoiados por agentes governamentais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIFA; *Guia Abifa de Fundição – Anuário 2010*; Associação Brasileira de Fundição; São Paulo; 2010

ABNT; *NBR ISO 14001-2004 – Gestão Ambiental – Requisitos*, 2004

AMATO NETO, J. *Gestão sustentável da cadeia de suprimentos (Green Supply Chain Management): princípios e aplicações*; in *Sustentabilidade & Produção – Teoria e prática para uma gestão sustentável*; Ed. Atlas; ed. 1; 2011

DREJER, A; BLACKMON, K.; VOSS, C. *Worlds apart? – a look at the operations management area in the US, UK and Scandinavia*, *Scandinavian Journal of Management*, vol 16, pp. 45-66, 2000

- FRIJNS, J.; van VLIET, B. *Small-scale industry and cleaner production strategies*; World Development; vol. 27; n. 6; p. 967-983; 1999
- GIANNETTI, B.F.; BONILHA, S.H.; SILVA, I.R.; ALMEIDA, C.M.V.B. *Cleaner production practices in a medium size gold-plated jewelry company in Brazil: when little changes make the difference*; Journal of Cleaner Production; vol. 16; p. 1106-1117; 2008
- HICKS, B.J. *Lean Information Management: understanding and eliminating waste*; International Journal of Information Management; vol. 27; p. 233-249; 2007
- HILLARY, R.; THORSEN, N. *Regulatory and self-regulatory measures as routes to promote cleaner production*; Journal of Cleaner Production; vol. 7; p. 1-11; 1999
- HILSON, G. *Barriers to implementing cleaner production technologies and cleaner production (CP) practices in the mining industry: a case study of the Americas*; Minerals Engineering, vol13, no. 7, pp 699-717, 2000
- ISOa, *database_iso_9001_iso_survey_2011.xls*, Disponível em: www.iso.org/iso/home/standards/certification/iso-survey.htm, data de acesso: 19/02/2013
- ISOb, *database_iso_14001_iso_survey_2011.xls*, Disponível em: www.iso.org/iso/home/standards/certification/iso-survey.htm, data de acesso: 19/02/2013
- KING, A.A.; LENOX, M.J. *Lean and green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance*; Production and Operations Management, vol. 10; nº 3; p. 244-256; 2001
- MACIEL, C.B.; MORAES, C.A.M.; TEIXEIRA, C.E.; SCHNEIDER, I.A. *Minimização da geração de areia de fundição utilizando ferramentas do programa de Produção mais Limpa*; 2nd. International Workshop Advances in Cleaner Production; São Paulo; 2009
- MEREDITH, J. *Building operations management theory through case and field research*, Journal of Operations Management, v. 16, p. 441-454, 1998
- MIGUEL, P.A.C. (Org.) *Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações*, 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010
- PNUMA, website: <http://www.unep.org.br/interna.php?id=53>, acessado em 13/05/2010
- PUVANASVARAN, A.P.; KERK, R.S.T.; MUHAMAD, M.R. *Principles and Business Improvement initiatives of Lean relates to Environmental Management Systems*,
- RONDINELLI, D.; VASTAG, G. *Panacea, common sense or just a label? The value of ISO14001 Environmental Management Systems*, European Management Journal, v. 18, n. 5, p. 499-510, 2000
- RUSINKO, C.A. *Green manufacturing: an evaluation of environmentally sustainable manufacturing practices and their impact on competitive outcomes*; IEEE Transactions on Engineering Management; vol. 54; n. 3; August 2007
- UNIDO; *Cleaner Production definition*; www.unido.org/index.php?id=o5152 ; acessado em 27/02/2011
- YANG, M.G.; HONG, P. MODI, S.B. *Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms*, International Journal of Production Economics, v. 129, p. 251-261, 2011
- ZENG, S.X.; MENG, X.H.; YIN, H.T.; TAM, C.M.; SUN, L. *Impact of cleaner production on business performance*; Journal of Cleaner Production; vol. 18; p. 975-983; 2010