



APLICAÇÃO DE PRÁTICAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA PARA REDUZIR O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA: UMA AVALIAÇÃO ECONÔMICA E AMBIENTAL

Henrricco Nieves Pujol Tucci
henrricco@gmail.com
UNINOVE

Anderson Almeida da Silva
anderson.alisp@gmail.com
UNINOVE

Ivanir Costa
icosta11@live.com
UNINOVE

Geraldo Cardoso de Oliveira Neto
geraldo.prod@gmail.com
UNINOVE

Resumo: As empresas que atuam no Brasil buscam estratégias para se destacar no mercado e alcançarem novos clientes, um dos caminhos escolhidos tem sido a aplicação de práticas de produção mais limpa, uma vez que está alinhada com o uso racional de recursos e permite obter ganhos econômicos, além de logicamente, ganhos ambientais. Este estudo tem por objetivo apresentar a aplicação de práticas de Produção Mais Limpa e uma análise econômica e ambiental em projetos de economia de energia elétrica em uma empresa brasileira do segmento alimentício. Os resultados demonstraram que a empresa economizou 27.500 reais por ano reduzindo o consumo de energia elétrica, em relação aos investimentos realizados, o retorno sobre o investimento foi obtido em 1 ano, 3 meses e 20 dias. Adicionalmente, a empresa deixou de consumir 205.791 kWh por ano, evitando indiretamente os impactos ambientais que a geração de energia elétrica resulta.

Palavras Chave: Produção Mais Limpa - Consumo de Energia - Avaliação Econômica - Avaliação Ambiental -

1. INTRODUÇÃO

As empresas que atuam no Brasil vem procurando estratégias que melhorem as suas relações com os clientes e aumentem o seu *market share*. Um dos caminhos escolhidos tem sido suportado pela aplicação de práticas relacionadas com sustentabilidade, os benefícios esperados costumam ser a melhora da imagem da empresa junto aos clientes e um diferencial competitivo em relação aos concorrentes diretos.

O início da jornada da sustentabilidade costuma ser relacionado com a implantação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA), contido na ISO14001. Em paralelo, as empresas tomam conhecimento das práticas de Produção Mais Limpa (P+L) e iniciam a sua aplicação para cumprir o SGA (HAMNER, 1996).

A Produção Mais Limpa (P+L) consiste na tomada de ações preventivas alinhadas aos processos produtivos com o intuito de garantir a aplicação contínua de uma estratégia ambiental de sucesso. A P+L pode ser aplicada em processos produtivos, desenvolvimento de produtos ou mesmo em serviços, uma vez que considera todo o ciclo de vida em função da mitigação dos impactos ambientais (BARBIERI, 2007).

Os benefícios da implantação da P+L com sucesso costumam ser a melhora da eficiência, a lucratividade e a competitividade das empresas, ao mesmo tempo em que protege o meio ambiente, o consumidor e o trabalhador (GIANETTI *et al.* 2009).

Estes benefícios são conquistados por meio do uso dos recursos naturais de forma racional, como também por meio da redução dos resíduos e das emissões quanto à quantidade e periculosidade (CNTL, 2003).

O Governo Brasileiro, por meio da Lei nº 10.295 e o Decreto 4.059, estabeleceu uma série de medidas para que o consumo de energia elétrica fosse realizado de uma maneira racional, apontando a necessidade de criar e disponibilizar indicadores e informações claras sobre o consumo e a eficiência energética (CARLO *et al.*, 2004).

Vale destacar que o Brasil possui uma grande dependência das hidroelétricas para a produção da energia, porém este modelo somente é possível de ser instalado mediante alterações no meio ambiente e uso de recursos naturais. Com o consumo de energia elétrica aumentando ao longo dos anos no país, constata-se que os impactos ambientais resultantes deste modelo de geração de energia também são crescentes (BERMANN, 2002).

Mesmo assim, a maioria das empresas enxerga uma barreira quando é necessário investir para implantar as práticas de P+L, seja pelo retorno do investimento não estar claro ou demorar muito (GOMBAULT; VERSTEEGE, 1999). Entretanto, a pressão que o mercado exerce para que as empresas obtenham certificações serve de estímulo para que as mesmas adotem práticas de P+L (OLIVEIRA; SERRAB, 2010).

Para tanto, é necessário que as empresas revertam o paradigma que produzir gerando lucro é o suficiente para existirem e serem competitivas. As empresas são responsáveis por todo o ciclo de vida dos produtos que produzem e por todos os impactos ambientais que os mesmos desencadeiam (JABBOUR, 2010).

Foi identificado que existe uma escassez de estudos que abordem o tema práticas de P+L, com o âmbito de apresentar uma avaliação econômica e ambiental e por meio de uma exposição quantitativa. Dessa forma, esta é a principal lacuna de pesquisa identificada e que este estudo visa preencher.

Este estudo foi dividido em introdução, revisão da literatura, metodologia, estudo de caso e conclusão. Uma vez que o cenário e o objetivo já foram apresentados, fica aqui encerrada a introdução e o próximo item é a revisão da literatura do tema em questão.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Os conceitos de Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade foram introduzidos em 1987 pela World Commission on Environment and Development (WCED). O Desenvolvimento Sustentável foi definido como às condições segundo as quais um nível de desenvolvimento é alcançado sem comprometer a capacidade das gerações futuras conquistarem as suas necessidades. Dessa forma, a resultante torna-se o equilíbrio entre crescimento econômico, impactos ao meio ambiente e desenvolvimento humano, conforme apresentado na figura a seguir. Por sua vez, o conceito de Sustentabilidade foi definido, considerando desde o nível regional até todo o planeta, como o fato das atividades humanas não interferirem nos ciclos naturais em que se baseiam tudo o que a resiliência do planeta permite e, além disso, não reduzir o capital natural, garantindo que este será transmitido para as gerações futuras (MANZINI; VEZZOLI, 2005).

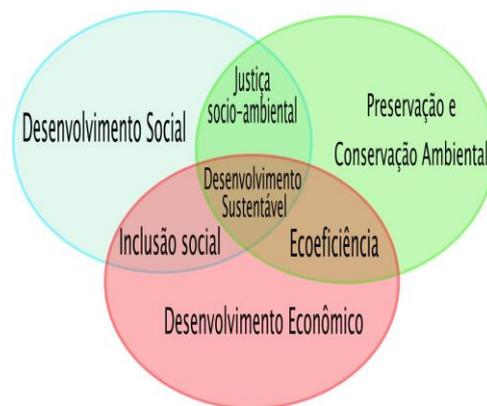


Figura 1: Desenvolvimento Sustentável
Fonte: Barbosa (2008)

Entretanto, os meios tradicionais de combate a poluição, também conhecidos como técnicas de fim de tubo, não cumprem com totalidade os conceitos de desenvolvimento sustentável. As técnicas de fim de tubo tratam e controlam os poluentes somente após eles terem sido gerados, como por exemplo, o tratamento dos efluentes após a contaminação da água. O problema mais grave nas aplicações de técnicas de fim de tubo está no conceito por trás da aplicação, visto que parte do pressuposto que os recursos naturais extraídos para gerar a matéria-prima, bem como a energia utilizada no processo, são recursos com capacidade ilimitada, ou seja, inesgotáveis (GIANETTI *et al.*, 2009).

Um dos caminhos escolhidos pelas empresas que as encaminham rumo ao desenvolvimento sustentável é a certificação ISO14001 e o desenvolvimento de um plano de ações robustos e contínuo, também conhecido como SGA. Este sistema de gestão pode ser dividido de acordo com o engajamento da empresa e, portanto, com as práticas adotadas, conforme a figura 2 apresenta. As aplicações de práticas ambientais restrita a um processo são consideradas operacionais e podem ser classificadas como práticas iniciais, exemplos dessas práticas são: descarte correto do lixo; controle da poluição e reciclagem (HAMNER, 1996).

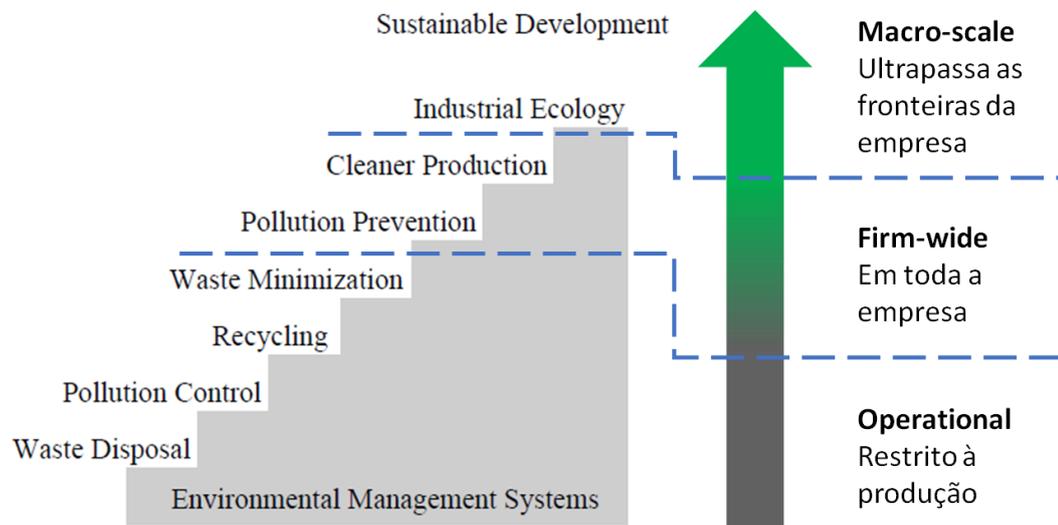


Figura 2: A escada do Sistema de Gestão Ambiental
Fonte: adaptado de Hamner (1996)

As aplicações de práticas ambientais que envolvem toda a empresa são consideradas intermediárias e exemplos dessas práticas são: prevenção da poluição e produção mais limpa. A prevenção da poluição é uma abordagem de gestão ambiental que reduz a fonte de poluição por meio da eficiência no uso de recursos como energia, materiais e água. A prevenção da poluição é usada com mais frequência para redução de custos buscando melhorar o desempenho financeiro da empresa (HAMNER, 1996; CAGNO *et al.*, 2005).

Quanto a P+L, esta é uma estratégia ambiental de prevenção que pode ser aplicada a produtos, processos e serviços. Um diferencial importante da P+L é que ela considera todo o ciclo de vida do produto, essa visão holística de toda a cadeia permite que a P+L melhore a eficiência, a lucratividade e a competitividade das empresas enquanto protege o meio ambiente, o consumidor e o trabalhador (BARBIERI, 2007).

As aplicações de práticas ambientais que ultrapassam as fronteiras físicas da empresa e envolvem a sociedade e outras empresas são consideradas avançadas e o exemplo mais significativo é a ecologia industrial. A ecologia industrial trabalha com o sistema de ecorrede, onde o descarte de uma empresa é aproveitado como o insumo da outra empresa parceira, um exemplo pode ser o aproveitamento de resíduos de borracha de uma empresa ser utilizado em uma empresa parceira para a confecção de asfalto, lógico que a aproximação das empresas em um mesmo pátio industrial é um dos fatores a serem considerados para o sucesso de ecorredes (HAMNER, 1996; OLIVEIRA NETO *et al.*, 2015).

Entretanto, a norma ISO14001 não define a forma e o grau que as empresas devem ter para alcançar o SGA, dessa forma, permite que cada empresa desenvolva as suas próprias soluções para o cumprimento da norma. Algo que permite a customização da aplicação, também abre uma lacuna para que as empresas não tomem atitudes que resolvem os problemas ambientais de fato. A utilização exacerbada de recursos naturais e produções com desperdícios descabidos vem chamando a atenção de ambientalistas e Organizações Não Governamentais (ONGs), que passaram a pressionar as empresas por mudanças, como também o governo por ações controladoras (OLIVEIRA; SERRAB, 2010).

O modelo de negócio usual das empresas é por meio do fluxo matéria-prima, transformação e ganhos econômicos. Diante da necessidade de reduzir os impactos ambientais, as empresas se tornam interessadas em mudar os seus processos, investir em tecnologias e, por consequência, alcançar os ganhos ambientais, conforme a figura 3 apresenta. Em busca de uma ferramenta que seja atraente para as empresas, a aplicação de práticas de P+L costuma ser uma boa opção, a partir do momento que quantifica os custos e os ganhos econômicos e destaca os ganhos ambientais por meio dos impactos evitados (OLIVEIRA NETO *et al.*, 2016).

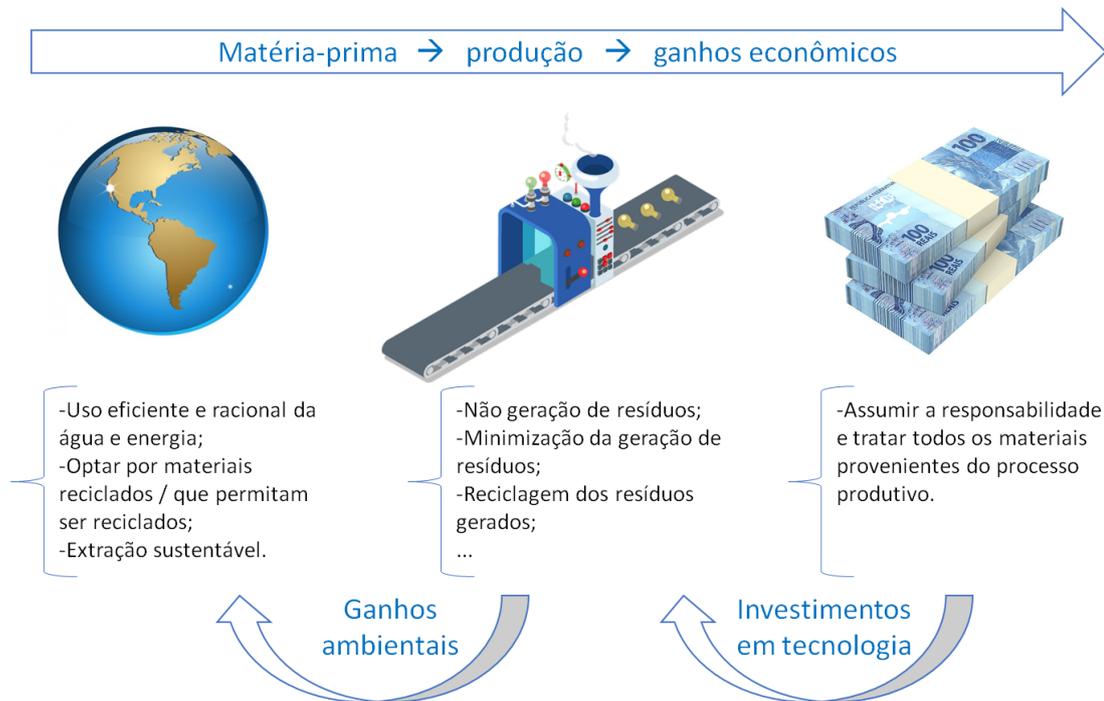


Figura 3: O modelo de negócio das empresas e os ganhos ambientais
Fonte: os autores

A produção de qualquer produto e a prestação de qualquer serviço, atualmente, requer o uso de energia. Ao considerar usinas termoeletricas que utilizam carvão, óleo diesel ou gás natural, fica claro que este modelo resulta em impactos ambientais em decorrência da emissão de dióxido de carbono na atmosfera, além de utilizar um combustível fóssil, portanto, não renovável. No entanto, a maior parte da energia gerada no Brasil é proveniente de grandes hidroelétricas, um modelo que alaga grandes porções de terra, que não respeita a vegetação local, os cursos de água e muito menos as espécies que habitavam a região. Adicionalmente, a carência de controle do poder público resulta em estudos de má qualidade que nem sequer avaliam a totalidade dos impactos ambientais, muito menos a sua devida mitigação (BERMANN, 2002).

O crescente risco de apagão devido aos problemas de consumo excessivo de energia elétrica fez com que o governo federal desenvolvesse em 2001 o programa de economia de energia elétrica. O programa previu o esgotamento gradativo da oferta de lâmpadas incandescentes nos grandes pontos de comercialização e, em contrapartida, o aumento na oferta de lâmpadas fluorescentes e, atualmente, as lâmpadas com tecnologia led, ambas com eficiência energética superior a 85% e vida útil até 10 vezes maior (FERREIRA, 2014).

A aplicação de práticas de P+L estimula o uso racional dos recursos naturais alinhado com a eficiência, de forma que resulte em ganhos econômicos e ambientais para a empresa, permitindo que esta se posicione de maneira mais competitiva (CNTL, 2003). Um dos recursos naturais mais citados na literatura referente à aplicação de práticas de P+L é a energia elétrica.

3. METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos adotados neste estudo são de categoria exploratória com uma abordagem tanto quantitativa, por considerar dados numéricos e valores de referência, quanto qualitativa, por apresentar aspectos subjetivos importantes para configurar o caso (YIN, 2015).

Foi adotado o método de estudo de caso por ser uma forma possível de criar as condições adequadas para compreender, constatar e confirmar as teorias utilizadas em um estudo exploratório. O método de estudo de caso é uma estratégia comum de pesquisa que possuem como objetivo apresentar processos dinâmicos (EISENHART, 1989).

A maioria dos estudos de casos evidencia as pesquisas utilizando três etapas: levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que possuem experiência práticas relacionadas ao tema ou mesmo participam diretamente do processo estudado e análises de exemplos que contribuam para o entendimento (YIN, 2015).

O levantamento de dados foi realizado por uma equipe com participantes oriundos de diversos setores, esta equipe tinha por objetivo desenvolver projetos de melhorias para reduzir custos com energia elétrica, esta foi uma solicitação especial dos executivos da empresa. Dessa forma, os projetos que possuíam uma melhor avaliação econômica, fácil implantação e aspectos que os diferenciavam dos outros foram selecionados no momento de triagem pelos executivos.

4. ESTUDO DE CASO

Este estudo de caso foi desenvolvido em uma empresa brasileira do segmento alimentício, está localizada em Novo Hamburgo no estado do Rio Grande do Sul e é de médio porte. Sua produção mensal média é de 80 toneladas de alimentos e já é considerada uma marca conhecida pelo mercado da região Sul do país. Como de costume neste ramo de atividade, os principais clientes da empresa são as lojas de varejo que por sua vez revendem os produtos para os clientes finais consumirem.

A empresa utiliza dois tipos de fontes de energia, elétrica e a gás onde, em níveis proporcionais, representam 73% e 27% respectivamente. Ao analisar um relatório estratificado dos custos totais da empresa, foi identificada pelo corpo diretivo que os valores gastos com energia elétrica são elevados.

Dessa forma, foi criada uma equipe com representantes de diversos setores com o objetivo de implantar melhorias que reduzissem os custos com energia elétrica. Dentre as principais ações apresentadas aos executivos da empresa, destacam-se: o projeto de instalação de telhas onduladas translúcidas de policarbonato e; o projeto de substituição das lâmpadas incandescentes dos departamentos administrativos por lâmpadas *led* e instalação de sensores de presença.

O projeto de instalação de telhas onduladas translúcidas de policarbonato permitiu uma maior entrada de luz solar nos ambientes e aumentou o aproveitamento da luz natural.

Foram investidos aproximadamente 30.000 reais para realizar este projeto e esta melhoria gerou uma economia de energia elétrica estimada em 13.500 por ano. O resultado deste projeto pode ser observado na figura a seguir.



Figura 4: Telhas onduladas translúcidas de policarbonato instaladas
Fonte: os autores

O projeto de substituição das lâmpadas incandescentes dos departamentos administrativos por lâmpadas *led* e instalação de sensores de presença teve um investimento de um pouco mais do que 6.000 reais, contudo, esta melhoria gerou uma economia de energia elétrica estimada em 14.000 reais por ano.

A partir do momento que a empresa enxergou que os seus ganhos econômicos seriam fundamentados pela redução do consumo de energia elétrica, logo foi feita a conexão que as melhorias poderiam ser classificadas como implantação de práticas de P+L e permitiriam que a empresa obtivesse ganhos ambientais.

As informações dos principais projetos quanto aos custos para a implantação e ganhos econômicos calculados podem ser observados na tabela a seguir.

Tabela 1: Avaliação Econômica

Elementos	Quantidades	Unidades
Custo para a instalação de telhas onduladas translúcidas de policarbonato	30.000,00	R\$
Economia anual calculada em decorrência da instalação das telhas translúcidas	13.500,00	R\$/ano
Custo para a troca das lâmpadas e instalação de sensores de presença	6.159,00	R\$
Economia anual calculada em decorrência da troca das lâmpadas e instalação dos sensores	14.000,00	R\$/ano
Custo total (CT)	36.159,00	R\$
Ganhos Econômicos (GE)	27.500,00	R\$/ano
ROI = CT / GE	131%	

Fonte: os autores

O custo total para a implantação das melhorias foi de 36.159 reais e os ganhos econômicos totais calculados de 27.500 reais ao ano. Logo, é possível constatar que o retorno do investimento foi possível somente após mais de um ano, ao calcular o período com exatidão foi encontrado o prazo de 1 ano, 3 meses e 20 dias.

Estas informações deixam de maneira transparente os custos e os ganhos para a implantação das melhorias, suportando e aumentando o interesse por perpetuar a implantação da P+L (OLIVEIRA NETO *et al.*, 2016).

As informações dos principais projetos quanto à redução do consumo de energia elétrica podem ser observados na tabela a seguir.

Tabela 2: Avaliação Ambiental

Elementos	Quantidades	Unidades
Quantidade de energia elétrica consumida no ano ANTES da implantação da P+L	5.275.836,62	kWh/ano
Custo anual com energia elétrica ANTES da implantação da P+L	2.004.817,75	R\$/ano
Quantidade de energia elétrica consumida no ano DEPOIS da implantação da P+L	5.070.045,51	kWh/ano
Custo anual com energia elétrica DEPOIS da implantação da P+L	1.977.317,75	R\$/ano
Quantidade de energia economizada	205.791,11	kWh/ano
Quantidade de dinheiro economizado	27.500,00	R\$/ano

Fonte: os autores

Ao analisar o consumo de energia elétrica ao longo de um ano antes das melhorias apresentadas terem sido realizadas e compará-los com um período tão longo quanto após as mudanças, foi possível constatar nas contas de energia elétrica uma redução no consumo anual 205.791,11 kWh.

Portanto, a partir do momento que a empresa deixou de consumir este montante de energia elétrica, ela contribui indiretamente evitando os impactos ambientais que novas hidroelétricas, no caso do Brasil a principal fonte geradora de energia, poderia causar ao meio ambiente (BERMANN, 2002).

5. CONCLUSÃO

As empresas ainda identificam barreiras para implantar práticas de P+L, notoriamente uma destas barreiras é o desconhecimento e que, conseqüentemente, traz receios e desestímulos, outro grande empecilho é a necessidade de investimentos. Diante do caso apresentado neste estudo é possível observar que um dos caminhos de aplicação das práticas de P+L é por meio do alinhamento dos projetos de melhorias em fase de desenvolvimento. Além disso, este trabalho colaborou uma vez que apresenta uma maneira de conciliar benefícios econômicos com benefícios ambientais.

A implantação das práticas de P+L resultaram em uma economia de 27.500 reais por ano e um retorno sobre o investimento de 1 ano, 3 meses e 20 dias. Adicionalmente, a empresa identificou a redução no consumo de energia elétrica de 205.791 kWh por ano, evitando, de maneira indireta, que novos impactos ambientais ocorram para a geração de energia elétrica.

A empresa buscou a implantação de melhorias visando à redução dos custos com energia elétrica, após a análise também foi identificado que tais ações resultariam em ganhos ambientais e estariam alinhadas com as práticas de P+L. Entretanto foi uma grata surpresa para a empresa a ordem de grandeza dos números referente ao consumo de energia elétrica economizado, estimulando seus executivos na contínua busca por implantação de práticas de P+L.

Uma limitação deste estudo é por conta de ser um estudo de caso único, dificultando que seja extrapolada para outras empresas (YIN, 2015), além de considerar somente a redução de consumo de energia elétrica por meio do melhor aproveitamento da luz natural, substituição de lâmpadas e instalação de sensores de presença. Futuras pesquisas podem ser desenvolvidas em empresas que busquem a redução do consumo de energia elétrica, bem como buscar essa redução no consumo utilizando diferentes formas das apresentadas neste estudo.

6. REFERÊNCIAS

- BARBIERI, J. C.** Gestão Ambiental Empresarial. São Paulo: Saraiva, 2007.
- BARBOSA, G. S.** O desafio do desenvolvimento sustentável. Revista Visões, vol. 4.1, pp. 1-11, 2008.
- BERMANN, C.** Energia no Brasil: para quê. Para quem, v. 2, 2002.
- CAGNO E, TRUCCO P, TARDINI L.** Cleaner production and profitability: analysis of 134 industrial Pollution Prevention (P2) project reports. Journal of Cleaner Production 2005.
- CARLO, J.; PEREIRA, F. O. R.; LAMBERTS, R.** Iluminação natural para redução do consumo de energia de edificações de escritório aplicando propostas de eficiência energética para o código de obras do Recife. In: Conferência Latino Americana De Construção Sustentável, Encontro Nacional De Tecnologia No Ambiente Construído, 2004.
- FERREIRA, J. Z.** Estudo comparativo entre lâmpadas fluorescentes tubulares T8 e tubulares de LED, 2014.
- GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. B. V.** Ecologia industrial: Conceitos, ferramentas e aplicações. Editora Edgard Blucher, São Paulo, 2009.
- GOMBAULT, M.; VERSTEEGE, S.** Cleaner production in SMEs through a partnership with (local) authorities: successes from the Netherlands. Journal of Cleaner Production, v. 7, pp. 249-261, 1999.
- HAMNER W. B.** What is the relationship among cleaner production, pollution prevention, waste minimization, and ISO 14000. Proceedings of 1996 First Asian Conference CP in Chemical Industry, National Center for Cleaner Production, 1996.
- JABBOUR, C.J.C.** Non-linear pathways of corporate environmental management: a survey of ISO 14001-certified companies in Brazil. Journal of Cleaner Production, v. 18, pp. 1222- 1225, 2010.
- MANZINI, E.; VEZZOLI, C.** O desenvolvimento de produtos sustentáveis: Os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Edusp, 2005.
- OLIVEIRA, O. J.; SERRAB, J. R.** Benefícios e dificuldades da gestão com base na ISO14001 em empresas industriais de São Paulo. Prod. V. 20, n. 3, pp. 429-238, 2010.
- OLIVEIRA NETO, G. C.; GODINHO FILHO, M.; GANGA, G. M. D.; NAAS, L. A.; VENDRAMETTO, O.** Princípios e ferramentas da produção mais limpa: um estudo exploratório em empresas brasileiras. Gest. Prod. São Carlos, V. 22, n. 2, pp. 326-344, 2015.



OLIVEIRA NETO, G. C.; SOUZA, S. M.; BAPTISTA, A. E. Cleaner Production Associated with Financial and Environmental Benefits: A Case Study on Automotive Industry. *Advanced Materials Research*, v. 845, pp 873-877, 2014.

SENAI RS. Implementação de Programas de Produção Mais Limpa. Porto Alegre, **CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS (CNTL)** SENA-RS/UNIDO/INEP, 2003.

YIN, R. K. Case study research: design and methods. 5th ed. California: SAGE, 2015.