

APLICAÇÃO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA NO PROCESSO DE UMA INDÚSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO A FIM DE DIMINUIR A GERAÇÃO DE RESÍDUOS E OS CUSTOS INDUSTRIAIS

ISADORA MARCELA DE CAMPOS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - CAMPUS JANDAIA DO SUL

GIANCARLO LOVON-CANCHUMANI

SYNTIA LEMOS COTRIM
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

Introdução

A geração de resíduos, como subprodutos, não importa de que material seja feito, provoca um impacto ambiental, seja em função do processo produtivo, da matéria-prima utilizada, ou da disposição final do produto. Isto faz com que as empresas busquem a evolução de seus métodos de articulação com seus colaboradores, máquinas e com os demais recursos envolvidos e necessários a produção. No atual cenário de competitividade e com o mercado cada vez mais dinâmico e direcionado ao consumidor, emerge a exigência sobre as empresas em constantemente buscar melhorias.

Problema de Pesquisa e Objetivo

A construção civil é, sem dúvida, a maior fonte geradora de resíduos de toda a sociedade e a falta de efetividade e a inexistência de políticas públicas associadas à falta de compromisso, principalmente dos construtores informais tem provocado uma série de impactos ambientais negativos (CNTL/SENAI-RS, 2007). O objetivo do estudo é a Aplicação da Produção Mais Limpa no processo de uma indústria de pré-fabricados de concreto a fim de diminuir a geração de resíduos e os custos industriais.

Fundamentação Teórica

A diminuição de riscos de 20 impactos ambientais e a redução de custos na construção civil são fatores que tornam a reciclagem uma prática sustentável para o setor (ÂNGULO; ZORDAN; JOHN, 2001). Esta parte reciclável é atrativa econômica, energética ou ambientalmente (FIGUEIREDO, 1994). Assim, as tecnologias limpas levam a um aumento de produtividade resultante da economia de custos e racionalização dos resultados nos processos produtivos (GETZNER, 2002). A abordagem da Produção mais Limpa visualiza as atividades, diagnostica-as, efetua análises e indaga sempre as causas e os efeitos das ações.

Metodologia

A metodologia utilizada para a pesquisa foi o estudo de caso. Esse estudo se deu a partir de uma ferramenta, o Método da Produção mais Limpa Integrado, desenvolvido por Cotrim (2014), que pretende, em cinco etapas, atender os objetivos dessa pesquisa. O Método PML Integrado proposto por Cotrim (2014) aplicado segue as etapas do PDCA. Depois do Método da Produção mais Limpa Integrado ser aplicado ao processo industrial, os dados obtidos são discutidos e analisados afim de alcançar os objetivos dessa pesquisa.

Análise dos Resultados

Analisando os resultados, a meta estabelecida da primeira fase da pesquisa, que era a redução de 60 ton/mês para 24 ton/mês, ou seja 60%, não foi alcançada. Contudo, como a implementação da PML se deu em apenas um setor da empresa, pode-se dizer que a redução de 41,67% na geração de resíduos sólidos de concreto é relevante e condiz com a proposta do método. Outra análise importante a ser observada é que o plano de manutenção autônoma, realizada periodicamente pelos próprios operadores das máquinas, colaboram muito para diminuição da geração de resíduos.

Conclusão

Perante o cenário competitivo do mercado e de contenção de despesas que se exige por parte das empresas, concluiu-se que o estudo de caso implantando o Método de Produção Mais Limpa Integrado foi eficaz no setor de laje alveolar de uma indústria de pré-fabricados de concreto, podendo ele ser estendido para toda empresa, o que pode reduzir ainda mais os custos industriais e contribuir ainda mais para o meio ambiente. Durante o estudo, ferramentas da qualidade auxiliaram no desenvolvimento e implementação do programa na indústria.

Referências Bibliográficas

CNTL/SENAI-RS. Produção Mais Limpa em Edificações. Departamento Regional do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI, 2007. 88 p. Disponível em: <http://www.senairs.org.br>. Acesso em: 17/09/2014. ANGULO, S. C.; ZORDAN, S. E.; JOHN, V. M. Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem de Resíduos na Construção Civil. In: IV SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A CONSTRUÇÃO CIVIL – MATERIAIS RECICLÁVEIS E SUAS APLICAÇÕES, São Paulo/SP, 2001. FIGUEIREDO, P. J. M. A Sociedade do Lixo: os Resíduos, a Questão Energética e a Crise Ambiental. Piracicaba/SP.

Palavras Chave

Produção Mais Limpa, Ferramentas da Qualidade, Redução de Resíduos

APLICAÇÃO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA NO PROCESSO DE UMA INDÚSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO A FIM DE DIMINUIR A GERAÇÃO DE RESÍDUOS E OS CUSTOS INDUSTRIAIS

Isadora Marcela de Campos, Marcelo Alexandre Gusatto, Giancarlo A. Lovón-Canchumani, Syntia Lemos Cotrim

RESUMO

No atual cenário de competitividade e com o mercado cada vez mais dinâmico e direcionado ao consumidor, emerge a exigência sobre as empresas em constantemente buscar melhorias, inclusive em seus métodos de controle de qualidade, meio ambiente e manutenção. Contudo, toda atividade industrial provoca impacto ambiental. A geração de resíduos, como subprodutos, não importa de que material seja feito, provoca um impacto ambiental, seja em função do processo produtivo, da matéria-prima utilizada, ou da disposição final do produto. Diante de tais fatos, a importância de desenvolver uma pesquisa e partir dela desenvolver um estudo de caso e aplicar a produção mais limpa no processo de uma indústria de préfabricados de concreto a fim de diminuir a geração de resíduos e os custos industriais. Durante o estudo, ferramentas da qualidade como gráficos lineares, Programa 5S, Matriz SWOT e 5W2H auxiliaram no desenvolvimento e implementação do programa. Através dos indicadores desenvolvidos mostraram que existia uma grande geração de resíduos sólidos de concreto no setor de laje da indústria, e que essa grande geração de resíduos se dava por conta de problemas no operacional, colaboradores que não estão comprometidos com suas funções e objetivos do processo. Para isso, foram trabalhadas as oportunidades de modificação no processo aplicando boas práticas de PML implantando o programa 5S no setor de produção de laje alveolar. Perante o cenário competitivo do mercado e de contenção de despesas que se exige por parte das empresas, concluiu-se que o estudo de caso implantando o Método de Produção Mais Limpa Integrado foi eficaz no setor de laje alveolar de uma indústria de préfabricados de concreto, podendo ele ser estendido para toda empresa, o que pode reduzir ainda mais os custos industriais e contribuir ainda mais para o meio ambiente.

Palavras-chave: Produção Mais Limpa; Ferramentas da Qualidade; Redução de Resíduos; Concreto.

1. INTRODUÇÃO

Para Donaire (1999), o desenvolvimento sustentável se caracteriza como um novo modelo de construção, requer um planejamento que visa não somente o agora, mas também as gerações futuras, integrando as questões ambientais, sociais e econômicas.

No atual cenário de competitividade e com o mercado cada vez mais dinâmico e direcionado ao consumidor, emerge a exigência sobre as empresas em constantemente buscar melhorias, inclusive em seus métodos de controle de qualidade, meio ambiente e manutenção. Nesta situação as empresas se tornam cada vez mais dependentes da necessidade da geração de garantias em seus processos a fim de atender às exigentes demandas por produtos diferenciados e ainda construir a capacidade do ganho de mercado consumidor frente à competição provinda de sua concorrência. Contudo, toda atividade industrial provoca impacto ambiental. A geração de resíduos, como subprodutos, não importa de que material seja feito, provoca um impacto ambiental, seja em função do processo produtivo, da matéria-prima utilizada, ou da disposição final do produto. Isto faz com que as empresas busquem a evolução de seus métodos de articulação com seus colaboradores, máquinas e com os demais recursos envolvidos e necessários a produção. Tal ambiente competitivo faz com que as empresas, principalmente as de micro e pequeno porte, busquem soluções que demandam baixos custos de implantação e manutenção, e ainda que 10 as auxiliem a garantir sua produção, tanto em termos de escala,

como em qualidade e customização direcionada ao consumidor de seu produto final, além de cuidados com o meio ambiente.

A UNIDO/UNEP (1995¹) visando demonstrar que é possível proteger o meio ambiente e obter ganhos econômicos, propõe a implantação do PROGRAMA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA (PML) nas empresas, o qual estimula atitudes voluntárias por parte das indústrias, independentemente do alcance da legislação ambiental aplicando uma estratégia ambiental preventiva e integrada aos processos, produtos e serviços, a fim de aumentar a Ecoeficiência e reduzir os riscos para o homem e para o meio ambiente.

A profunda preocupação da sociedade com as questões ambientais tem induzido as empresas a abandonarem as posturas passivas e reativas para se tornarem pró-ativas e passam a desempenhar um novo papel em relação às alterações de valores e ideologias da sociedade. Como consequência, além das considerações econômicas e produtivas, começa incluir em seus projetos as questões de caráter social e ambiental, preocupando-se com os impactos ambientais, com a melhoria das condições de trabalho de seus colaboradores e especialmente com a melhoria de sua imagem como empresa ecologicamente correta (ARAÚJO, 2002).

A construção civil ainda é uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico. Sua cadeia produtiva exerce um peso considerável na macroeconomia internacional, mas quanto à geração de resíduos, seus números são alarmantes. A construção é, sem dúvida, a maior fonte geradora de resíduos de toda a sociedade e a falta de efetividade e a inexistência de políticas públicas associadas à falta de compromisso, principalmente dos construtores informais tem provocado uma série de impactos ambientais negativos (CNTL/SENAI-RS, 2007).

Desta forma, torna-se importante para a empresa, sociedade e meio ambiente a aplicação da Produção Mais Limpa no processo produtivo de uma indústria de pré-fabricados de concreto a fim de diminuir a geração de resíduos e os custos industriais.

Nesse sentido, o objetivo do estudo é a Aplicação da Produção Mais Limpa no processo de uma indústria de pré-fabricados de concreto a fim de diminuir a geração de resíduos e os custos industriais. O presente trabalho está estruturado em cinco seções: introdução com a contextualização do tema, referencial teórico, metodologia, apresentação dos resultados e as considerações finais do estudo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Todo processo econômico gera resíduos. Mesmo sendo considerado inservível por grande parcela da sociedade, os resíduos possuem, aproximadamente, 40% de materiais recicláveis. Esta parte reciclável é atrativa econômica, energética ou ambientalmente (FIGUEIREDO, 1994). O tratamento de resíduos deve definir uma série de ações para reduzir a quantidade ou seu potencial poluidor. Considerando o entulho da construção civil, classificado como Classe II B – inerte (ABNT, 2004a), seu tratamento está relacionado à redução da quantidade. O tratamento mais difundido, além da redução, é a segregação, trituração e reutilização. Por sua vez, a forma mais difundida de reutilização tem sido na construção de rodovias, como base ou sub-base e em preenchimentos não estruturais de edificações. A diminuição de riscos de 20 impactos ambientais e a redução de custos na construção civil são fatores que tornam a reciclagem uma prática sustentável para o setor (ÂNGULO; ZORDAN; JOHN, 2001).

2.1 Gestão ambiental e a construção civil

Com o passar do tempo, as transformações do meio ambiente e sua degradação foram se confundindo com o progresso. Neste cenário, os recursos do meio ambiente eram considerados inesgotáveis. A partir da década de 1990, foi despendido um grande esforço com a implantação de sistemas da gestão da qualidade, de recursos humanos e, mais recentemente, gestão ambiental. Ao aliar-se os conceitos de padronização, gestão de consumos de materiais, de

resíduos e o não-conformismo com o desperdício, pode-se então ter a base da gestão ambiental. A conferência sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente das Nações Unidas (RIO 92) consolida, através da agenda 21, a equidade das condições de desenvolvimento entre gerações (NOVAES e MOURÃO, 2008).

O gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil no Brasil é uma questão ambiental pouco explorada e reflete a evolução lenta e retardatária do setor no quesito sustentabilidade. Há muito resíduo sólido como entulho e pouca atividade de reutilização, reciclagem do mesmo. Para Novaes e Mourão (2008), as obras da construção civil são geradoras em potencial de resíduos. Um fator discutido é que, no processo construtivo, existe alto índice de desperdício do material utilizado e também o não-reaproveitamento dos resíduos. A construção civil, há muito tempo, desenvolve suas atividades com base em um modelo de administração da produção que prioriza atividades de conversão, as quais representam ações de processamento ou modificação na forma ou substância de um material. Esse modelo não dá importância às demais atividades envolvidas na realização de um processo, como inspeção, transporte e estoques (NOVAES e MOURÃO, 2008). Conforme Novaes e Mourão (2008), as dificuldades temporais e espaciais são uma das maiores causas de perdas na produtividade em canteiros de obra. Estas situações são evitáveis e gerenciáveis se identificadas a tempo. As ferramentas de gerenciamento de um empreendimento, porém, na sua maioria, não consideram as necessidades de alocação de espaços. Sabe-se que nem toda perda se transforma em resíduo a ser aproveitado, uma vez que parte deste fica na obra. Não só em uma obra que se inicia, mas, numa reforma nota-se uma falta enorme em reutilizar o material, muitas vezes pelo desconhecimento do potencial do material, outras vezes por descaso.

A Resolução CONAMA nº 307/2002, do Ministério do Meio Ambiente, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil para possíveis destinos finais dos resíduos da construção civil, de uma forma que tenha a redução dos impactos ambientais, além de atribuir responsabilidade para o poder público. Os geradores de resíduos da construção civil devem ser responsáveis pelos resíduos das atividades de construção, reforma reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos.

2.2 Produção mais limpa

A PML diferencia-se da abordagem convencional pela forma como enxerga o sistema produtivo no campo ambiental e apoia-se tanto em mudanças tecnológicas quanto na forma de gerenciamento. Enquanto a abordagem convencional não focaliza os processos, nem interpreta suas ações e consequências, a abordagem da PML visualiza as atividades, diagnostica-as, efetua análises e indaga sempre as causas e os efeitos das ações. Assim, as tecnologias limpas levam a um aumento de produtividade resultante da economia de custos e racionalização dos resultados nos processos produtivos (GETZNER, 2002).

Definem-se estratégias de PML como as abordagens preventivas aos processos industriais e aqui inclui-se também processos de produção primária e desenhos de produtos que permitam o progresso através dos objetivos de minimização do desperdício; redução no uso de matérias-primas e energia; maximização da eficiência da energia e minimização total dos impactos ambientais em todos os estágios da produção e do consumo, através de mudanças no projeto, produção, distribuição, consumo e disposição final dos produtos (LEMOS, 1998).

A PML é uma ação econômica, porque qualquer sistema produtivo pode ser proveniente da matéria-prima ou insumos de produção utilizados no processo. Todos os resíduos, ontem, eram matéria-prima e foram comprados e pagos como tais.

Para Salazar Filho (2002), a partir dos objetivos expostos neste documento, que é preparar o mundo para os desafios no que tange a busca pelo desenvolvimento sustentável, este conceito passa a ser difundido através da UNEP/UNIDO, com a formação no início da década de 90 dos

National Cleaner Production Centres – NCPC`s – Centros Nacionais de Produção Mais Limpa, uma rede de núcleos de disseminação dos conceitos e da metodologia da PML distribuídos atualmente em mais de 54 países.

O Brasil conta com um destes centros, o Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI (CNTL), foi fundado em 1995 e se localiza na Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul (FIERGS), junto ao Departamento Regional do Rio Grande do Sul do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI-RS). O CNTL foi o primeiro centro instalado na América Latina com o objetivo de permear o conceito e a metodologia de PML. O SENAI é uma instituição de âmbito nacional voltada para a formação profissional de mão de obra para a indústria e oferece uma estrutura de apoio tecnológico que atende a todos os setores industriais brasileiros.

Como instrumentos para aumentar a competitividade, a inovação e a responsabilidade ambiental no setor produtivo brasileiro, as micro e pequenas empresas são responsáveis por um volume significativo da economia brasileira e um dos focos da Rede Brasileira de Produção Mais Limpa é promover o desenvolvimento sustentável justamente nas micro e pequenas empresas, difundindo o conceito de ecoeficiência e a metodologia de Produção Mais Limpa (BECKER, 2007).

A PML, como uma ferramenta que prima para a melhora da conduta ambiental das organizações, também pode proporcionar redução de custos de produção e aumento de eficiência e competitividade; redução de multas e penalidades por poluição; acesso facilitado a linhas de financiamento; melhoria das condições de saúde e de segurança do trabalhador; melhoria da imagem da empresa junto a consumidores, fornecedores e poder público; melhor relacionamento com os órgãos ambientais e com a comunidade; maior satisfação dos clientes.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a pesquisa foi o estudo de caso. Esse estudo se deu a partir de uma ferramenta, o Método da Produção mais Limpa Integrado, desenvolvido por Cotrim (2014), que pretende, em cinco etapas, atender os objetivos dessa pesquisa. No Quadro 1 os detalhes das cinco etapas do Método.

Quadro 1 - Etapas do Método da Produção mais Limpa Integrado

ETAPAS DA P+L	FASES DA P+L	OBJETIVO	FERRAMENTA DA QUALIDADE APLICADA
ETAPA 1: PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO	Obtenção do comprometimento gerencial	A obtenção de resultados consistentes depende do comprometimento da empresa.	Gráfico Linear
	Formação do Ecotime	Conscientização e treinamento dos funcionários para garantir o seu compromisso com o programa.	Matriz de responsabilidade Gráfico de Grantt
	Apresentação da P+L ao Ecotime	Formação de um time que conheça bem os problemas da empresa e se comprometa com a implantação da P+L.	Treinamento PDCA e Ferramentas da Qualidade
	Sensibilização dos funcionários	Treinar o Ecotime sobre os conceitos básicos da P+L e ferramentas da qualidade.	
ETAPA 2: PRÉ-AVALIAÇÃO (DIAGNÓSTICO)	Elaboração do Fluxograma do processo	Melhor conhecimento do processo e oportunidades de melhoria pelo Ecotime.	Mapeamento de processo Fluxograma
	Levantamento de dados	Conhecer a real situação da empresa em relação aos impactos ambientais.	Folha de Verificação Estratificação Benchmarking
	Seleção do foco de avaliação	Identificar o parâmetro que será avaliado para facilitar o controle.	Gráfico de Pareto Parâmetro GUT
	Definição dos indicadores de desempenho	Selecionar entre todas as atividades e operações da empresa, o foco do trabalho.	
ETAPA 3: AVALIAÇÃO	Elaboração e análise do balanço de massa	Avaliar os resíduos gerados no tempo determinado (6 a 12 meses), e matéria-prima e recursos consumidos.	Fluxograma Mapeamento de processo
	Identificação das causas de geração de resíduos	Organizar os questionamentos para agir diretamente nas causas da geração de resíduos e desperdício de recursos.	Brainstorming Diagrama de Causa e Efeito
	Identificação e seleção das opções de P+L	Identificar as opções de P+L para deixar de gerar resíduos.	Brainstorming Matriz de Priorização
ETAPA 4: ESTUDO DE VIABILIDADE	Avaliação técnica, ambiental e econômica	Avaliar as ações de melhoria e as que não forem viáveis, substituir por outras ações da matriz de priorização.	Matriz de priorização 5W2H
	Seleção de oportunidades viáveis	Possibilitar a seleção das medidas viáveis de acordo com os critérios estabelecidos pelo Ecotime.	Brainstorming Matriz SWOT
ETAPA 5: IMPLEMENTAÇÃO E MONITORAMENTO	Implementação das ações de melhoria	Traçar uma estratégia para implementar as opções de P+L, e planejar um sistema de monitoramento das medidas implantadas.	Programa 5S 5W1H
	Análise da eficácia das ações de melhoria e monitoramento	Analisar se os resultados estão realmente aparecendo a organização com a implementação da P+L.	Gráficos de Controle Folhas de Verificação Gráfico de Pareto Gráfico Linear
	Plano de continuidade	Criar condições para que o Programa tenha sua continuidade assegurada, com um plano de melhoria contínua.	5W2H Folha de Verificação

Fonte: Cotrim (2014)

Durante a realização do estudo de caso, serão utilizadas diversas ferramentas da qualidade, que irão auxiliar na visualização e compreensão dos dados obtidos.

Depois do Método da Produção mais Limpa Integrado ser aplicado processo industrial, os dados obtidos serão discutidos e analisados afim de alcançar os objetivos dessa pesquisa: reduzir a geração dos resíduos de concreto, combatendo o mal na fonte; métodos de como aproveitar os resíduos de concreto que inevitavelmente são gerados no processo de produção, em decorrência do fator dosagem da central de concreto (usina) e solicitação de volume de concreto; e por fim estabelecer indicadores de custos relacionados com a gestão dos resíduos de concreto, fazendo comparativos antes e depois da aplicação do Método PML Integrado no processo industrial.

O método foi aplicado em uma empresa de grande porte localizada na Região de Maringá/PR. A empresa atua no ramo de estruturas pré-fabricadas de concreto, e localiza-se na região Noroeste do Paraná, próximo à área urbana de Marialva. A empresa é uma grande geradora de empregos diretos, contando hoje, na Unidade de Marialva, com cerca de 90 funcionários, onde muito dos colaboradores vem de cidades vizinhas para trabalhar. A empresa também gera empregos indiretos, contando com a colaboração empresas terceirizadas, empresas que realizam transporte das estruturas pré-fabricadas, entre outras.

3.1 Descrição e aplicação do método

O Método PML Integrado proposto por Cotrim (2014) aplicado neste trabalho segue as etapas do PDCA. A descrição das etapas foi baseada nas descrições encontradas nas Metodologias que serviram como base para o modelo proposto, utilizando como critério a complementariedade da descrição e a facilidade de compreensão visando o entendimento de quem irá utilizá-la para implementar o modelo na empresa.

3.1.1 Etapa 1: Planejamento e Organização

Primeiramente é fundamental sensibilizar a gerência para garantir o sucesso do Programa. A obtenção de resultados consistentes depende decisivamente do comprometimento da empresa com o Programa. Para facilitar a definição dos objetivos e metas do Programa, o ideal é que as empresas já tenham seus próprios indicadores ambientais, os quais servem como ferramentas de controle ambiental. A ferramenta da qualidade indicada para essa fase é o Gráfico Linear utilizado para apresentar os indicadores, o qual possibilita visualizar o histórico de desempenho ao longo do tempo.

No estudo de caso em questão, foi necessário fazer a coleta de dados a partir da retirada de resíduos sólidos de concreto realizadas no período de quase dois anos, que é o tempo que a Empresa atua na região.

Para direção da empresa, sabe-se que a geração de resíduos sólidos de concreto nesta atividade é praticamente impossível, por questões de produção, técnicas das estruturas e qualidade final do produto, portanto, a meta estabelecida por eles, durante a apresentação do programa para o comprometimento da direção, é de reduzir em 60% a quantidade gerada mensalmente, ou seja, 24 toneladas/mês a partir da implantação da PML. Conforme Gráfico 1, é possível observar pela linha tendência que no início, no ano de 2013, onde o operacional tinha menos experiência e conhecimento na área, a geração de resíduos foi maior. Conforme os meses foram passando, os colaboradores foram evoluindo nas suas funções e as perdas foram diminuindo. Nos meses de janeiro, é possível observar que a geração de resíduos cai consideravelmente, em virtude das férias e o tempo de produção no mês é menor.

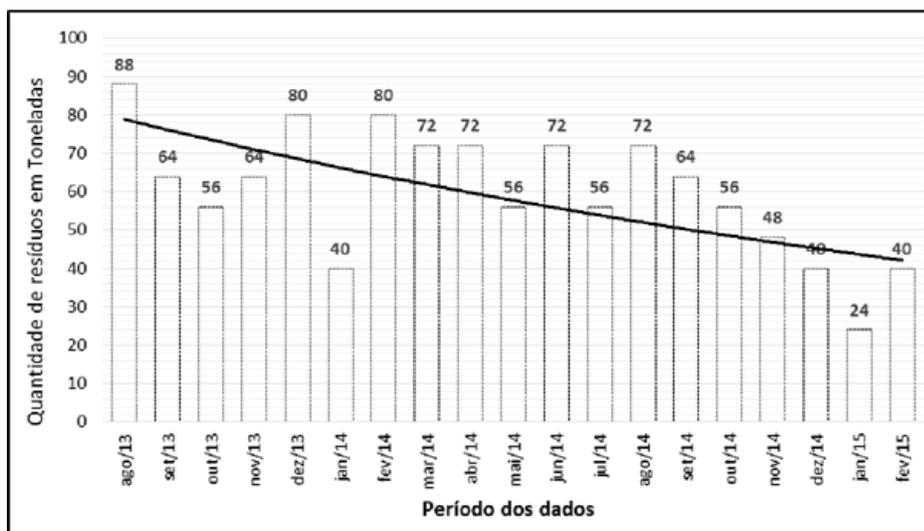


Gráfico 1 - Linha de tendência da geração de resíduos

O segundo passo é a formação do Ecotime que deve ser composto por funcionários que conhecem a empresa mais profundamente e/ou que são responsáveis por áreas importantes como produção, compras, meio ambiente, qualidade, saúde e segurança, desenvolvimento de produtos, manutenção e vendas. A formação do Ecotime neste modelo foi designada como fase 2, pois, no desenvolvimento do estudo de caso, para a sensibilização dos funcionários, foi constatada a necessidade de que o programa já estivesse estruturado dentro da empresa. Desta forma, a sensibilização pode ser mais eficiente e o engajamento de todos os colaboradores é maior. O Ecotime foi formado por um funcionário de cada setor. Essas pessoas serão responsáveis por repassar a metodologia aos demais colegas e fazer acontecer sua implementação na Empresa.

O Ecotime terá como funções: realizar o diagnóstico, implantar o programa, identificar oportunidades e implantar medidas de Produção Mais Limpa, monitorar o programa e dar continuidade ao programa. Nesta fase da implantação da metodologia é sugerida a utilização da Matriz de Responsabilidades utilizada para a identificação das responsabilidades dentro do grupo. O Ecotime foi definido pelo pesquisador que também é o gerente da indústria.

Com a matriz de responsabilidades é possível especificar funções aos participantes do grupo, já que muitos estudos de PML não o fazem. Após definir o Ecotime e as responsabilidades de cada participante, o próximo passo é a montagem de um cronograma de trabalho, utilizando como base, a ferramenta Gráfico de Gantt A Figura 1 apresenta o Gráfico de Gantt como ferramenta utilizada para o estabelecimento de um cronograma da realização das atividades na indústria entre março e junho 2015.

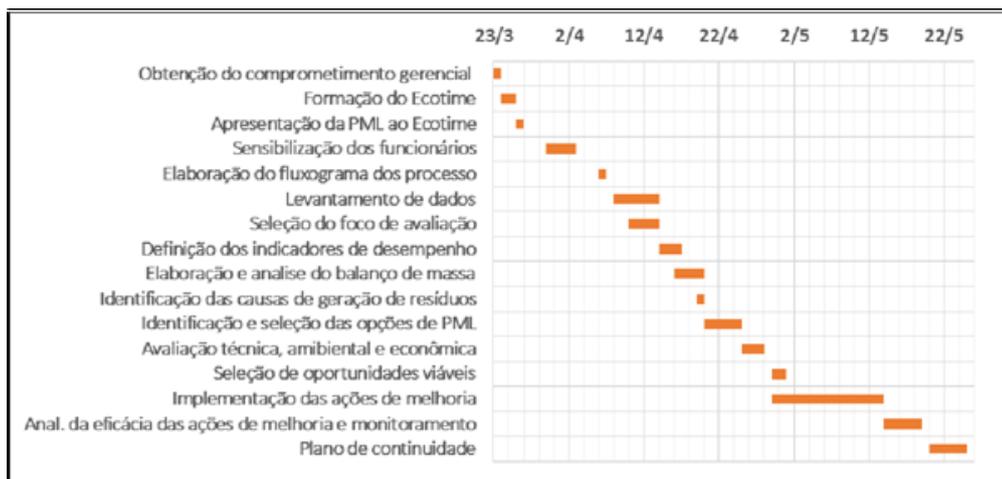


Figura 1 - Cronograma de trabalho para implementação do método.

Conforme cronograma de trabalho, esta é uma fase muito importante, onde o Ecotime recebeu treinamento sobre os conceitos básicos da PML, enfatizando a estrutura de funcionamento, metodologia de implantação, treinamento sobre ferramentas da qualidade e ciclo PDCA. Foram abordadas as ferramentas: Brainstorming, 5S e PDCA, pois são as ferramentas da qualidade que apresentam a maior facilidade de entendimento do programa.

Na empresa a sensibilização dos funcionários foi feita por grupos. Primeiramente, a sensibilização da alta direção. O segundo grupo a ser sensibilizado foi o de responsáveis pelos setores, ou seja, administrativo, recursos humanos, almoxarifado, produção, e por fim com os colaboradores de cada setor separados da seguinte forma: armadura, estruturas, laje alveolar, usina/laboratório, manutenção e 50 logística. A sensibilização ocorreu através de palestras explicando o que é Produção Mais Limpa, qual o objetivo do programa, como ele funciona e importância da participação e interesse de cada colaborador.

3.1.2 Etapa 2: Pré-avaliação (diagnóstico)

Nesta etapa realiza-se uma breve avaliação das atividades executadas pela empresa, por meio de visitas nas áreas internas e externas da empresa, visualização de layout, e estabelecimento do fluxo do produto pelo layout.

O fluxograma de processo, permite a visualização e a definição do fluxo qualitativo de matéria-prima, água e energia no processo produtivo. A partir desses, visualiza-se a geração de resíduos durante o processo, o que permite agir para a formação de uma estratégia de minimização da geração de resíduos sólidos de concreto.

O processo produtivo da laje alveolar inicia-se com a preparação das formas metálicas, ou também chamadas de pistas, com a limpeza e aplicação do óleo desmoldante. Inspecciona-se a forma para ver se ficou alguma sujeira ou excesso de óleo e na sequência, a partir dos projetos, define-se a quantidade de cordoalhas, cabos de aço que são as armaduras das lajes alveolares, e as posicionam nas formas. Inspecciona-se novamente para ver se as cordoalhas estão na posição e na quantidade estipulada em projeto. Logo após realiza-se a protensão, uma força de tração de X toneladas é aplicada individualmente a cada cordoalha e, ao término dessa operação, a máquina moldadora, que realiza a modelagem da laje, é colocada na pista. Inspecciona-se novamente para ver se todas as cordoalhas foram bem protendidas e se não existem sujeiras nas formas e então inicia-se a concretagem.

Nessa etapa, a concretagem é realizada pela usina de concreto, com o auxílio do laboratório na elaboração dos traços de concreto. Após um período de cura, que varia de acordo com a temperatura ambiente e a liberação da resistência mínima exigida para o concreto, obtida no laboratório através do rompimento dos corpos-de-prova, é realizada a desprotensão e o corte

das lajes, de acordo com os projetos produzidos na forma. As lajes são retiradas da forma, com equipamento apropriado, e se houver necessidade acabamentos nas peças são realizados. Em seguida uma última inspeção final é realizada na peça de laje alveolar acabada, onde medidas como comprimento, largura, recortes e esquadro são conferidos. Por fim a peça aprovada e pronta vai para o estoque onde aguarda ser carregada para obra.

O processo de coleta de dados pode ser realizado a ferramenta Folha de Verificação, pois assim, os dados coletados ficam dispostos de modo organizado, facilitando a fase de avaliação dos mesmos.

Afim de ajudar na definição das causas raízes dos problemas de geração de resíduos de concreto, pode-se aplicar a ferramenta Estratificação, a qual pode ser aplicada quando os dados da folha de verificação não mostram a quantidade de resíduos sólidos gerados por setor, máquina, turno de trabalho ou operadores da área ou processo. Portanto, os dados estão agrupados, e pela estratificação, os mesmos poderiam ser mais detalhados.

Nesta fase pode-se ainda recorrer ao Benchmarking, sugerida pelo método, que é a busca das melhores práticas que conduzem ao desempenho superior numa determinada situação.

Existem duas ferramentas que podem ser utilizadas na fase de seleção do foco de avaliação, sugeridas pelo Método PML Integrado de Cotrim (2014), o Parâmetro GUT (Gravidade, Urgência e Tendência), o qual por meio de ponderação atribui-se valor as informações coletadas, e o Gráfico de Pareto, que permite a visualização mais fácil dos dados estratificados. Optou-se por utilizar o Gráfico de Pareto por ser mais simples e de mais fácil visualização das informações.

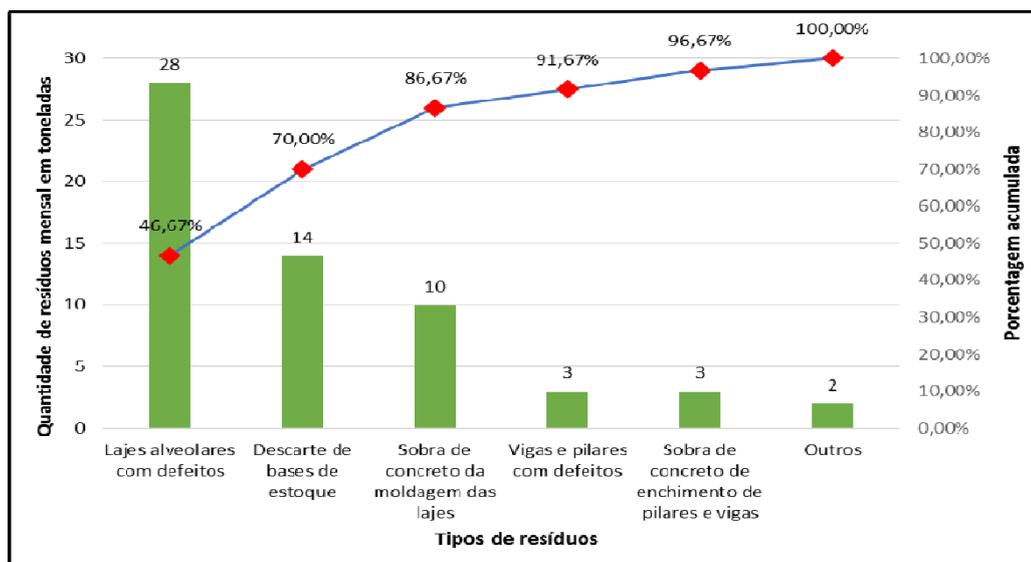


Figura 2 - Gráfico de Pareto para a quantificação de resíduos sólidos de concreto

O gráfico nos mostra que o maior problema na geração de resíduos sólidos de concreto está nas lajes alveolares com defeitos, que representa 46,67% dos resíduos gerados pela indústria. As bases de estoque, composta por lajes alveolares com defeito de fabricação, vigas e pilares com problemas, representam cerca de 23,33% dos resíduos gerados. Na sequência, a sobra de concreto de moldagem das lajes alveolares representa 16,67% dos resíduos gerados pela indústria. Com base nesses dados levantados, o Ecotime decidiu como foco de avaliação o setor de produção de lajes alveolares.

A definição dos indicadores de desempenho deverá identificar o parâmetro que será acompanhado, relacionando-o com a produção da Empresa.

Para a implementação do programa na Empresa, os indicadores de desempenho estipulados são: quantidade de concreto produzida pela usina (m³), quantidade de concreto por laje (m³)

(estipulada em projeto), e a quantidade de concreto por laje descartada (m³) (estipulada em projeto).

3.1.3 Etapa 3: Avaliação

A etapa de avaliação tem como objetivo levantar dados concretos atualizados, analisá-los, e determinar quais são as opções de PML existentes para o ajuste dos aspectos anteriormente priorizados.

Primeiramente é realizado o levantamento dos dados quantitativos mais detalhados nas etapas do processo priorizadas durante a atividade de Seleção do Foco da Avaliação. Definidos os pontos críticos das medições é necessário realizar um mapeamento do processo para identificar com mais precisão os focos geradores de resíduos, facilitando a realização do balanço de massa e/ou de energia. Mapeando o processo, um fluxograma específico deve ser construído para a realização do balanço.

A identificação dos indicadores é fundamental para avaliar a eficiência da metodologia empregada e acompanhar o desenvolvimento das medidas de Produção Mais Limpa implantadas. Serão analisados os indicadores atuais da empresa e os indicadores estabelecidos durante a etapa de quantificação. Dessa forma, será possível comparar os mesmos com os indicadores determinados após a etapa de implementação das opções de Produção Mais Limpa. Após a etapa de elaboração e análise do balanço de massa, é necessário identificar as causas de geração de resíduos sólidos de concreto no setor de laje alveolar. Para auxiliar nessa etapa, foi realizado um Brainstorming com a participação de todos os integrantes do Ecotime, onde todos os participantes relataram suas visões e opiniões sobre o que estaria contribuindo para geração dos resíduos sólidos de concreto. A partir desta atividade possibilitou a estruturação do Diagrama de Ishikawa, demonstrado na Figura 3.

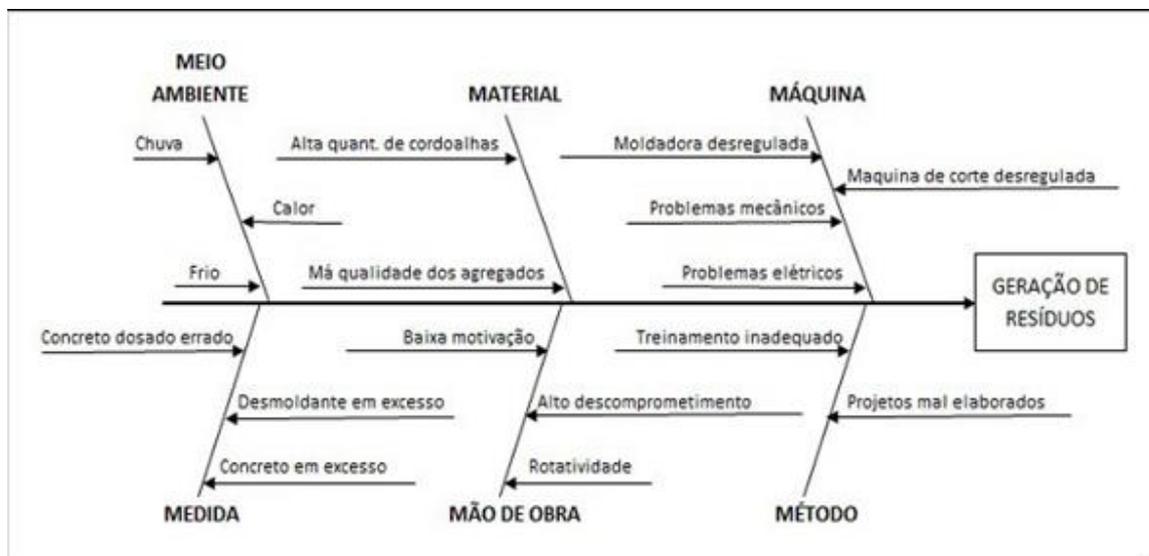


Figura 3 - Diagrama de causa e efeito do setor de laje alveolar

Em seguida, são identificados os pontos críticos de geração de resíduos sólidos de concreto no setor de laje alveolar, e a partir deles são selecionadas as melhores opções de Produção Mais Limpa a serem aplicadas.

Mais uma vez ficou claro para todos do Ecotime que o maior problema da geração de resíduos da empresa está no operacional, colaboradores que não estão comprometidos com suas funções e objetivos do processo.

3.1.4 Etapa 4: Estudo da viabilidade

A etapa de estudo de viabilidade tem como objetivo fazer uma avaliação técnica, econômica e ambiental e seleção das oportunidades viáveis do programa.

Na avaliação técnica é importante considerar: o impacto da medida proposta sobre o processo, produtividade e segurança; todos os funcionários e departamento atingidos pela implementação das opções de PML; necessidade de mudança de mão de obra, operações adicionais, e equipe de manutenção, além de treinamentos adicionais dos técnicos e outras pessoas envolvidas. Durante a avaliação ambiental o modelo considera importantes os seguintes pontos: a quantidade de resíduos e emissões que será reduzida; a redução na utilização de recursos naturais. Na avaliação econômica os pontos considerados são: os investimentos necessários; os custos operacionais e receitas do processo existente e os custos operacionais e receitas projetadas das ações a serem implantadas; a economia da empresa com a redução/eliminação de multas.

Através dos resultados encontrados durante a atividade de avaliação técnica, ambiental e econômica possibilitarão a seleção das medidas viáveis de acordo com os critérios estabelecidos pelo Ecotime.

Foi possível concluir a importância de se cumprir as ações sugeridas, foram analisadas oportunidades como treinamentos periódicos e ações diretamente junto aos colaboradores do setor de laje alveolar e usina, setores diretamente responsáveis pela geração dos resíduos sólidos de concreto. Também foi feita uma análise onde se refere a manutenção das máquinas, com a implantação da manutenção preventivas e autônomas.

3.1.5 Etapa 5: implementação e monitoramento

Método da PML Integrado propõe, nessa etapa será tentado implantar o Programa 5S, que através desse, o setor de qualidade também se estruturou para a inclusão de boas práticas de fabricação, voltada diretamente ao produto e na redução da geração de resíduos sólidos de concreto.

A sensibilização dos Cinco Sentos foi realizada para todos os colaboradores, objetivando o sucesso da implantação através da participação e compreensão dos mesmos. A palestra foi ministrada pelo pesquisador idealizador do trabalho com o auxílio do Ecotime.

Assim foi apresentada filosofia do 5S, estabelecidas metas a serem alcançadas e então determinado um prazo de 20 dias para o desenvolvimento do programa 5S, analisando o avanço das etapas, de forma que os colaboradores se sentissem motivados a desenvolver tais tarefas. O programa de educação e conscientização dos colaboradores através dos cinco sentos visa à importância de se manter um ambiente limpo e organizado. As Etapas de implantação de cada Senso são descritas como segue:

- *Seiri*: Senso de Utilização

Conceito: “Separar o útil do inútil, eliminando o desnecessário.”

- *Seiton*: Senso de Ordenação

Conceito: “Identificar e arrumar tudo para que qualquer pessoa possa encontrar facilmente.”

- *Seisou*: Senso de Limpeza

Conceito: “Manter o ambiente sempre limpo, eliminando as causas da sujeira e aprendendo a não sujar.”

- *Seiketsu*: Senso de Higiene

Conceito: “Manter um ambiente de trabalho sempre favorável a saúde e higiene.”

- *Shitsuke*: Senso de Autodisciplina

Conceito: “É desenvolver hábito de observar e seguir normas, regras, procedimentos, atender especificações, sejam escritas ou informais. Este hábito é resultado do exercício da força mental, moral e física. É a demonstração de respeito a si próprio e aos outros.”

O plano de monitoramento corresponde a fase do Check (Verificar) do ciclo PDCA. Os indicadores relevantes para a opção em estudo foram a quantidade de resíduo sólido gerado, que será monitorado mensalmente e discutido em reuniões com o Ecotime e representantes dos setores envolvidos. Esta etapa é muito importante, pois ela demonstra com fatos reais a eficácia do programa à alta direção em números, o que gera incentivo para o comprometimento com a continuidade do programa. O Método PML Integrado de Cotrim (2014) sugere para facilitar as análises, utilizar nessa etapa Folha de Verificação, Gráficos de Pareto ou Gráficos Lineares para confrontar todos os resultados esperados com os realmente alcançados. Esta etapa é muito importante, pois ela demonstra com fatos reais a eficácia do programa à alta direção em números, o que gera incentivo para o comprometimento com a continuidade do programa. O plano de continuidade torna-se importante para que o programa implantado torne-se um habito na rotina de todos os colaboradores da empresa. O Método PML Integrado (Cotrim, 2014) sugere para essa etapa a aplicação do 5W2H.

What (O que)	Why (Porque)	Where (Onde)	Who (Quem)	When (Quando)	How (Como)	How Much (Quanto)
Manutenções das máquinas	Máquinas desreguladas podem causar o desperdício de concreto durante o processo de moldagem da laje alveolar	Setor de laje alveolar e manutenção	Encarregado do setor de laje alveolar e manutenção	Imediato	Substituindo peças com defeito, colocando em pratica o plano de manutenção preventiva	Valores sem possibilidade e estimação por necessidades de orçamentos e por mix variado de peças
Boas práticas de PML	Custo baixo, alto retorno, melhoria visível, melhor organização, menor geração de resíduos	Setor de laje alveolar e setor da usina	Encarregado do setor de laje alveolar e setor da usina	Imediato	Treinamentos periódicos e ações diretamente junto aos colaboradores do setor de laje alveolar e usina	Custo relacionado ao tempo de trabalho utilizado para treinamentos, ou seja, hora/trabalhador
Expansão do programa para outros setores da indústria	Custo baixo, alto retorno, melhoria visível, melhor organização, menor geração de resíduos em toda a indústria	Setor de estrutura e setor de armadura	Encarregado do setor de estrutura e setor de armadura	Imediatamente após a concretização das boas práticas de PML nos setores de laje alveolar e usina	Treinamentos periódicos e ações diretamente junto aos colaboradores do setor de estrutura e armadura	Custo relacionado ao tempo de trabalho utilizado para treinamentos, ou seja, hora/trabalhador

Quadro 2 - Plano de continuidade para o programa

O acompanhamento dos indicadores das tarefas descritas no Quadro 2 e ambientais deve ocorrer periodicamente, de preferência, sendo olhados mensalmente pela diretoria da empresa, como item de reunião de resultados. É importante que novos objetivos e metas sejam estabelecidos para dar continuidade ao ciclo PDCA assegurando que o programa de PML possa dar continuidade às melhorias ambientais na empresa. 80 Para que haja uma continuidade e para que a implementação do método proposto perdure, o pesquisador sugeriu ao Ecotime que também sejam realizadas auditorias mensais para analisar o desenvolvimento do Programa 5S, ferramenta utilizada na implantação de Boas Práticas de PML descrita no método PML. Para a realização destas auditorias, foi elaborado, através de outra ferramenta da Qualidade, a Folha de Verificação.

4. ANÁLISE E DISCUSSÕES

Analisando os resultados, a meta estabelecida da primeira fase da pesquisa, que era a redução de 60 ton/mês para 24 ton/mês, ou seja 60%, não foi alcançada. Contudo, como a implementação da PML se deu em apenas um setor da empresa, pode-se dizer que a redução de 41,67% na geração de resíduos sólidos de concreto é relevante e condiz com a proposta do método. Outra análise importante a ser observada é que o plano de manutenção autônoma, realizada periodicamente pelos próprios operadores das máquinas, colaboram muito para diminuição da geração de resíduos. Esse fato pode ser comprovado através das lajes alveolares com defeito, que teve uma redução de geração de resíduos de 28 ton/mês para 17 ton/mês, onde máquinas foram reguladas e ajustadas diariamente e peças com defeito foram substituídas. Em se tratando da economia financeira que a redução na geração de resíduos apresentou, teve uma queda de R\$ 1.800,00/mês para R\$ 1.050,00/mês nos custos de descarte de resíduos de concreto. Durante a execução do programa, a cobrança pelo cumprimento das metas de produção, a resistência à mudança e a falta de envolvimento e motivação dos funcionários com cargos de liderança e operacional criaram grandes dificuldades para que o método fosse implementado, sendo necessário a explanação com frequência sobre a importância do método. Estes fatos podem dificultar a manutenção do programa dentro da empresa, exigindo ainda mais a conscientização e comprometimento da alta direção. Falha na documentação da qualidade e ambiental e carência também foi um empecilho para o desenvolvimento mais linear da implementação da PML. Com relação às barreiras técnicas podemos citar a limitação de recursos humanos para o desenvolvimento das tarefas, limitação de acesso as informações técnicas, e a limitação das condições de manutenção, dependendo na maioria das vezes de empresas terceirizadas. Contudo, o Ecotime mostrou-se bastante confiante em expandir o programa para outros setores, e com a melhoria contínua que o ciclo PDCA propõe, a tendência é que a cada mês os indicadores se aproximem da meta desejada.

5. CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste estudo de caso possibilitou a aplicação da Produção Mais Limpa no processo de uma indústria de pré-fabricados de concreto a fim de diminuir a geração de resíduos e os custos industriais. Durante o estudo, ferramentas da qualidade auxiliaram no desenvolvimento e implementação do programa na indústria.

A seleção dos integrantes do Ecotime foi um fator muito importante para o sucesso do programa no setor de laje, pois foram escolhidas pessoas com cargos de liderança na empresa, fato esse que no ramo da construção civil é fundamental para obtenção de êxito na realização das tarefas.

O levantamento de dados permitiu a criação dos indicadores de custos relacionados com a gestão dos resíduos de concreto, onde a quantidade gerada média era de 60 toneladas por mês ao custo da disposição era de R\$ 30,00 por tonelada, o que dava um custo mensal para a empresa de R\$ 1.800,00 para descartar os resíduos.

Esses indicadores mostraram que existia uma grande geração de resíduos sólidos de concreto no setor de laje, e que essa grande geração de resíduos se dava por conta de problemas no operacional, colaboradores que não estão comprometidos com suas funções e objetivos do processo. Através do Brainstorming realizado, ficou constatado que o foco principal desse estudo era a Produção Mais Limpa ser aplicada no Nível 1, reduzindo na fonte o problema. Para isso, foram trabalhadas as oportunidades de modificação no processo aplicando boas práticas de PML implantando o programa 5S no setor de produção de laje alveolar.

Durante a implementação do programa, surgiram ideias de métodos de como aproveitar os resíduos de concreto gerados no processo de produção. Uma delas, e que foi colocada em prática e deu um ótimo resultado, foi a confecção de peças pequenas com a sobra de concreto, as quais essas peças irão servir para uma futura obra de melhoria interna da empresa.

Portanto, perante o cenário competitivo do mercado e de contenção de despesas que se exige por parte das empresas, concluiu-se que o estudo de caso implantando o Método de Produção Mais Limpa Integrado foi eficaz no setor de laje alveolar de uma indústria de pré-fabricados de concreto, podendo ele ser estendido para toda empresa, o que pode reduzir ainda mais os custos industriais e contribuir ainda mais para o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ANGULO, S. C.; ZORDAN, S. E.; JOHN, V. M. **Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem de Resíduos na Construção Civil**. In: IV SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A CONSTRUÇÃO CIVIL – MATERIAIS RECICLÁVEIS E SUAS APLICAÇÕES, São Paulo/SP, 2001.

ARAÚJO, Alexandre Feller de. **A Aplicação da Metodologia de Produção Mais Limpa**: Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em <http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads>. Acesso em 17/09/2014.

BECKER, Davi Figueiredo. **A Metodologia da Produção Mais Limpa Aplicada a Construção Civil**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007. São Paulo. Disponível em: <http://www.brasilpnuma.org.br>. Acesso em: 25/01/2015.

CNTL/SENAI-RS. **Produção Mais Limpa em Edificações**. Departamento Regional do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI, 2007. 88 p. Disponível em: <http://www.senairs.org.br>. Acesso em: 17/09/2014.

DONAIRE, Denis. **Gestão ambiental na Empresa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999

FIGUEIREDO, P. J. M. **A Sociedade do Lixo: os Resíduos, a Questão Energética e a Crise Ambiental**. Piracicaba/SP, Editora UNIMEP, 1994.

LEMONS, Ângela Denise, NASCIMENTO, Luis Felipe. **A Produção Limpa como Geradora de Inovação e Competitividade**: 22º ENAMPAD (Encontro Nacional de Programas de PósGraduação em Administração), 1998, Foz do Iguaçu, PR, Brasil. Foz do Iguaçu: ENAMPAD, 1998.

NOVAES, M. de V.; MOURÃO, C. A. M. **Manual de Gestão Ambiental de Resíduos Sólidos na Construção Civil/COOPERCON**. Fortaleza/CE, 2008, 100p

SALAZAR FILHO, H, O. **A Aplicação da Metodologia de Produção Mais Limpa Através dos Círculos de Controle da Qualidade – CCQ Em Uma Indústria Do Setor Metal Mecânico – Estudo De Caso**. Universidade Federal De Santa Catarina. Dissertação de Mestrado. Florianópolis, 2002. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br>. Acesso em: 25/01/2015.ⁱⁱ

ⁱ UNIDO/UNEP Manual (a). Cleaner Production Assesment Manual. Part One. Introduction to Cleaner Production. Draft, 30 June 1995a.