

Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade

ABORDAGEM E RESULTADOS DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM EMPRESAS DO NÚCLEO DE EXTENSÃO PRODUTIVA E INOVAÇÃO DA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

APPROACH AND RESULTS OF CLEANER PRODUCTION IN ENTERPRISES OF PRODUCTIVE EXTENSION AND INNOVATION OF CENTRAL REGION OF RIO GRANDE DO SUL

Scheila Daiana Severo Hollveg e Leandro Cantorski Da Rosa

RESUMO

Conciliar desenvolvimento sustentável com alta produtividade é um dos grandes desafios atuais, principalmente no que tange a busca por alternativas e tecnologias focadas em idealizar processos e produtos que não gerem ou reduzam passivos ambientais. Nesse sentido, o uso de ferramentas como a Produção mais limpa (PML) podem contribuir para o aumento da eficiência no uso de matérias-primas, água e energia através da não-geração, minimização ou reciclagem de resíduos do processo produtivo. O objetivo desta pesquisa foi analisar parâmetros de PML utilizados por empresas do setor metalmeccânico da região central do estado do Rio Grande do Sul, participantes do Núcleo de Extensão Produtiva e Inovação (NEPI), visando a proposição de cenários prospectivos. Nessa perspectiva, verificou-se que as empresas pesquisadas adotam práticas de PML, apesar de não haver sua regulamentação, contando apenas com práticas isoladas. Contudo, há muitas potencialidades a serem desenvolvidas pelos empresários locais no que tange as questões ambientais, o que depende também das políticas públicas, sociedade e mercado.

Palavras-chave: Produção mais limpa (PML), Núcleo de Extensão Produtiva e Inovação (NEPI), setor metalomeccânico, desenvolvimento econômico, tecnologias limpas.

ABSTRACT

Reconciling sustainable development with high productivity is one of the major current challenges, especially regarding the search for alternatives and technologies focused on devising processes and products that do not generate or reduce environmental liabilities. In this sense, the use of tools such as Cleaner Production (CP) can contribute to increased efficiency in the use of raw materials, water and energy through non-generation, minimization or recycling of waste from the production process. The objective of this research was to analyze CP parameters used by companies in the metal-mechanic sector of the central region of Rio Grande do Sul state, participants Productive Extension Center and Innovation (NEPI), in order to propose future scenarios. From this perspective, it was found that the surveyed companies adopt PML practices, although there is a regulation, with only isolated practices. However, there are many potential to be developed by local entrepreneurs regarding environmental issues, which also depends on public policies, society and market.

Keywords: Cleaner Production (CP), Productive Extension Center and Innovation (NEPI), mechanical engineering industry, economic development, clean technologies.

1 INTRODUÇÃO

É possível verificar que, para o desenvolvimento sustentável, requer-se uma nova maneira de pensar o meio ambiente, assim como estar receptivo a realizar mudanças (HOLLVEG; ADAMY; ROSA, 2015) e, conseqüentemente, são necessárias ferramentas de apoio que possibilitem minimizar os passivos oriundos da cadeia produtiva. Já a inovação tecnológica e dos modelos de gestão, paralelamente a isso, tem se mostrado cada vez mais um norteador da aplicação de conhecimento.

Sabe-se que mudar o padrão de produção e consumo pode permitir a países como o Brasil aproveitar esse momento de ruptura dos efeitos das mudanças climáticas, oportunizando um salto de qualidade, buscando um novo paradigma regional e globalizado em seu escopo, atento aos desafios e oportunidades do século XXI (ZYLBERSZTAJN; LINS, 2010).

Quando se trata de produtividade, o cenário mundial atual é de grande expansão. Contudo, a produção de determinados bens e serviços tem ocasionado uma série de impactos ambientais. Nesse sentido, a preocupação com lucratividade e eficiência deve ir além desta premissa já definida, pois pode e deve trazer à tona a questão ambiental. Por meio de estudos direcionados é possível identificar e implementar ferramentas que atuem em questões de produção com impacto ambiental. Uma delas é a produção mais limpa (PML).

Diante desse cenário, a PML, que tem como finalidade aprimorar a eficiência dos processos produtivos e serviços, é apontada como caminho favorável de atuação das empresas de forma preventiva, em relação aos aspectos ambientais, e também na redução dos riscos das operações aos funcionários e à comunidade (PIMENTA; GOUVINHAS, 2012).

Na busca do aumento da eficiência e competitividade de empresas, o Estado do Rio Grande do Sul criou o projeto Extensão Produtiva e Inovação, que visa implantar Núcleos de Extensão Produtiva e Inovação (NEPI) operacionalizados por meio de convênios com universidades públicas e comunitárias. Nesse projeto, objetiva-se estimular indústrias e agroindústrias, preferencialmente de pequeno e médio porte, participantes de Arranjos Produtivos Locais (APLs), ao desenvolvimento de projetos para expansão, modernização e inovação.

O NEPI da região central compreende todas as cidades dos Conselhos Regionais de Desenvolvimento (COREDES) Central e Jacuí-centro, totalizando 26 cidades, tendo como meta o atendimento de 100 empresas por ano de convênio. Dentre os APLs atendidos pelo NEPI, nesta pesquisa focou-se nas empresas do APL Metalmeccânico. O setor metalmeccânico envolve empreendimentos e um conjunto de atividades econômicas em que os bens e serviços por eles produzidos utilizam tecnologias relacionadas com a produção, processamento e utilização de metais (NEUMANN, 2009).

Segundo o CIMM (2013), os resíduos são gerados em todos os setores e processos da indústria metalomeccânica, e podem apresentar-se na forma de gases, cinzas, óleos usados e graxas, ácidos, borrachas, escórias metálicas, vidros, cerâmicas, etc., sendo a maioria dos resíduos tóxicos. A falta de conscientização ambiental, os escassos recursos financeiros, a falta de assessoria, a dificuldade de acesso às tecnologias mais limpas e a falta de mão de obra qualificada destacam-se como os fatores que contribuem para que grande parte das indústrias de pequeno e médio porte provoquem impactos consideráveis ao meio ambiente (MANTOVANI; TAUCHEN; BECK, 2010).

Nesse contexto, surge a importância de buscar, por meio da implementação da PML, identificar e realizar ações voltadas para melhoria da performance ambiental no setor metalmeccânico, fazendo com que os resíduos sejam minimizados antes mesmo de serem gerados. A empresa, ao se comprometer com o desenvolvimento sustentável, deve, necessariamente, mudar sua forma de atuação para, no mínimo, reduzir os impactos sociais e ambientais adversos. Isso requer uma nova maneira de encarar o modelo de negócio, a fim de

incorporar a ideia de inovação sustentável, ou seja, desenvolver tipos de inovação que contribuam para o alcance do desenvolvimento sustentável (BARBIERI et. al, 2010).

Implantar práticas e processos que minimizam ou eliminem os impactos ambientais torna-se vital para a sobrevivência das organizações, o que demonstra que as práticas de gestão ambiental estão se tornando fundamentais para a manutenção dos recursos e do diferencial de mercado de qualquer empresa (MAYOLO; PERINI, 2012).

O estudo traz a problemática: *Como resultados diagnosticados pelo NEPI da região central do Rio Grande do Sul podem ser associados à previsão de cenários de PML?* Objetivou analisar parâmetros de PML utilizados por empresas do setor metalmeccânico da região central do estado do Rio Grande do Sul, participantes do NEPI, visando à proposição de cenários prospectivos.

Verificou-se que a PML ainda é vista como uma ferramenta de grande importância, mas ainda pouco difundida entre a maioria das empresas (PEREIRA, 2014). Dessa forma, esta pesquisa justifica-se com o propósito de mudar a cultura empresarial por meio da proposição de soluções resultantes dos diagnósticos do projeto NEPI, possibilitando às mesmas buscarem melhores resultados e manterem-se competitivas.

2 REFERENCIAL

2.1 PRODUÇÃO MAIS LIMPA (PML)

A metodologia desenvolvida e apoiada pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL) oferece, aos setores produtivos, alternativas viáveis para a implementação de técnicas que permitem a minimização de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas, eficiência no uso da energia e racionalização no emprego da água (SEVERO et al., 2012). Todo e qualquer desperdício deve ser eliminado, pois não agrega valor ao produto ou serviço (OLIVEIRA; ALVES, 2007).

A PML não é uma ferramenta a ser implantada, mas uma meta a ser atingida utilizando-se ações como: melhoria no processo produtivo, substituição de matérias-primas, investimentos em tecnologias limpas, redesenho de produtos e reciclagem de resíduos. Utiliza-se, como base, metodologias gerenciais amplamente difundidas como: Manutenção Preventiva Total (TPM), 5S, Kaizen, Gerenciamento da Qualidade Total (TQM), entre outros (DINIZ; OLIVEIRA, 2008).

A iniciativa de integrar tecnologias limpas com projetos e programas governamentais vem de longa data, conforme proposto por Ghazinoory e Huisinigh (2006), por meio das percepções econômicas, culturais e ambientais. Conforme os autores, um programa de PML iraniano foi utilizado como base na experiência de outros países como China, Taiwan, Indonésia, República Tcheca, Tailândia, Egito acrescido das diretrizes da UNIDO. Já Taylor (2006) indica a iniciativa de um programa de implementação de PML no Canadá, por meio da necessidade e situação específica de cada empresa estudada, com objetivo de regulamentar, educar e financiar o programa de PML focado no desenvolvimento.

Na Austrália, utilizou-se o benchmarking como “gatilho” para implantação da PML em pequenas empresas, por meio de aplicabilidade na melhoria de negócios, reforçando as capacidades específicas das indústrias (ALTHAM, 2007).

Quanto a emissão da “Lei de produção mais limpa”, a China foi o primeiro país do mundo a emitir, no ano de 2002, como estratégia de crescimento econômico, equidade social e com vistas ao desenvolvimento global do país (HICKS; DIETMAR, 2007). No que tange a esta lei, encontraram-se barreiras em relação aos aspectos gerenciais e financeiros, por isso o governo empenhou-se em promover um ambiente favorável, principalmente para empresas de pequeno porte, possibilitando o cumprimento da lei (SHI et al., 2008).

Geng et al. (2010) apontam a iniciativa de diversas províncias da China, onde cada uma, por meio de iniciativas isoladas, estipulam seus próprios centros para implementação de PML de acordo com cada realidade, mas com pouco sucesso. Ressalta-se a importância de identificar as práticas eficazes além de medidas incentivadoras de inovação em PML, no conjunto industrial, e que seja institucionalizada pelas agências governamentais (GENG et al., 2010).

Hoof e Lyon (2013) avaliam benefícios econômicos e ambientais de projetos de PML formulados especificamente para empresas de pequeno e médio porte, participantes de um programa de fortalecimento sustentável no México, aplicado em um grupo de 972 empresas, como forma de fortalecer os resultados positivos da aplicação da PML.

Henriques e Catarino (2015), por meio de um conceito de Valor Sustentável, avaliaram e implementaram planos de trabalho em 19 pequenas e médias empresas de Portugal. Os autores verificaram, por meio da PML atrelada a projetos de desenvolvimento, benefícios como redução de insumos (água, energia e materiais) e redução de emissões e resíduos, ocasionando um aumento de produtividade.

A literatura é ampla, em termos e estudos propostos de PML no setor metalmeccânico. Severo et al. (2011) relatam o acompanhamento da PML desde sua implantação em 2007, considerando os ganhos econômicos e ambientais somados à inovação em processos que permitiram o aprimoramento constante e o desenvolvimento da empresa.

Mayolo e Perini (2012), em empresas do setor metalmeccânico da região da serra do estado do Rio Grande do Sul, identificaram perfis observados nas análises dos dados, em que todas as organizações buscam, primeiramente, atender as medidas de proteção ambiental impostas pelos órgãos regulamentadores. Ainda conforme os autores, as variáveis internas, como saúde e segurança do trabalhador, e variáveis externas, tais como as exigências do mercado (clientes e potenciais clientes) e legislações ambientais, são os fatores que mais influenciam nas decisões das empresas para a utilização de técnicas e práticas de Gestão Ambiental.

O setor automotivo do RS, através da pesquisa de Madruga (2000), identificou comportamento de oito empresas em relação às práticas de PML, o qual foi possível verificar ações que vão ao encontro a ferramenta assim como a busca por maior eficiência e qualidade em seus processos.

2.2 CENÁRIOS PROSPECTIVOS

Os cenários expressam e comunicam uma visão comum, um entendimento compartilhado das novas realidades para todas as partes da organização, trazendo uma visão global e servindo de estratégia (MONTGOMERY; PORTER, 1998).

A técnica de elaboração de cenários tem se consolidado como o principal recurso metodológico, tendo sido incorporada aos processos de planejamento estratégico tanto empresarial quanto sócio governamental (BUARQUE, 2003). Como todo estudo prospectivo, os cenários procuram descrever futuros alternativos – com eventos e processos incertos – para apoiar a decisão e a escolha de alternativas. Destacam-se, portanto, como ferramentas de planejamento em uma realidade carregada de riscos, surpresas e imprevisibilidades (BUARQUE, 2003).

Os estudos prospectivos são um mecanismo de planejamento, identificação de oportunidades e definição de ações, considerado um processo continuado de pensar o futuro e identificar elementos para a tomada de decisão, considerando aspectos econômicos, sociais, ambientais, científicos e tecnológicos (MARCIAL; GRUMBACH, 2006).

A utilização de cenários prospectivos mostra-se uma ferramenta que pode auxiliar a definir a estratégia da organização, permitindo, ao mesmo tempo, uma posição mais flexível e

apropriada para lidar com a incerteza e o novo, tornando-a mais robusta no posicionamento estratégico (ROCHA, 2004).

Wack (1985) destaca a experiência de cenários no grupo Shell através de simulações referentes ao mercado do petróleo nos anos 70, que mostraram sua eficiência nas análises propostas e que vieram a cumprir-se no futuro.

Moritz (2004), em sua tese, propõe uma esquematização de um mecanismo prospectivo, chamado Ciclo Estimulador de Cenários, com o intuito de ser aplicado nas organizações e que contribua para aumentar a cultura de visão de futuro no espaço gerencial das decisões.

Allwood et al. (2008) apresentam uma análise de cenários associados à metodologia *Triple Bottom Line* para o setor têxtil, em empresas do Reino Unido, visando antecipar estratégias úteis ao setor, utilizando-se de técnicas como ACV. Ainda conforme os autores, o estudo apontou a redução de matérias-primas e eficiência nos processos como resultado.

É comum que um estudo prospectivo envolva o uso de múltiplos métodos ou técnicas, quantitativos e qualitativos, a fim de complementar as características diferentes de cada um, buscando compensar as possíveis deficiências trazidas pelo uso de técnicas ou métodos isolados (SANTOS et al, 2004).

A combinação qualitativa e quantitativa das questões ambientais foi considerada no estudo de Höjer et al. (2008). Os autores exploram as conexões entre uma série de ferramentas gerenciais para análise de sistemas ambientais e diferentes cenários.

Song (2013) destaca o desenvolvimento econômico de províncias chinesas, avaliando estatisticamente relações de meio ambiente e economia (importações, exportações, nível de industrialização, entre outros), evidenciando uma eficiência ambiental de baixo nível assim como diferenças locais, principalmente em se tratando de políticas públicas.

No intuito de antecipar as condições futuras no contexto externo das regiões ou no “ambiente de negócios” das empresas, os cenários permitem que as ações sejam organizadas e os investimentos sejam orientados na perspectiva de otimizar os resultados e favorecer a construção do futuro desejado (BUARQUE, 2003).

2.3 DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

A história do desenvolvimento econômico parte da formação de uma sociedade baseada essencialmente no extrativismo e na economia de subsistência, para ser substituída por uma sociedade atual de consumo sugerida com o advento da revolução industrial (ADISSI; PINHEIRO; CARDOSO, 2013)

O conceito de desenvolvimento econômico regional não deve ser associado exclusivamente ao emprego, produção e consumo, cabendo aos governos locais desempenhar o papel de protagonistas na condução de políticas públicas inovadoras, sem vícios burocráticos e com a participação das comunidades locais (AMATO NETO, 2011).

O Tratado de Assunção – firmado entre Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai, em 26 de março de 1991, documento constitutivo do bloco de integração do Mercosul, faz alusão à questão ambiental, mas não está claramente contemplada ou diretamente referida. Os objetivos desse Tratado estão essencialmente focados na inserção mais competitiva dos países membros de um mundo em que se busca a consolidação de grandes espaços econômicos e em que a necessidade do progresso técnico se faz essencial (IRACHANDE; ALMEIDA; VIEIRA, 2010).

Atualmente, o estado do Rio Grande do Sul está baseado no Plano de Implantação da Política Industrial – Desenvolvimento Econômico do RS, que sintetiza e amplia o escopo de trabalho realizado no estado até o momento, sob as diretrizes da governança e do planejamento. Ressalta-se o desenvolvimento econômico como um de seus objetivos para uma indústria mais competitiva e com base em elevada produtividade. Consoante com os eixos da Política Industrial, através da Lei nº 13.389/2011 que estabelece a Política da Economia da Cooperação

do Rio Grande do Sul, o Projeto Extensão Produtiva e Inovação surge com o objetivo do aumento de produção, do emprego e da renda.

A Agência Gaúcha de Desenvolvimento e Promoção do Investimento (AGDI), vinculada à Secretaria de Desenvolvimento e Promoção do Investimento (SDPI) do estado do Rio Grande do Sul, constituiu, a partir de 2012, parcerias com instituições universitárias e tecnológicas implantando, em todo estado, um total de 20 Núcleos de Extensão Produtiva e Inovação (NEPI). Buscam desenvolver a cultura de acesso, geração e oferta permanente de serviços de planejamento, pesquisa, tecnologia, inovação, financiamento e cooperação, como meios de a empresa: assegurar sua sustentabilidade no mercado; aumentar a produtividade; tornar-se mais competitiva e planejar-se para expandir, modernizar e inovar (AGDI, 2014).

3 METODOLOGIA

Quanto aos objetivos, a presente pesquisa é caracterizada como exploratória por proporcionar maior familiaridade com o problema para torná-lo mais explícito ou construir hipóteses, possibilitando o aprimoramento de ideias. Dessa forma, a modalidade de delineamento assume a configuração de um estudo de caso (GIL, 2009a), pois constitui a produção de conhecimento em um campo específico e, embora caracterizado pela flexibilidade, não deixa de ser rigoroso (GIL, 2009b). Para tanto, o estudo de caso considera diversos métodos ou técnicas de coleta de dados podendo ser estes, observação, entrevista e a análise de documentos (GIL, 2009b). O NEPI região central do estado do Rio Grande do Sul foi a unidade de estudo da pesquisa, abrangendo os COREDES Central e Jacuí Centro.

A presente pesquisa utilizou dados primários e secundários. Os dados primários foram coletados através dos diagnósticos de PML aplicados pelo NEPI e compreendem o período da execução de dois convênios que compreende o período de novembro de 2013 até abril de 2015 (o projeto teve sua finalização em outubro/2015). Os dados secundários foram obtidos através de pesquisa bibliográfica.

A abordagem da pesquisa foi combinada, qualitativa e quantitativa, de forma que apenas um dos métodos não seria suficiente para evidenciar o entendimento, promovendo evidências mais abrangentes do estudo.

Foram analisados os diagnósticos de empresas do setor metalmeccânico, participantes do NEPI no Módulo Produtivo e Inovação (MPI). A partir da análise documental dos diagnósticos, foi realizado um panorama da incidência das premissas de PML quantificadas por quadros progressivos.

Foi aplicado um questionário com 20 questões fechadas (respostas “sim” e “não”). O questionário aplicado é parte da metodologia utilizada no NEPI disponibilizado pela AGDI para o atendimento das empresas.

O NEPI realizou o atendimento de 31 empresas do setor metalmeccânico durante o período estudado, mas apenas 10 destas empresas atingiram a pontuação que as considerava mais estruturadas, sendo então habilitadas a participar do módulo avançado (MPI), sendo esta a amostra para estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As participantes do APL Metalmeccânico, devidamente enquadradas, são 44 empresas que possuem estrutura física, gestão e sua governança, da qual o NEPI faz parte. Através da assessoria do NEPI, foram realizados atendimentos em 31 empresas deste APL no período de 2 anos de convênio. Nesta pesquisa considerou-se 10 empresas, conforme descrito no item anterior.

Ressalta-se ainda que de acordo com a metodologia utilizada pelo NEPI, empresas mesmo sendo de pequeno porte ou microempresas também tiveram acesso ao módulo avançado, permitindo inclusive trabalhar ações mais focadas em PML, inovação e planejamento estratégico. O nome das empresas não será divulgado e o porte será classificado de acordo com o BNDES, considerando faturamento anual bruto.

O grupo foi composto por 4 empresas de pequeno porte, uma de médio porte e 5 microempresas. A empresa com maior número de funcionários tem 87 colaboradores, ao passo que as microempresas possuem 7 colaboradores na menor empresa e 19 na maior. Dentre as empresas pesquisadas, apenas uma delas possui certificação ISO 9001 de sistemas de gestão da qualidade.

4.1 INCIDÊNCIA DAS PREMISSAS DE PML

Foram avaliadas um total de 20 premissas de PML com apoio do questionário e verificadas as interações com o setor pesquisado, de acordo com as Tabelas 1 a 7. Não houve premissas distribuição de pontuação de 10 ou 9 respostas “sim” ou “não” das premissas analisadas nas empresas pesquisadas. As avaliações seguem descritas e ordenadas de forma crescente de pontuação.

Tabela 1 - Ações PML - tratamento resíduo e reaproveitamento interno.

	Sim	Não
Todos os resíduos gerados que retornam à natureza recebem tratamento?	8	2
Existem ações em andamento objetivando o reaproveitamento interno de algum resíduo (sólido, gasoso ou líquido)?	8	2

Fonte: Autores

Primeiramente, verifica-se que as premissas descritas fazem menção aos resíduos e demonstram o cuidado das empresas quanto ao retorno do recurso à natureza. Nesse caso há o tratamento necessário em 8 das 10 empresas pesquisadas. Madruga (2000) identificou o tratamento dos resíduos em 40% das empresas do setor automotivo pesquisado no Rio Grande do Sul, o que demonstra uma situação mais favorável ao setor metalmecânico da presente pesquisa.

Na maioria das empresas pesquisadas também existem ações em andamento, objetivando o reaproveito interno de algum resíduo, tanto na produção quanto para elaboração de algum subproduto, não se restringindo apenas a resíduos sólidos. Silva, Moraes e Machado (2015) evidenciam através de sua pesquisa a utilização de resíduos interna originou subprodutos também comercializáveis pela empresa estudada.

Tabela 2 - Ações PML - iluminação natural, reaproveitamento externo e alteração materiais, produto e processo.

	Sim	Não
Existem ações para substituição de iluminação artificial (consumo de energia elétrica) por iluminação natural?	7	3
Existem ações em andamento objetivando o reaproveitamento externo de algum resíduo (sólido, gasoso ou líquido)?	7	3
Há ações para alteração de materiais por outros que consomem menos recursos (materiais, energia, água, vapor, ar, etc.)?	7	3
Há ações para alteração de produto por outros que consomem menos recursos (materiais, energia, água, vapor, ar, etc.)?	7	3

Há ações para alteração de processo por outros que consomem menos recursos (materiais, energia, água, vapor, ar, etc.)?	7	3
---	---	---

Fonte: Autores

Verificaram-se, em grande parte das empresas, ações que visam à substituição de sistema de iluminação artificial por iluminação natural com a remodelagem do prédio da fábrica, ocasionando utilização de recursos no que tange ao parâmetro iluminação. Silva, Moraes e Machado (2015), segerem em seu estudo ações como desligar a iluminação nos locais que não estão sendo ocupados, utilizar interruptores individuais e lâmpadas de alta eficiência, com maior vida útil e melhor relação custo-benefício atrelados à remodelagem fabril.

Ações que objetivam o reaproveitamento externo de algum tipo de resíduo são verificadas com uma avaliação positiva, em um resultado pouco menor que para o reaproveitamento interno, o que demonstra interesse em um ciclo fechado na própria empresa.

Conforme Venanzi e Moris (2013), metade das empresas estudadas fabricantes de peças automotivas de SP (total de 6), buscam o reaproveitamento externo dos resíduos, o que demonstra um resultado favorável das empresas do RS.

Igualmente, verifica-se a alteração de processos, produtos e materiais por outros que consomem menos recursos. Tal preocupação é enfatizada pela adequação às normas reguladoras, como por exemplo à NR12 que trata da segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. O mesmo percentual preocupa-se com a destinação do produto final, permitindo que o mesmo possa ser reciclado ou reaproveitado, demandando estudos das mais diversas áreas para que seja possível atingir este objetivo.

Tabela 3 - Ações PML - adequações produto final, redução e eliminação de resíduos e alteração equipamentos.

	Sim	Não
Existem ações em andamento objetivando a adequação do produto final, após seu uso, a condições de reaproveitamento, reciclagem, etc.?	6	4
Existem ações em andamento objetivando a redução da geração de algum resíduo (sólido, gasoso ou líquido)?	6	4
Existem ações em andamento objetivando a eliminação da geração de algum resíduo (sólido, gasoso ou líquido)?	6	4
Há ações para alteração de equipamentos por outros que consomem menos recursos (materiais, energia, água, vapor, ar, etc.)?	6	4

Fonte: Autores

Nota-se a preocupação das empresas com ações que objetivam a adequação do produto final, quando o mesmo deverá ser descartado, permitindo reuso ou reciclagem correta do produto.

Observam-se, também, ações em andamento não só para a redução, mas também a eliminação de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Em se tratando de um processo produtivo, nem sempre é possível a total eliminação de resíduo.

A adequação de equipamentos motivada pela diminuição do seu consumo é vista nesse grupo de empresas. São consideradas, não apenas fonte de energia elétrica, mas qualquer outra fonte de recuso e atendimento às normas técnicas.

Tabela 4 - Ação PML - reutilização água.

	Sim	Não
A água utilizada no processo provém de um sistema de captação a partir das chuvas ou circuito fechado?	5	5

Fonte: Autores

A captação de água das chuvas é um recurso amplamente utilizado na indústria e pode ser realizado de várias formas como uso de cisternas ou caixas d'água para a posterior uso na produção da empresa ou em limpezas, por exemplo.

A pesquisa realizada por Madruga (2000) evidencia a utilização da água em circuito fechado ou seu reaproveitamento em 5 das 8 empresas estudadas (representando aproximadamente 60%), demonstrando um resultado superior ao da região central do RS.

Poucas das empresas utilizam formas de climatização por meio de ventilação natural na construção da fábrica. Adequações como esta são estruturais e requerem mais recursos financeiros empregados.

Tabela 5 – Ação PML - ventilação natural

	Sim	Não
Existem ações para substituição da ventilação artificial (consumo de energia elétrica) por ventilação natural?	4	6

Fonte: Autores

Identificou-se na pesquisa a preocupação com o bem-estar e conforto dos colaboradores no que se refere a climatização do espaço fabril. Ressalta-se, ainda, que há intensão de adequação nesse quesito no que se refere à ventilação.

Tabela 6 - Ações PML - matriz energética e substituição resíduo tóxico e combustível fóssil.

	Sim	Não
Existem ações para tornar a matriz energética da empresa menos poluente?	3	7
Existem ações em andamento para a substituição de materiais utilizados no processo que resultem em resíduos tóxicos (Classe I)?	3	7
Existe ações para a substituição de combustíveis fósseis por combustíveis renováveis?	3	7

Fonte: Autores

Constatou-se em andamento, ações para substituição de materiais que resultem em resíduos tóxicos de classe I, usados nos processos.

Verificou-se, nas ações de poucas empresas, a preocupação em substituir combustíveis fósseis por renováveis, assim como a matriz energética, sendo essa avaliação justificada pelo alto nível de investimento necessário para implementar tais ações.

Tabela 7 - Ações PML matriz energética, substituição resíduo tóxico e logística reversa

	Sim	Não
Existem ações para tornar a matriz energética da empresa mais eficiente?	2	8

A matriz energética da empresa está mapeada?	2	8
Existem ações em andamento para a substituição de materiais tóxicos (Classe D) que são utilizados no processo?	2	8
Existem ações que consideram a logística reversa dos produtos finais após seu uso?	2	8

Fonte: Autores

O menor percentual de empresas considera a logística reversa do produto final após seu uso, sendo não apenas a questão de transporte, mas o atendimento à legislação vigente que contempla fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes.

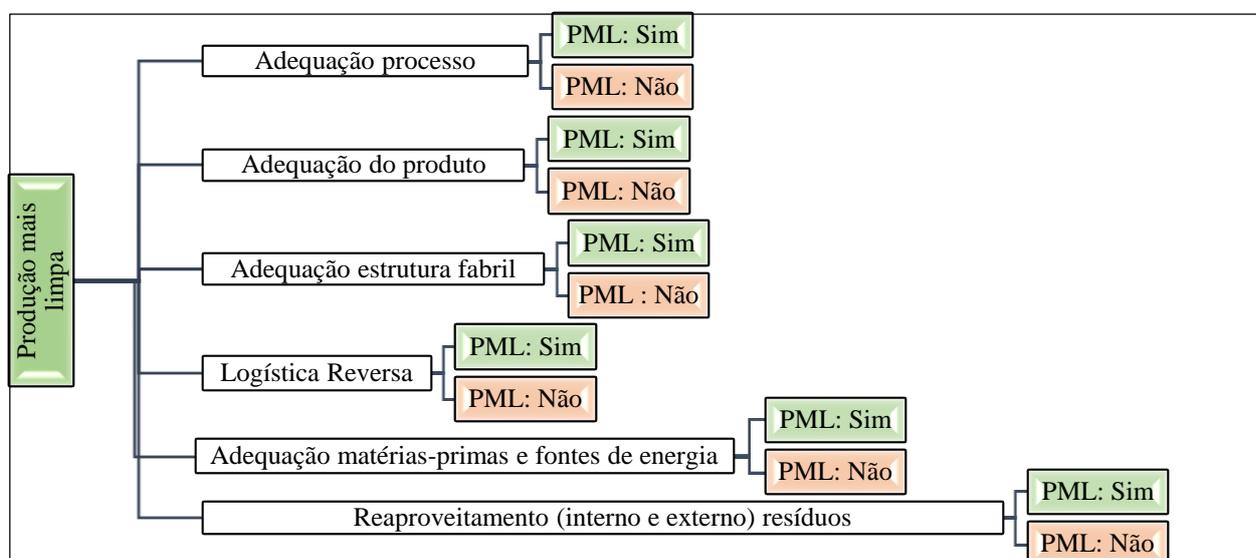
Verificou-se, no que tange à matriz energética, que não há sequer seu mapeamento, impossibilitando qualquer outra ação para torná-la mais eficiente.

Quanto as ações em andamento para substituição de materiais tóxicos, verificou-se na pesquisa de Madruga (2000) que em 4 das 8 empresas estudadas existem estas ações, o que mostra um resultado superior mas não discrepante, em relação a este estudo.

4.3 Elaboração dos cenários prospectivos

São apresentados três cenários referentes a PML no setor metalmeccânico da região central do estado do Rio Grande do Sul, de acordo com a Figura 1.

Figura 1 – Matriz para construção de cenários prospectivos



Fonte: Autores

Foram elencadas seis variáveis de PML, em seguida, foram atribuídas as possibilidades “Sim” e “Não”, indicando a ocorrência das mesmas. Dessa forma, foram elaborados 3 cenários (otimista, mediano e pessimista).

- **Cenário 1 - Otimista: A previsão é de que haja somente respostas positivas:**

Este cenário possui as características que o tornam o mais improvável, visto que atende a todas as premissas de PML. As transformações destacadas neste cenário envolvem grandes investimentos e, tendo em vista o porte das empresas, provavelmente este cenário não ocorra.

Para que o cenário 1 aconteça são necessárias ações como: legislação, incentivo a empresas com PML (técnica e financeiramente). Ressalta-se que, mesmo com essas ações, não há como garantir que todos os parâmetros sejam atendidos.

- **Cenário 2 - Mediano: A previsão é de que a metade das proposições sejam atendidas**

O cenário 2 aparentemente é o mais aceitável numa situação futura, visto que as empresas buscarão atender mais algum quesito além dos já atendidos atualmente. Considera-se, portanto, a evolução em parte das ações (sugeridas 3 ações), demonstrando uma evolução para as empresas diante da situação atual de PML. Considera-se a atuação do poder público por meio do incentivo e/ou legislação que priorize a PML em empresas.

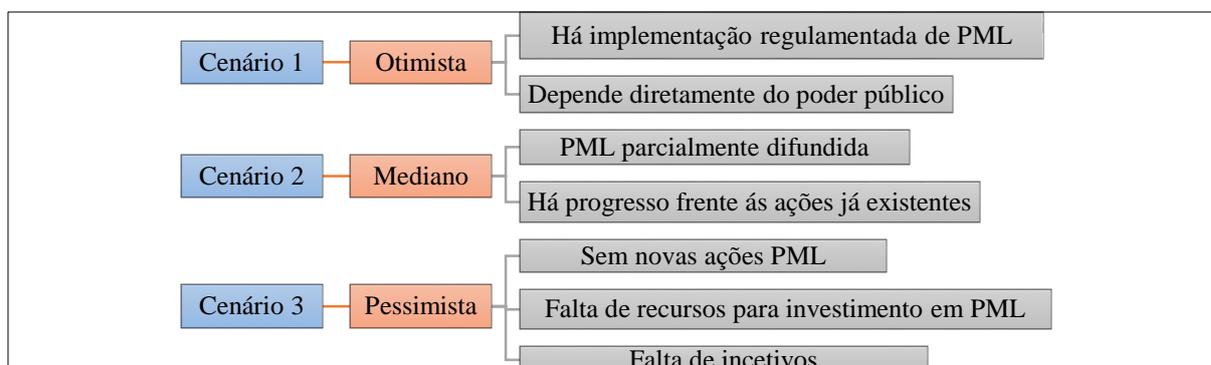
Para que esse cenário seja viabilizado, o empresário deve ser conscientizado dos benefícios da PML assim como investimento financeiro, mas em valores inferiores aos do cenário 1. Tendo em vista que nas empresas as questões legais e financeiras têm a maior prioridade, o cenário demonstrado tem maiores chances de acontecer.

- **Cenário 3 - Pessimista: Todas as respostas negativas:**

O Cenário pessimista converge na situação atual da PML nas empresas estudadas, pois delimita não haver implantação de ações além das que já existem. Nesse cenário, parte-se do pressuposto de que a empresa permaneça em sua inércia atual, sem agregar novas ações de PML. Da mesma forma que o cenário 1, depende de medidas adotadas ou não pelo poder público e para o caso de a legislação não convergir em implantação de ações de PML.

Os três cenários e respectivas ações estão sintetizados na Figura 2.

Figura 2 – Cenários identificados.



Fonte: Autores

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O grupo de empresas participantes do estudo evidencia que há ações de PML praticadas e, mesmo que em menor número, as questões ambientais estão sendo atendidas parcialmente. Mesmo que não haja a metodologia da PML implantada nas empresas, verifica-se algumas práticas consideradas um primeiro passo para a regulamentação.

A técnica de cenários prospectivos demonstra a expansão e potencialidades a serem desenvolvidas pelos empresários locais em se tratando de tecnologias limpas. As referidas empresas possuem a vantagem de estarem enquadradas em um APL, o que as permite, por meio de sua governança, expor as fragilidades das empresas que não as permitem avançar no desenvolvimento de ações de PML.

Por fim, destaca-se o papel importante do NEPI nas regiões de abrangência, visto que o projeto atua de forma direcionada, com consultoria individual, pois prevê um módulo específico que trata de PML. Utiliza-se de uma metodologia capacitada pelo CNTL que permite ao técnico extensionista a utilização do software da AGDI (desenvolvido pelo CNTL) para o assessoramento de empresas interessadas em aderir ao módulo.

As contribuições da pesquisa foram: possibilitar aos empresários, por meio de um “autodiagnóstico”, adotar formalmente o uso de tecnologias limpas em seus processos produtivos; avançar em pesquisas de sustentabilidade associada à APL ainda pouco difundidas. Os dados obtidos servem como “gatilho” para divulgação de indicadores ambientais locais, o número reduzido de empresas participantes da pesquisa é um fator de impacto direto nos resultados, sendo uma limitação do estudo.

Para futuros estudos, sugere-se a aplicação das ferramentas para outros APLs do mesmo setor em diferentes regiões, permitindo o uso de comparativos dos resultados encontrados, aplicação futura dos questionamentos, possibilitando uma nova versão das ferramentas para utilização de um posterior quadro evolutivo e/ou técnicas de monitoramento. Destaca-se a utilização isolada das ferramentas usadas e não necessariamente o conjunto apresentado.

REFERÊNCIAS

ADISSI, P. J.; PINHEIRO, F. A.; CARDOSO, R. S. (Org.). **Gestão Ambiental**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. 480p.

AGDI, AGÊNCIA GAÚCHA DE DESENVOLVIMENTO E PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO. **Projeto Extensão Produtiva e Inovação: O que é?** Disponível em: <<http://www.agdi.rs.gov.br/?model=conteudo&menu=980>> Acesso em: 28 fev. 2014.

ALLWOOD, J. M.; LAURSEN, S .E.; RUSSELL, S .N. C. MALVIDO DE RODRI´GUEZ, C .M.; BOCKEN, N .M .P. An approach to scenario analysis of the sustainability of an industrial sector applied to clothing and textiles in the UK. **Journal of Cleaner Production** , v. 16, p. 1234-1246, 2008.

ALTHAM, W. Benchmarking to trigger cleaner production in small businesses: drycleaning case study. **Journal of Cleaner Production**, v.15, p.798-813, 2007.

AMATO NETO, J. (Org). **Sustentabilidade & Produção: Teoria e prática para uma gestão sustentável**. São Paulo: Atlas, 2011. 245p.

BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial: Conceitos, modelos e instrumentos**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2008. 382p.

BARBIERI, J. C. et al. Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 50, n. 2, p. 146-154, 2010.

BUARQUE, S .C. **Metodologia e técnicas de construção de cenários globais e regionais**. Brasília: IPEA, 2003. 75p.

CIMM, Centro de Informação Metal Mecânica. **Tipos de resíduos da indústria metal mecânica**. Disponível em: <http://www.cimm.com.br/portal>. Acesso em: 20 de outubro de 2014.

CNTL, CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS. **O que é a Produção mais Limpa:** Disponível em:

<http://srvprod.sistemafiergs.org.br/portal/page/portal/sfiergs_senai_uos/senairs_uo697/O%20que%20%E98%20Produ%E7%E3o%20mais%20Limpa.pdf> Acesso em: 18 out. 2013.

DINIZ, A. G. F.; OLIVEIRA, I. L. Avaliação do gerenciamento dos resíduos sólidos de fundição com base na produção mais limpa. **Revista Gestão Industrial**, v.4, n.2, p.123-144, 2008).

GENG, Y.; et al. Regional initiatives on promoting cleaner production in China: a case of Liaoning. **Journal of Cleaner Production**, v.18, p.1502-1508, 2010.

GHAZINOORY, S.; HUISINGH, D. National program for cleaner production (CP) in Iran: a framework and draft. **Journal of Cleaner Production**, v.14, p.194-200, 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 175p.
_____ **Estudo de caso**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 148p.

HENRIQUES, L.; CATARINO, J. Sustainable Value and Cleaner Production e research and application in 19 Portuguese SME. **Journal of Cleaner Production**, v. 96, p. 379-386, 2015

HICKS, C.; DIETMAR, R. Improving cleaner production through the application of environmental management tools in China. **Journal of Cleaner Production**, v.15, p.395-408, 2007.

HOJER, M.; SOFIA AHLROTH, S.; DREBORG, K. H.; EKVALL, T.; FINNVEDEN, G.; HJELM, O.; HOCHSCHORNER, E.; NILSSON, M.; PALM, V. Scenarios in selected tools for environmental systems analysis. **Journal of Cleaner Production**, v.16, p.1958-1970, 2008.

HOLLVEG, S. D. S.; ADAMY, A. P. A.; ROSA, L. C. Evaluation of cleaner production in the mechanical metal sector of the central region of Rio Grande do Sul. In: International Workshop on Advances in Cleaner Production, 5., 2015. **Anais eletrônicos...** São Paulo: UNIP, 2015. Disponível em:
http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/proceedings_5th.pdf. Acesso em 23 mai. 2015.

HOOFF, B. V.; LYON, T. P. Cleaner production in small firms taking part in Mexico's Sustainable Supplier Program. **Journal of Cleaner Production**, v.41, p.270-282, 2013.

IRACHANDE, A. M.; ALMEIDA, L. B.; VIEIRA, M. M. A. O Mercosul e a construção de uma política ambiental para os países do Cone Sul. **Política & Sociedade**, v. 9, n. 16, p.205-223, 2010.

MADRUGA, K. C. R. **Produção mais limpa na indústria automotiva: um estudo de fornecedores no estado do Rio Grande do Sul**. 2000. 114f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

MANTOVANI, C. A.; TAUCHEN, J. A.; BECK, V. V. Diagnóstico ambiental das indústrias do setor metal-mecânico da região fronteira noroeste do Rio Grande do Sul. In: Semana

Acadêmica da Engenharia de Produção Fahor, 1, 2010. **Anais eletrônicos...** Horizontina: FAHOR, 2010. Disponível em: <http://www.fahor.com.br/publicacoes/saep/2010_diagnostico_ambiental_industrias_metal_mecanico.pdf> Acesso em: 25 out. 2014.

MARCIAL, E. C.; GRUMBACH, R. J. S. **Cenários prospectivos: como construir um futuro melhor.** 4 ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006. 148p.

MAYOLO, L. L. K.; PERINI, R. L. diagnóstico do perfil de gestão ambiental das empresas de médio porte do setor metalmeccânico de Caxias do Sul. **Revista Global Manager Acadêmica.** v.1, n.2, p.1-20, 2012.

MONTGOMERY, C. A.; PORTER, M. E. **Estratégia: A busca pela vantagem competitiva.** Rio de Janeiro: Campus, 1998. 500p.

MORITZ, G. O. **Planejando por cenários prospectivos: a construção de um referencial metodológico baseado em casos.** 2004. 151 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

NEUMANN, S. E. **Planejamento estratégico: uma investigação da prática nas empresas do setor metal mecânico da Serra Gaúcha.** Universidade de Caxias do Sul, agosto de 2009.

OLIVEIRA, J. F. G.; ALVES, S. M. Adequação ambiental dos processos usinagem utilizando produção mais limpa como estratégia de gestão ambiental. **Produção**, v. 17, n.1, p.129-138, 2007.

PEREIRA, G. R. **Subsídios para implantação da produção mais limpa no Brasil.** 2014. 256P. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

PIMENTA, H. C. D.; GOUVINHAS, R. P. A produção mais limpa como ferramenta da sustentabilidade empresarial: Um estudo no estado do Rio Grande do Norte. **Produção**, v.22 n. 3, p. 462-476, 2012.

ROCHA, H. M. Cenários prospectivos: ferramentas estratégicas para obtenção e manutenção da vantagem competitiva das organizações. **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa (RECADM)**, v. 3, n. 2, 2004.

SAMBIASE, M. F.; FRANKLIN, M. A.; TEIXEIRA, J. A. Inovação para o desenvolvimento sustentável como fator de competitividade para as organizações: um estudo de caso Duratex. **Revista de Administração e Inovação**, v. 10, n. 2, p.144-168, 2013.

SANTOS, M. M.; COELHO, G. M.; SANTOS, D. M. FELLOWS FILHO, L. Prospecção de tecnologias de futuro: métodos, técnicas e abordagens. **Parcerias estratégicas**, v. 1, n.19, 2004.

SEVERO, E. A. et al. Inovação de processo e produção mais limpa em uma indústria de plásticos da serra gaúcha. **Gestão Contemporânea**, edição especial, 2012

_____. et al. Produção mais limpa, inovação em processo e benefício ambiental: um estudo de caso em uma indústria do polo metalmeccânico da Serra Gaúcha. In: International Workshop on Advances in Cleaner Production, 3. 2011. **Anais eletrônicos...** São Paulo: UNIP, 2011. Disponível em:

<http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/4B/3/Severo_EA%20-%20Paper%20-%204B3.pdf>. Acesso em 23 mai. 2015.

SHI, H.; et al. Barriers to the implementation of cleaner production in Chinese SMEs: government, industry and expert stakeholders perspectives. **Journal of Cleaner Production**, v.16, p.842-852, 2008.

SILVA, A. L. E.; MORAES, J. A. R; MACHADO, E. L. Proposta de produção mais limpa voltada às práticas de ecodesign e logística reversa. **Eng Sanit Ambient**, v.20, n.1, p.29-37, 2015

SONG, M. Statistical analysis and combination forecasting of environmental efficiency and its influential factors since China entered the WTO: 2002-2010-2012. **Journal of Cleaner Production**, v. 42, p.42-51, 2013.

TAYLOR, B. Encouraging industry to assess and implement cleaner production measures. **Journal of Cleaner Production**, v.14, p.601-609, 2006.

VENANZI, D. C.; MORIS, V. A. S. Produção mais limpa: estudo sobre as empresas fabricantes de componentes automotivos localizadas na cidade de Sorocaba-SP. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 8, n.1, p.119-132, 2013.

WACK, P. Scenarios: shooting the rapids. **Harvard Business Review**, v.63, n.6, p.139-150, 1985.

ZYLBERSZTAJN, D. L; LINS, C. (Org.) **Sustentabilidade e Geração de valor: A transição para o século XXI**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 207p.