



UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS  
CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE P+L E LEAN AND  
GREEN NUMA CENTRAL DOSADORA DE CONCRETO**

**PATRÍCIA SARDÃO DA SILVA**

São Leopoldo, Abril de 2014.



PATRÍCIA SARDÃO DA SILVA

**APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE P+L E LEAN AND  
GREEN NUMA CENTRAL DOSADORA DE CONCRETO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

**Orientador:** Prof. Dr. Carlos Alberto Moraes  
**Co-Orientador:** Prof. Dr<sup>a</sup>. Andrea Parisi Kern

**Banca examinadora:** Prof. Dr. Asher Kiperstok  
Prof<sup>a</sup>. Dra. Marlova P. Kulakowski  
Prof<sup>a</sup>. Dra. Feliciane A. Brehm

São Leopoldo, Abril de 2014.

S586a Silva, Patrícia Sardão da  
Aplicação dos conceitos de P+L e lean and green numa central dosadora de concreto / Patrícia Sardão da Silva. – 2014.  
114 f. :il. color. ; 30cm.  
Dissertação (mestre em Engenharia Civil) -- Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, São Leopoldo, RS, 2014.  
Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Moraes. Co-Orientador: Profª. Drª. Andrea Parisi Kern.

1. Engenharia Civil - Gestão ambiental. 2. Produção Mais Limpa. 3. Lean and Green. 4. Dosadora - Concreto. I. Título. II. Moraes, Carlos Alberto. III. Kern, Andrea Parisi.

CDU 624:504

Catálogo na Publicação:  
Bibliotecário Eliete Mari Doncato Brasil - CRB 10/1184



**PATRÍCIA SARDÃO DA SILVA**

**APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE P+L E LEAN AND GREEN  
NUMA CENTRAL DOSADORA DE CONCRETO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração: Gerenciamento de Resíduos, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Aprovada em 29 de abril de 2014



Prof. Dr. Carlos Alberto Mendes Moraes  
Orientador – UNISINOS



Prof.ª Dr.ª Luciana Paulo Gomes  
Coordenadora do PPGEC/UNISINOS



Prof.ª Dr.ª Andrea Parisi Kern  
Coorientadora – UNISINOS

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Asher Kiperstok - UFBA



Prof.ª Dr.ª Feliciane Andrade Brehm – UNISINOS



Prof.ª Dr.ª Marlova Piva Kulakowski - UNISINOS

*Dedico essa conquista em especial para a  
minha filha Isadora Estrella, aos meus pais  
e amigos.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus pais Calisto e Ione por todo o amor e principalmente por todo o incentivo na minha jornada acadêmica, sem eles não seria possível o desenvolvimento dos meus estudos. Agradeço todo apoio recebido pelos meus irmãos Felipe e Fernando.

Meu agradecimento especial à minha filha Isadora, que soube entender minhas ausências nos finais de semana, nos momentos de provas escolares e que sempre me apoiou ficando do meu lado algumas madrugadas.

Ao querido Maurício por todo carinho, cuidado e principalmente pelo companheirismo e compreensão das ausências nos momentos de estudo e dedicação a esta dissertação.

Ao amigo e colega de profissão Gustavo Marques da Costa, pelo apoio ao longo da dissertação e principalmente pela troca de ideias e das correções na reta final do trabalho.

Ao Professor Carlos Moraes, meu agradecimento, primeiramente por me aceitar como orientanda, por acreditar na minha capacidade de concluir esta dissertação e pelos puxões-de-orelha. Sua orientação e compreensão foram importantes para o alcance dos meus objetivos.

À Professora Andrea Kern, meu agradecimento, por aceitar a co-orientação desta dissertação e pelas críticas construtivas recebidas ao longo deste trabalho.

Aos professores e colegas do PPGE e equipe do NUCMAT por toda ajuda e conhecimentos adquiridos.

Aos colegas que conheci nesta jornada e que aos poucos se tornaram grandes amigos, Rodrigo, Leandro e Francieli. Obrigada pelo apoio, força e pela alegria em todos os momentos.

Ao órgão de fomento à pesquisa, FAPERGS, pela concessão da bolsa de estudos, pelo financiamento da pesquisa.





## **FONTES DE FINANCIAMENTO DA PESQUISA**



Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul



# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>19</b>
1.1	JUSTIFICATIVA	21
1.2	OBJETIVOS	24
1.2.1	Objetivo geral	24
1.2.2	Objetivos específicos	24
1.3	ESTRUTURA DA PESQUISA	24
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>25</b>
2.1	GESTÃO AMBIENTAL	25
2.2	ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	26
2.3	INDICADORES AMBIENTAIS	30
2.4	PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L)	32
2.5	FILOSOFIA LEAN	36
2.6	FILOSOFIA LEAN AND GREEN	38
2.7	CENTRAIS DOSADORAS DE CONCRETO	42
2.7.1	Concreto dosado em central	44
2.7.2	Resíduos da produção de Concreto	45
<b>3</b>	<b>MÉTODO DE PESQUISA</b>	<b>49</b>
3.1	DESCRIÇÃO DA EMPRESA OBJETO DE ESTUDO	49
3.2	DELINEAMENTO DA PESQUISA	51
3.3	FERRAMENTAS DE PESQUISA	52
3.4	DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO	54
3.4.1	Diagnóstico Ambiental	54
3.4.2	Identificação e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais	57
3.4.3	Aplicação dos conceitos de P+L e Lean and Green	61
3.4.4	Levantamento dos Indicadores Ambientais	62
3.4.5	Diretrizes Ambientais	62
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>65</b>
4.1	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	65
4.1.1	Análise do Diagrama de Blocos	66
4.2	LEVANTAMENTO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS	68
4.3	ANÁLISE DO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	72
4.3.1	Análise documental	72
4.3.2	Central Dosadora de Concreto	75
4.4	LEVANTAMENTO DOS INDICADORES AMBIENTAIS	88
4.2.	DIRETRIZES AMBIENTAIS	90
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES FINAIS</b>	<b>93</b>
5.1.	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	94
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>96</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>109</b>
	<b>APÊNDICE I- DIAGNÓSTICO AMBIENTAL- MARÇO/2012</b>	<b>110</b>
	<b>APÊNDICE II- DIAGNÓSTICO AMBIENTAL- DEZEMBRO/2012</b>	<b>111</b>
	<b>APÊNDICE III- LEVANTAMENTO DOS ASPECTOS E IMPACTOS</b>	<b>112</b>
	<b>APÊNDICE IV- MODELO CHECK LIST</b>	<b>113</b>
	<b>APÊNDICE V- PLANILHA DE LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS</b>	<b>114</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Compilação de trabalhos encontrados nas bases de pesquisa.....	23
Tabela 2 Instrumentos de gestão ambiental de empreendimentos e os diversos usos da avaliação de impacto ambiental.....	29
Tabela 3 - Evoluções do Conceito <i>Lean</i> .....	37
Tabela 4 Classificação dos Impactos Ambientais .....	58
Tabela 5 Ferramentas de Análise da P+L e <i>Lean and Green</i> .....	61
Tabela 6 Indicadores Ambientais .....	62
Tabela 7 Instrumento Avaliativo e seus Requisitos Básicos .....	64
Tabela 8 Lista dos principais impactos ambientais relacionados à Produção de Concreto Usinado.....	70
Tabela 9 Avaliação dos Aspectos e Impactos Ambientais - Usina de Concreto.....	71
Tabela 10 Indicadores Ambientais .....	89
Tabela 11 Indicadores Ambientais- Ano Base 2012 .....	89
Tabela 12 Indicadores Ambientais- Ano Base 2013 .....	90



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama adaptado do Indicador de Pressão, Estado e Resposta. ....	31
Figura 2 Fluxograma da Geração de opções de Produção Mais Limpa (P+L) .....	35
Figura 3 Etapas e sub-etapas para a implementação de um programa de P+L .....	35
Figura 4 Sobreposições dos Princípios <i>Lean and Green</i> .....	41
Figura 5 Perímetro em azul, delimitando a área do empreendimento, foco deste estudo. ....	50
Figura 6 Empresa de Pré-Moldados, localizada em um galpão interno da CDC.....	51
Figura 7 Ferramentas de Pesquisa .....	52
Figura 8 Diagrama de Blocos .....	54
Figura 9 Fluxograma do Processo Produtivo .....	55
Figura 10 Planejamento Ambiental .....	56
Figura 11 Fluxograma para Construção de Diretrizes Ambientais .....	63
Figura 12 Diagrama de Massa Qualitativo - Área Administrativa.....	66
Figura 13 Diagrama de Massa Qualitativo- Central Dosadora de Concreto .....	66
Figura 14 Diagrama de Massa Qualitativos- Sanitários .....	67
Figura 15 Diagrama de Massa Qualitativo- Oficina Mecânica .....	67
Figura 16 Diagrama de Massa Qualitativo- Almoxarifado .....	67
Figura 17 Diagrama de Massa Qualitativo- Laboratório.....	67
Figura 18 Diagrama de Massa Qualitativo- Refeitório .....	68
Figura 19 Impactos significativos da CDC.....	69
Figura 20 Diagnóstico Ambiental- Março/2012.....	73
Figura 21 Diagnóstico Ambiental-Dezembro/2013 .....	74
Figura 22 Entradas, Fluxo produtivo e saídas para uma Central Dosadora de Concreto (CDC) .....	76
Figura 23 Processo de Reutilização da Água .....	78
Figura 24 Processo de Reutilização da Água: 01- Canaleta por onde a água passa; 02- Primeiro tanque de decantação; 03- Canal de escoamento; 04- Tanques de separação dos efluentes.....	79
Figura 25 Oficina Mecânica .....	86
Figura 26 Coleta de Óleo por empresa licenciada.....	87
Figura 27- Passo a passo para Construção de Diretrizes Ambientais para Centrais Dosadoras de Concreto.....	91





## LISTA DE ABREVIATURAS

ABESC Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem do Brasil  
ABRAMAT Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção  
ABRELPE Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais  
ANEPAC Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil  
ACV Análise do Ciclo de Vida  
ASCE *American Society of Civil Engineers*  
BNDES Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social  
BR Brasil  
CDC Central Dosadora de Concreto  
CETESB Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental  
CERF *Civil Engineering Research Foundation*  
CNTL Centro nacional de Tecnologias Limpas  
CONAMA Conselho Nacional de Meio Ambiente  
DNPN Departamento Nacional de Produção Mineral  
FGV Fundação Getúlio Vargas  
FIHP *Federación Iberoamericana de Hormignón Premesclado*  
IBAMA Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IBRAM Instituto Brasileiro de Mineração  
IPEA Instituto de Pesquisa Econômica  
NBR Normas Brasileiras  
P+L Produção Mais Limpa  
PATRAM Patrulha Ambiental  
PGRCC Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil  
PGRS Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos  
PIB Produto Interno Bruto  
PNRS Política Nacional de Resíduos Sólidos  
PNUMA Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente  
RCC Resíduos da Construção Civil  
RCD Resíduos da Construção e Demolição  
SEBRAE Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas  
SENAI Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial  
SGA Sistema de Gestão Ambiental  
SINDUSCON Sindicato da Indústria da Construção Civil  
SNIC Sindicato Nacional das Indústrias do Cimento



## RESUMO

SILVA, P.S. **Aplicação dos conceitos de P+L e Lean and Green numa Central Dosadora de Concreto.** São Leopoldo, 2014.110f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Unisinos, São Leopoldo. 2014.

Nos últimos anos, a geração de resíduos oriundos das atividades da construção civil tem crescido em grandes proporções e, com ela, o consumo de recursos naturais. A complexidade ambiental é causada pela extração e utilização desses recursos comprometendo os ecossistemas. O processo de gestão ambiental, inserido dentro do setor da construção civil, visa primeiramente à redução dos impactos ambientais e posteriormente contribui para o controle sistemático do consumo de insumos e matérias primas utilizadas no processo de produção; com possíveis ganhos na redução dos impactos ambientais negativos e na geração de resíduos, principalmente com uma menor disposição final destes resíduos no meio ambiente. Este estudo objetiva desenvolver e aplicar os conceitos da Produção Mais Limpa e da filosofia *Lean and Green* em uma Central Dosadora de Concreto, com a finalidade de avaliar ambientalmente o processo de produção de concreto. O estudo de caso foi desenvolvido com base na análise e interpretação do diagnóstico ambiental juntamente com a revisão dos registros documentais, fotográficos e visitas periódicas em uma Central Dosadora de Concreto localizada em um município do extremo sul do Estado do Rio Grande do Sul. Primeiramente, foi realizado um diagnóstico ambiental para avaliar a situação atual da empresa. Posteriormente foram coletados dados quali-quantitativos para elaboração dos indicadores ambientais e, por último, foram analisados os resultados levantados. Diante da análise da abordagem dos conceitos de Produção Mais Limpa e da filosofia *Lean and Green* foi possível alinhar e avaliar a central dosadora de concreto. No período de estudo foi possível identificar que sem a devida orientação e capacitação ambiental aplicada a todos os colaboradores envolvidos, não é possível desenvolver uma melhoria contínua de seus processos com redução dos impactos ambientais desta atividade. Dentre os fatores observados e avaliados positivamente foi a capacidade e empenho do ecotime ao longo da pesquisa, mesmo não tendo identificado a consciência e conscientização dos gestores, mas houve o interesse pelo assunto e pequena mudança de postura. Deste modo, a partir dos conceitos é possível promover um método de avaliação ambiental e iniciar um banco de dados através da análise do fluxo de matérias-primas, sendo de maior relevância a possibilidade de mitigação dos impactos ambientais através da implantação da gestão dos resíduos da concreteira.

Palavras-chave: Gestão Ambiental, Produção Mais Limpa, *Lean and Green*, Central Dosadora de Concreto.



## **ABSTRACT**

SILVA, PS Application of the concepts of CP and Lean and Green in a Concrete Batching Plant. São Leopoldo, 2014.110f. Thesis (MS in Civil Engineering) - Graduate Program in Civil Engineering, Unisinos, São Leopoldo. In 2014.

In recent years, the generation of waste from the construction activities has grown into large proportions, and with it, the consumption of natural resources. Environmental complexity is caused by the extraction and use of these resources compromising ecosystems. The process of environmental management, applied within the construction industry, primarily aimed at reducing environmental impacts and subsequently contributes to the systematic control of the consumption of inputs and raw materials used in the production process; with possible gains in reducing negative environmental impacts and waste generation, especially with a smaller final disposal of these wastes into the environment. This study aims to develop apply the concepts of Cleaner Production and Lean and Green philosophy in a Central Concrete Dosing, with the purpose of environmentally evaluate the process of concrete production. The case study was developed based on the analysis and interpretation of environmental assessment together with a review of the documentary, photographic periodic visits and records in a Central Concrete Dosing a municipality located in the southernmost state of Rio Grande do Sul. Firstly, one environmental assessment was conducted to assess the current situation. Later qualitative and quantitative data for the preparation of environmental indicators were collected and, finally, the results gathered were analyzed. Among the results, it was found that the specific approach the concepts of Cleaner Production and Lean and Green philosophy is suitable for you can evaluate the dosing concrete plants, as well as the possibilities for the reduction of environmental impacts should be evaluated the generation of the product. There must be a good level of environmental concern ally rational use of natural resources and especially the engagement of all stakeholders, so that the company can develop a pattern of continuous improvement with a focus on sustainability. During this research it was found that if the company uses the concepts of Cleaner Production and Lean and Green philosophy as environmental assessment method in its production process is environmentally possible to manage the company, as well as reduce the impact potential impacts promoted by production concrete. It is still possible to optimize the existing process with the allowance of environmental indicators and disseminate consumer or environmental agencies improvements of the environmental aspects of its products and processes, or even environmental qualities compare with other competitors. Thus, from these concepts is possible to promote a method of environmental assessment of all emissions, the flow of raw materials used, and in order to help better environmental management and reducing environmental impacts in Concrete Batching Plants.

**Keywords:** Environmental Management, Cleaner Production, Lean and Green, Concrete Batching Plants.



# 1 INTRODUÇÃO

A partir da revolução industrial, a inserção de novas tecnologias, a diversificação dos bens de consumo e a extração de recursos naturais na fabricação de produtos provocaram mudanças no cenário ambiental com significativa repercussão, em virtude da geração dos resíduos sólidos e dos impactos ambientais.

Conforme estudo de Seiffert (2014), no início da Revolução Industrial os recursos naturais ainda eram abundantes e a qualidade ambiental era pouco comprometida. Com o avanço, o homem inicia a extração desenfreada dos recursos naturais, que vão se tornando escassos, em virtude da apropriação por intermédio dos processos produtivos, conseqüentemente deteriorando a qualidade ambiental. A partir do século XX, verifica-se a elevação na compreensão de como as relações entre os seres humanos e o meio ambiente podem ser melhores conduzidos com a interferência de um processo de gestão ambiental.

No âmbito mundial, um dos setores que mais tem crescido é o da construção civil. Com o aumento da população mundial e a facilidade de liberação de crédito nos setores residencial e comercial, por parte do governo brasileiro, o número de construções e investimentos têm crescido constantemente. A geração de resíduos é cada vez maior, sendo grande parte dos insumos utilizados advindos dos recursos naturais não renováveis. De uma forma geral, a indústria da construção civil caracteriza-se pelo alto índice de consumo e perda de materiais, energia e água (ABESC, 2013).

A cadeia produtiva da construção civil (*construbusiness*) desempenha um papel considerável na economia internacional. Alguns autores como Schenini, Bagnati e Cardoso (2004) apontam que a construção civil é responsável por cerca de 40% do desenvolvimento de capital e emprega uma grande quantidade de trabalhadores. Por outro lado, consome entre 20% a 50% dos recursos naturais consumidos pela sociedade, dependendo da tecnologia utilizada.

Em virtude da extensa cadeia de suprimentos, através do elevado consumo de materiais e energia, contribuindo para gerar poluição, resíduos e ocupação do solo, a construção civil se tornou um dos setores industriais que mais provoca impactos negativos no meio ambiente. (ZAMBRANO, 2008; OTHMAN, 2009).

Em termos de resíduos gerados, segundo Marques Neto (2005), os resíduos da construção civil representam graves problemas ambientais, principalmente com a disposição inadequada e representativas perdas de matérias primas e desperdícios de insumos no processo.

O concreto, foco principal desta pesquisa, é um dos elementos de maior relevância que compõe as estruturas de concreto armado, sendo composto de um aglomerante (cimento), agregados miúdo e graúdo (areia e brita), água e aditivos, sendo que os agregados representam até 85% do volume do concreto (CAVALCANTI, 2011).

O concreto é definido como sendo o segundo material mais utilizado pelo homem, só sendo em menor quantidade do que a água (GUERREIRO, 2007; MEHTA e MONTEIRO, 2008). O consumo deste material tem aumentado anualmente, e, de acordo com a ABESC (2013), 3,5% deste material são produzidos por Centrais Dosadoras no Brasil.

De acordo com John (2003) *apud* Vares e Häkkinen (1998) o concreto produzido nas CDC's contém 8-15% de cimento, 2-5% de água e 80% de agregados (areia, brita) e menos de 0,1% de aditivo químico. Conforme dados do Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM, 2011) a produção nacional de agregados para construção civil é de 807 milhões de toneladas em substâncias minerais mais consumidas, sendo em 2012, 453 milhões de areia e 354 de brita. Os estados da região Sul representaram apenas 17,2% da demanda por agregados.

Segundo John (2001) o setor consome significativas quantidades de materiais com expressivo conteúdo energético e tem como diferencial a heterogeneidade destes (aço, cimento, alumínio, concreto, madeira, cerâmica), que necessitam ser transportados a grandes distâncias.

Os resíduos de construção e demolição (RCD's) <sup>1</sup> descartados podem causar problemas nos municípios, tais como: degradação de áreas e retirada de vegetação, alterando assim a paisagem natural; surgimento de depósitos em locais impróprios, provocando a obstrução de sistemas de drenagem, aumentando as chances de enchentes. Além disto, provocam a criação de ambientes propícios, juntamente com outros resíduos, para a proliferação de vetores prejudiciais às condições de saneamento e saúde humana (PINTO E GONZÁLES, 2005), e a destinação clandestina destes resíduos (JADOVSKI, 2005).

É necessário que as empresas do setor da construção civil, em especial as CDC's estejam engajadas ambientalmente; é iminente a revisão de seus processos produtivos. Devido

---

<sup>1</sup> Resíduos da Construção e Demolição, definimos através da Resolução CONAMA nº 307, como resíduos da construção civil.



à perspectiva da sociedade diante dos problemas ambientais, as empresas precisam deixar as posturas passivas e adotarem um comportamento ambiental preventivo. Estudos evidenciam que a inserção de um sistema de gestão ambiental, aplicado dentro das empresas como instrumento de prevenção e controle, a fim de gerenciar os potenciais riscos ambientais (ruídos, poluição atmosférica e geração de resíduos) tem reduzido os impactos ambientais, diminuindo, conseqüentemente, os custos com o tratamento e disposição de resíduos (SEIFFERT, 2011).

Em um estudo de caso, desenvolvido em uma central dosadora de concreto da Engemix (VIERIA, 2011), no período de 2009 foi desenvolvido um programa para evitar as perdas ocorridas no processo de produção de concreto. O programa tinha como objetivo verificar as causas, os custos e analisar as possíveis soluções quanto ao descarte de resíduos advindos de águas residuais nas centrais dosadoras. De acordo como autor, um ano após a implantação, houve uma redução em 80% nos resíduos gerados. Sendo assim, 350 milhões de litros de água deixaram de serem gastos nos processos e a empresa teve um ganho de 10 milhões de reais por ano. Outro estudo realizado por Sudhir Misra and Shweta Varsney (2011) mostra que é necessário que se desenvolvam metodologias e padrões ambientais para a produção de concreto, quanto às águas residuais que afetam o ar e o solo, do ponto de vista a minimizar os impactos ambientais gerados pela atividade e CDC's.

A inclusão de ferramentas de avaliação na gestão empresarial pode auxiliar na melhoria de ganhos ambientais, econômicos e sociais, distribuídos para os diferentes envolvidos, desde a sociedade, clientes e fornecedores, e a própria empresa junto aos seus *Stakeholders*.<sup>2</sup>

Essa dissertação tem como finalidade analisar as possíveis contribuições dos conceitos de Produção mais Limpa (P+L) e *Lean and Green* em uma central dosadora de concreto, contribuindo para a proposição de metodologias de avaliação ambiental.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Alguns setores da indústria de bens de consumo e de capital, dentre estes, o setor da construção civil, possui relutância na incorporação da gestão ambiental em seus processos produtivos (FIRJAN, 2008). Considerando o crescimento das atividades da construção civil, e do concreto ser um dos materiais mais utilizados neste setor a procura pela qualidade e pela

---

<sup>2</sup> *Stakeholders*: São agentes essenciais ao planejamento estratégico de negócios. Alguns exemplos de *stakeholders*: gestores, gerentes, supervisores, empregados, investidores e fornecedores. (FREEMAN, 1984).

racionalização nos canteiros de obras faz com que o concreto dosado em central seja cada vez mais utilizado (ABESC, 2007).

A construção civil é uma das áreas que mais consome matérias primas naturais, principalmente na produção do concreto. O ritmo acelerado nos cronogramas das obras têm demandado o aperfeiçoamento e alinhamento de todo o processo produtivo, principalmente quando a central dosadora de concreto precisa dar destino ao concreto residual gerado. (POLESELLO et.al, 2013).

Em alguns países da América do Norte, Europa e Japão, cerca de dois terços dos resíduos da construção e demolição são resultantes das centrais dosadoras e o restante de restos de obras. Este percentual representa uma oportunidade para a indústria de concreto para melhorar a sua produtividade, utilizando o agregado graúdo derivado destes resíduos da construção e demolição. A reciclagem destes resíduos tem sido bastante utilizada como alternativa especialmente nos países onde a areia é escassa e o custo com a eliminação é elevada. Além disso, o agregado em algumas jazidas tem se tornado escasso. SUDHIR MISRA AND SHWETA VARSNEY (2011).

A motivação para este trabalho considerou os estudos na área ambiental referente às atividades específicas das Centrais Dosadoras de Concreto (CDC), assim como a ausência de estudos acerca dos impactos ambientais gerados por essa atividade. É pequena a parcela de trabalhos relacionados à gestão ambiental em centrais dosadoras, apresentados pela literatura.

A maioria dos trabalhos encontrados, na revisão bibliográfica, são referentes a construção sustentável do concreto (JOHN, V.M., 2003), a adição e/ou incorporação de cinzas, escórias como complemento ao cimento, substituição de aditivos, gestão de resíduos na indústria de concreto (B.J. SEALEY, P.S. PHILLIPS, G.J. HILL, 2001), métodos para comparar as consequências ambientais e econômicas de diferentes soluções tecnológicas com base na influência sobre o consumo de cimento necessário para um determinado desempenho concreto (BOGDAN C., V.A., 2010), o uso das emissões de dióxido de carbono como ferramenta de comparação de impacto ambiental do concreto (FLOWER, D.; SANJAYAN, J., 2007). Esta constatação partiu da pesquisa realizada no período de março de 2012 a dezembro de 2013, tendo como fontes as bases de dados internacionais como *Science Direct*, base bastante utilizada na área de Engenharia Civil e bases de dados nacionais, como a Capes Portal de Periódicos, sendo sua busca pelo uso de palavras-chave, conforme Tabela 1.

**Tabela 1 Compilação de trabalhos encontrados nas bases de pesquisa**

Base de Dados	Palavras-chave	Frequência de trabalhos
<i>Science Direct</i>	<i>environmental management</i>	520341
	<i>concrete</i>	287118
	<i>concrete plants</i>	59946
	<i>concrete batching</i>	741
	<i>premixed concrete plants</i>	494
	<i>ready mix concrete plants</i>	2878
	<i>environmental management in concrete plants</i>	19686
	<i>environmental management in concrete batching</i>	154
	<i>environmental impact in concrete plants</i>	21409
	<i>environmental impact in concrete batching</i>	199
	<i>concrete production cleaner production</i>	18010
	<i>concrete batching cleaner production</i>	142
	<i>concrete production lean manufacturing</i>	1260
	<i>concrete batching lean manufacturing</i>	32
<i>Base de Periódicos da Capes</i>	Gestão Ambiental	2184
	Concreto	18590
	Central de Concreto	6090
	Central Dosadora de Concreto/ Dosadora de Concreto	Sem registros
	Impacto Ambiental em Centrais de Concreto	33
	Impacto Ambiental em Central Dosadora de Concreto	Sem registros
	Central de concreto e produção mais limpa	6
	Central dosadora de Concreto e produção mais limpa	Sem registros
	Central de concreto e <i>Lean and Green</i>	Sem registros
	Central dosadora de Concreto e <i>Lean and Green</i>	Sem registros

Fonte: Autor (2013)

Justifica-se, ainda, este estudo, como uma forma de fomentar o interesse das centrais dosadoras de concreto para as questões ambientais, com a finalidade de sensibilizar para os impactos ambientais negativos gerados por suas atividades. Além de não terem sido encontrados, na literatura, grande quantidade de estudos relacionados a esta temática, observações feitas em diferentes empresas, deste setor, mostram uma grande deficiência no que tange o gerenciamento ambiental dos resíduos gerados e, do que é exigido pela legislação ambiental.

Por fim, trata-se de um documento base que visa contribuir com a prática da gestão ambiental, devendo ser adaptado, complementado e atualizado, de acordo com a realidade de cada central dosadora.

## 1.2 OBJETIVOS

A partir da contextualização do problema, a pesquisa tem os objetivos apresentados na sequência.

### 1.2.1 Objetivo geral

Aplicar os conceitos de P+L e *Lean and Green* numa Central Dosadora de Concreto.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Definido o objetivo geral, são propostos os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar a situação ambiental em uma Central Dosadora de Concreto;
- Identificar os Aspectos e Impactos Ambientais gerados a partir da produção de concreto;
- Propor diretrizes ambientais para Centrais Dosadoras de Concreto.

## 1.3 ESTRUTURA DA PESQUISA

O trabalho estrutura-se em cinco capítulos, incluindo este introdutório que delimitou o problema, descreveu os objetivos e a justificativa que levou à escolha do tema.

O capítulo dois apresenta uma abordagem sobre o panorama dos resíduos de concreto e reciclagem, os impactos ambientais na construção civil, conceitos de Gestão Ambiental, do programa de Produção Mais Limpa (P+L), os princípios da filosofia *Lean and Green*, e por fim a apresentação de indicadores ambientais e econômicos.

O capítulo três apresenta o desenvolvimento do estudo de caso, com a descrição do método de pesquisa utilizado, assim como a metodologia desenvolvida. A discussão e a análise dos resultados encontram-se no capítulo quatro. O capítulo cinco exhibe as considerações finais acerca dos resultados obtidos, e sugestões para trabalhos futuros.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

O capítulo de revisão bibliográfica está dividido em duas partes. Na primeira são apresentados os conceitos ambientais que nortearam a realização desta pesquisa, acerca de gestão ambiental, e em seguida, o texto aborda questões atinentes a centrais dosadoras de concreto, objeto de estudo deste trabalho.

### **2.1 GESTÃO AMBIENTAL**

A gestão ambiental vem evoluindo desde o início de 1970 (VITERBO JUNIOR, 1998) e cada vez mais agrega valor à gestão empresarial. A estratégia das empresas em implantar uma gestão ambiental ou simplesmente algumas ferramentas em seus processos produtivos, com o auxílio de indicadores, contribui para a diminuição dos impactos ambientais negativos e custos com disposição final dos resíduos gerados. (VERGHESE, 2007).

De acordo com Nilson (1998), a gestão ambiental abrange planejamento, organização e norteia as empresas a alcançarem suas metas ambientais, em uma analogia com o que ocorre com a gestão de qualidade. A gestão ambiental requer decisões nos níveis mais elevados da administração, um compromisso corporativo com o todo.

A estratégia adotada, por parte das organizações, tem sido corroborada por uma série de constatações relacionadas ao ambiente onde atuam. De acordo com algumas observações, as empresas tornam-se mais expostas a cobranças de posturas mais ativas com relação à responsabilidade sobre seus processos industriais, resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas gerados e descartados, bem como o desempenho de seus produtos e serviços em relação à abordagem do ciclo de vida (SEIFFERT, 2011).

A utilização de algumas ferramentas de gestão ambiental torna possível avaliar as atividades econômicas e sociais, de forma a utilizar de maneira racional os recursos naturais, renováveis ou não, e o foco desta aplicabilidade ocorre durante o processo produtivo.

De acordo com os autores Braungart, M., McDonought, W; e Bollinger, A. (2006), a teoria indica que os processos iniciam e terminam no meio ambiente, com a extração de matérias primas, beneficiamento de insumos, manufatura de produtos, o uso dos produtos e o descarte, após o consumo, no meio ambiente.

Com o avanço tecnológico, as empresas, cada vez, mais buscam alternativas para sanar as questões ambientais com o auxílio de incorporação dos conceitos de qualidade e meio ambiente. Rocha (2010) retrata a necessidade da forte influência por parte dos *Stakeholders* para que as mudanças aconteçam, e as mudanças ambientais tenham maiores chances de ocorrer. Ressalta também, que a evolução das preocupações ambientais, segue o modelo da escada para a sustentabilidade, associando o desenvolvimento econômico com ecoeficiência. Enfim, é importante que se perceba a necessidade do alinhamento entre as ferramentas de gestão, para que o discurso seja coerente com a prática.

As ferramentas de gestão ambiental funcionam como auxiliares no processo ambiental, de maneira a garantir controles na análise de fluxo de materiais e energia, assim podem vir a modificar a cultura organizacional e contribuir efetivamente para a melhoria do desempenho ambiental (DERISIO, 2012).

É necessário que as empresas aliem seus componentes de negócios (qualidade, segurança, saúde e meio ambiente), a fim de terem um gerenciamento integrado de suas ações e processos produtivos. Dentro desta nova conjuntura, de um sistema de gestão integrado, as empresas precisam ter a percepção de que a integração de sistemas de gestão levaria a uma oportunidade para redução de custos, uma vez que o desenvolvimento e a manutenção de sistemas separados, na maioria das vezes, geram programas e ações que se sobrepõem e acarretam gastos desnecessários. (OLIVEIRA, 2000). De acordo com Goron (2010), as empresas, principalmente as pequenas, acreditam que adequar uma empresa ambientalmente quer dizer aumento de custo ou investimento, que não tem retorno a curto prazo. Por fim, é imperativo que se quebrem paradigmas, pois quanto mais eficaz o processo, melhor é o benefício econômico e ambiental.

## **2.2 ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

De acordo com Teixeira (2005) *apud* Rigon (2013) a identificação dos aspectos ambientais é uma ferramenta imprescindível ao planejamento para um sistema de gestão ambiental. Uma pesquisa internacional, realizada pela Civil Engineering Research Foundation (CERF), entidade ligada ao American Society of Civil Engineers (ASCE) dos Estados Unidos, retrata que as questões referentes ao meio ambiente estão entre as maiores preocupações dos líderes governamentais, para com o setor da construção civil. (PAIVA, 2009). A construção civil é responsável por uma fatia de 15 a 50% da extração dos recursos naturais consumidos. Contradizendo as afirmações apontadas pelos autores, a identificação dos impactos ambientais gerados no processo de produção de concreto permite avaliar o

desempenho ambiental do mesmo, podendo desta forma interpretar a situação ambiental de cada empresa.

Conforme estudos apontados por Paiva (2009) e Benetti (2012) as principais matérias primas da construção civil têm suas reservas mapeadas, mas já são consideradas escassas; além disso, a extração destes recursos naturais, a produção dos materiais de construção também gera outros problemas ambientais, como poluição, poeira e CO<sub>2</sub>.

O instrumento de avaliação de impactos ambientais é capaz de antecipar os resultados futuros das decisões tomadas no presente, permitindo que as empresas minimizem as consequências. Essa ferramenta de avaliação de impacto ambiental pode orientar a implantação da gestão ambiental dentro de uma empresa. (DEMARJOROVIC et.al., 2013).

Um dos maiores desafios, dentro da gestão ambiental de uma empresa é a identificação dos aspectos e impactos ambientais dentro de seus processos. As atividades da construção civil geram aspectos ambientais, que, conseqüentemente, provocam os impactos ambientais, atingindo o meio ambiente (meio físico, biótico e antrópico) além de muitas vezes alterar a paisagem natural, mesmo quando ocorre no canteiro de obras. (ARAUJO, 2009).

Avaliar os impactos ambientais é fundamental, pois a partir desta avaliação, torna-se possível antecipar os resultados futuros para as decisões tomadas no presente, permitindo que se evite ou se minimize consequências socioambientais indesejáveis. (DEMARJOROVIC et.al. 2013).

A partir da avaliação dos aspectos e impactos ambientais é possível analisar os riscos tecnológicos, ecológicos e à saúde humana, monitorar o ambiente, avaliar o ciclo de vida, estimar as emissões de gases de efeito estufa; utilizando instrumentos organizacionais como, por exemplo, o sistema de gestão ambiental (ISO 14001), o sistema de gestão de saúde e segurança ocupacionais (OHSAS 18001), programas de atendimentos a emergências e finalmente, como instrumentos de comunicação, para promover e divulgar os aspectos e impactos detectados. Como forma de comunicação, podem ser utilizados relatórios de desempenho ambiental, relatórios de sustentabilidade, rotulagem e certificação ambiental e programas de comunicação empresarial. (DEMARJOROVIC et.al., 2013).

Na construção civil, mais especificamente, na produção de concreto há diversos impactos ambientais potenciais, associados aos aspectos ambientais decorrentes das atividades. Os aspectos ambientais originários a partir destas atividades são: consumo de recursos (energia, água, combustível); geração de resíduos sólidos, emissões atmosféricas,

efluentes líquidos e ruídos. A partir da identificação dos aspectos e impactos ambientais é possível determinar o desempenho ambiental da empresa. De acordo com a Tabela 2, é possível verificar quais os instrumentos de planejamento e gestão a serem utilizados em cada fase do empreendimento. (POLETTTO, 2001).

Conforme Demarjorovic et.al.(2013), o levantamento dos aspectos e impactos ambientais necessita de um planejamento (coleta de informações, avaliação e controle dos impactos) para posterior criação de um plano de trabalho e execução do relatório de impacto ambiental. Outro método importante é a fase de diagnóstico ambiental onde é possível definir as medidas mitigadoras e rever os processos de produção diminuindo assim os custos.



**Tabela 2 Instrumentos de gestão ambiental de empreendimentos e os diversos usos da avaliação de impacto ambiental**

Fase do empreendimento	Instrumentos de planejamento e gestão	Relação com o governo	Relação com a sociedade/partes interessadas
Planejamento e Projeto	Análise de Impacto Ambiental Análise de risco Investigação e avaliação do passivo ambiental Análise do ciclo de vida	Licença Prévia Outras licenças exigíveis	Audiência Pública Reuniões Públicas Programas de comunicação
Implantação/Construção	Monitoramento Ambiental Programas de Gestão Ambiental Sistema de Gestão Ambiental Auditorial Ambiental	Licença de Instalação Relatórios de monitoramento Relatórios de andamento Vistoriais e fiscalização	Comitês de acompanhamento Relatórios de atividades Programas de Comunicação
Operação/Funcionamento	Monitoramento Ambiental Programas de Gestão Ambiental Sistema de Gestão Ambiental Auditorial Ambiental Avaliação de desempenho ambiental Contabilidade ambiental e provisão financeira	Licença de Operação Normas e Padrões Ambientais Relatórios de monitoramento e desempenho	Comitês de acompanhamento Relatórios de desempenho ambiental Balanço Social Relatório de Sustentabilidade
Desativação/Fechamento	Investigação e Avaliação do passivo ambiental Plano de fechamento ou de desativação + avaliação de impacto ambiental Plano de Recuperação de áreas degradadas ou plano de remediação de solos contaminados Monitoramento Ambiental Auditoria Ambiental	Normas e Padrões Ambientais Valores de referência (solos e águas subterrâneas) Futura autorização de fechamento	Relatório de Desempenho Ambiental Audiência Pública Reuniões Públicas

Fonte: DEMARJOROVIC et. al., 2013

## 2.3 INDICADORES AMBIENTAIS

O uso de indicadores ambientais foi colocado em destaque a partir do documento da Agenda 21 Global, assinado na Conferência das Nações Unidas para o meio Ambiente e desenvolvimento na Rio 92.(JOHN; SILVA; AGOPYAN, 2001) A finalidade era criar indicadores, que servissem como base sólida na tomada de decisões em todos os níveis e que contribuíssem para a sustentabilidade, integrando meio ambiente e desenvolvimento.

O uso de indicadores ambientais como ferramenta serve para medir e avaliar o progresso de uma determinada organização com relação aos conceitos de desenvolvimento sustentável. (HARDIN e ZDAN, 1997). De acordo com UNITED NATIONS (2007), o desenvolvimento de indicadores é um processo dinâmico e interativo, realizado entre representantes de governos, especialistas técnicos e representantes da sociedade.

A aplicabilidade destes deve considerar a tipologia de usuários e finalidades necessárias para estabelecer relações e dados concisos. Além de desempenharem um papel métrico e avaliativo, os indicadores determinam o sucesso da implantação de determinada ferramenta e/ou instrumento, a fim de analisar se o objetivo descrito nas metas foi alcançado. (COSTA et.al. 2005)

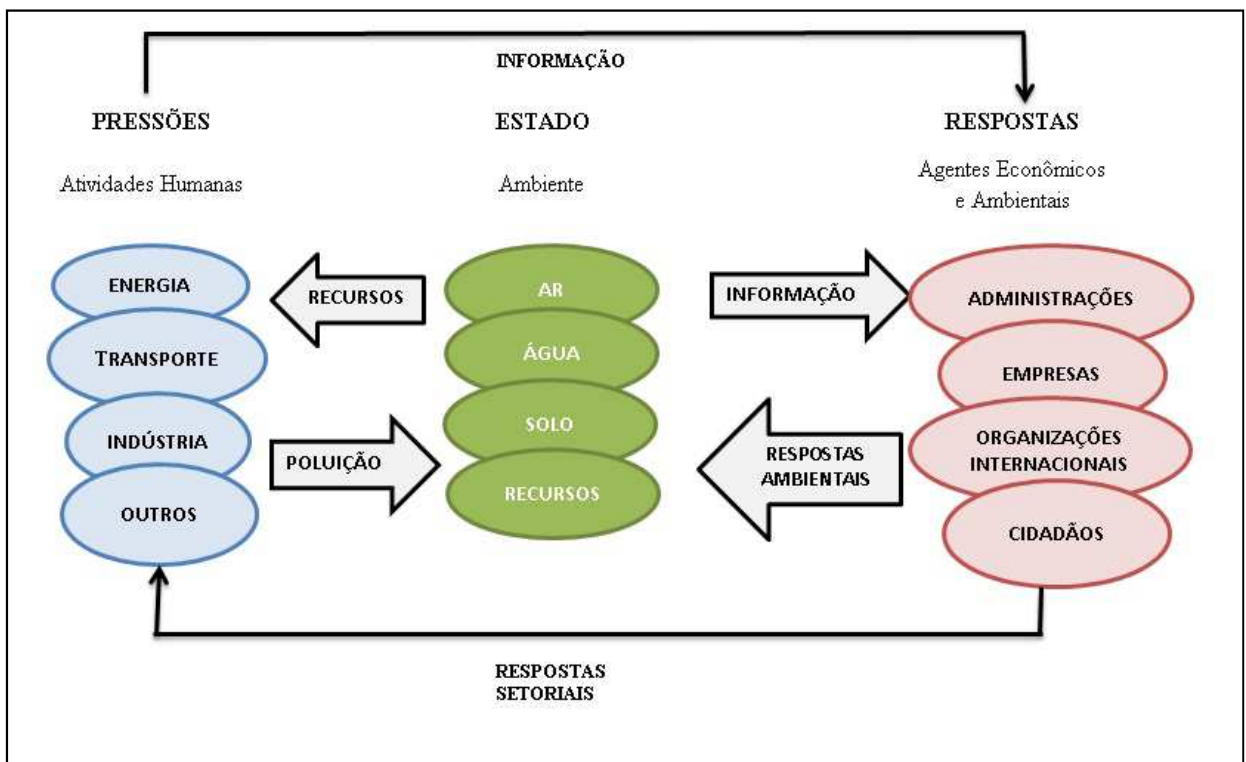
Para tanto o indicador precisa ser objetivo e efetivo, e, além disso, baseado no levantamento quali-quantitativo da situação atual, para posteriormente permitir as correções dos problemas e assim processar a eficiência e a eficácia do processo produtivo. Por fim são instrumentos de avaliação frente a padrões ideais para tomada de decisões. (GOMES, 2011)

Um indicador, entre outras características, deve representar os aspectos ambientais relevantes, ser facilmente entendido pela parte interessada e estar referenciado a um parâmetro ou dados de um período. Enfim, os indicadores têm o papel de mostrar a situação e/ou a realidade de uma organização e desempenho em relação aos objetivos e metas propostas. (DELLAMEA, 2004)

De acordo com Dellamea (2004), o modelo de indicador largamente publicado e aceito por entidades internacionais é o de PER (Pressão, Estado, Resposta). O PER foi desenvolvido pela Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), no ano de 1993, como um mecanismo de monitoramento do progresso ambiental, e vem sendo utilizado, internacionalmente para o estudo de indicadores globais. (SILVA; SANTOS, 2012). A partir da utilização deste modelo é possível relacionar cada problema ambiental às suas causas e as respectivas políticas/medidas utilizadas para combatê-los. Ainda segundo o autor, este modelo de avaliação ambiental se propõe a responder alguns questionamentos:

- O que está acontecendo com o meio ambiente (ou seja, qual é o Estado?);
- Por que isso está acontecendo? (ou seja, qual é a Pressão?);
- O que está sendo feito a respeito disso? (ou seja, qual é a Resposta?).

Dellamea (2004) evidencia que os elementos que determinam a Pressão sobre o meio ambiente estão relacionados às atividades humanas, como por exemplo: volume de águas residuais não tratadas; consumo de água, disposição de resíduos sólidos e redução da cobertura vegetal. Portanto, constituem as causas diretas e indiretas dos problemas ambientais. O autor complementa afirmando que as condições de estado estão direcionadas à qualidade ambiental: qualidade do ar, escassez de água e, sítios contaminados. E por fim, as respostas estão relacionadas às ações do Estado, das empresas e de organizações não governamentais (ONG's): investimentos em áreas verdes, áreas reabilitadas e investimentos em gestão de resíduos, conforme exemplificado na Figura 01.



**Figura 1 Diagrama adaptado do Indicador de Pressão, Estado e Resposta.**

Fonte: Diagrama adaptado Dellamea, 2004.

Os indicadores podem contribuir para identificação de prioridades, o planejamento de ações a fim de mitigar os impactos ambientais negativos, com uma visão a longo prazo. (GEHRKE, 2012).

Kiperstok et al (2002) afirmam que para que sejam criados indicadores ambientais, os mesmos devem estar baseados em metas de redução, que precisam ser atingidas. O consumo de água/tonelada de produto produzido/ano; consumo de energia -

kWh/tonelada de produto produzido/ano; tonelada de um resíduo gerada/tonelada de produto produzido/ano podem ser exemplos nas metas de redução.

O uso de indicadores ambientais pode ser descrito através de normas técnicas da série ISO 14000 (ABNT, 2004). A utilização deste instrumento se dá através de uma abordagem metodológica, que tem por objetivo a criação de um sistema de gestão ambiental na área da indústria e serviços, e foi lançada internacionalmente em 1996 pela *Internacional Organization for Standardization* (Organização Internacional para Padronização). Entre as normas existe uma focada para os indicadores ambientais e comunicação ambiental, denominada NBR ISO 14031. (ABNT, 2002).

De acordo com a norma NBR ISO 14031(ABNT, 2002) dois indicadores de desempenho ambiental são considerados: os indicadores de condição ambiental (ICA) e os indicadores de desempenho ambiental (IDA). Os ICA fornecem informações da qualidade do meio ambiente (contaminação no solo ou água) e os IDA fornecem dados das práticas gestão aplicadas na empresa assim como do processo produtivo. (FIESP, 2012).

## **2.4 PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L)**

O conceito de Produção Mais Limpa (P+L) foi definido pelo programa ambiental das nações unidas (PNUMA), no ano de 1989, e tem um enfoque preventivo da gestão ambiental, com a redução dos impactos ambientais negativos, dentro dos limites tecnológicos e econômicos, considerando a geração de resíduos como um valor econômico negativo. (MELLO, 2002).

Segundo Fernandes et. al. (2001) a P+L é definida como uma aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias primas, água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem de resíduos, gerados em um processo produtivo.

A P+L é vista, entre os especialistas, como uma forma moderna de tratar as questões de meio ambiente nos processos industriais. Alguns questionamentos são tratados dentro deste programa “onde estão sendo gerados os resíduos?” e não somente “o que fazer com os resíduos gerados?”. Desta forma, evita-se o desperdício, tornando o processo mais eficiente (HENRIQUES e QUELHAS, 2007).

A P+L representa a excelência para a indústria que deseja aumentar seu grau de responsabilidade social e ambiental, a partir da adoção de quatro grandes princípios:

precaução; prevenção de resíduo na fonte; interação total da produção com a ACV e participação e acesso às informações sobre os riscos dos produtos e processos. (DEMAJOROVIC, 2013).

A P+L tem uma abordagem preventiva do gerenciamento ambiental, ela visa à produção de bens e serviços com o mínimo impacto possível, dentro das limitações econômicas e tecnológicas do presente. (MEDEIROS, CALÁBRIA, SILVA e FILHO, 2007).

Alguns autores como Barros (2012), Seifert (2011) e Goran (2010) afirmam que a P+L é um conceito menos técnico e mais prático. Em diversos países ela tem aplicações e visões diferenciadas. Na Alemanha, por exemplo, a reciclagem é vista fora do processo e não é considerada P+L, o foco acontece na minimização e na eficiência energética. Por outro lado, os autores afirmam que no Brasil, ela permanece dentro do processo, primeiro em virtude do grande potencial que se tem para a reciclagem, e segundo porque muitas pessoas dependem dessa prática, então a tendência é empregá-la como estratégia de P+L. Na Europa, Ásia e África existe o emprego do conceito de P+L, com redes e centros de P+L, instalada pelo PNUMA, em diversos países que têm contribuído para popularizar o conceito de P+L. (CNTL, 2003).

De acordo com uma pesquisa realizada entre o CETESB e a PNUMA, para avaliar as situações da P+L desenvolvidas na América Latina e Caribe, no período de 2000 a 2003, ações de P+L, inicialmente são agregadas as empresas como uma ferramenta para uso racional de insumos (água, energia e matérias primas) e redução de custos, e posteriormente evoluiu para um conceito mais amplo, incluindo conceitos como planejamento de produtos, economia ambiental e responsabilidade sócio- ambiental. (CETESB, 2005).

No Brasil, o Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI (CNTL) está localizado, desde o ano de 1995, 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 (CNTL, 2003). O CNTL presta alguns serviços e atua junto a empresas e funcionários, na disseminação da informação; na implementação de programas de P+L nos setores produtivos; na capacitação de profissionais e na atuação em políticas ambientais. (CNTL, 2003)

O programa de P+L pode ser aplicado a processos de produção a alguns produtos e serviços numa empresa. No processo de produção, a P+L prevê o uso eficiente das matérias primas, insumos com vistas à minimização de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões

atmosféricas. Dentro da gestão, a P+L busca a mudança de atitudes e comportamentos de todas as partes envolvidas no processo, afetando diretamente o desempenho ambiental da empresa. (KIPERSTOK et. al. 2013)

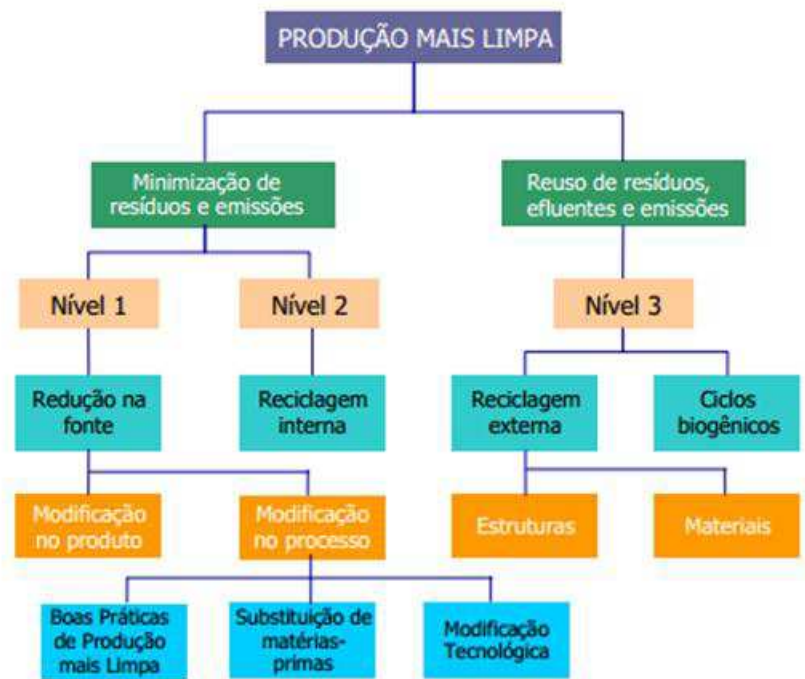
A implementação da P+L apresenta algumas barreiras no momento da aplicabilidade das ferramentas ambientais. De acordo com Demajorovic et. al.(2013) existe a falta de conhecimentos sobre os conceitos e carência de mecanismos na divulgação de informações relativas aos produtos tóxicos; resistência a mudanças, despreparo na área de gestão da empresa; a carência do corpo técnico qualificado; dificuldades para investir e a falta de mecanismos para incentivos econômicos. Conforme Pires (2011) as preocupações econômicas de curto de prazo e, principalmente, a atitude dos gerentes são as principais barreiras que evitam a percepção dos benefícios econômicos, ocupacionais e ambientais da P+L.

Em contrapartida, estudos vêm sendo desenvolvidos em diferentes setores da indústria, onde há oportunidade da incorporação e oportunidades de melhoria na redução dos impactos ambientais na indústria de fabricação de tintas imobiliárias. Neste estudo, especificadamente, foi possível quantificar e consolidar as causas de poluição ambiental, determinar soluções a partir dos conceitos de P+L, assim como a minimização dos impactos ambientais negativos. (SILVA, 2010).

Pires (2011) demonstra em seu estudo a importância da aplicabilidade P+L, a partir da ferramenta de análise do fluxo de massa para a quantificação e identificação dos resíduos gerados em uma indústria da fundição. Neste trabalho foi possível a criação de indicadores ambientais aliados aos conceitos de P+L, assim como a transformação dos resíduos em subprodutos e coprodutos no processo paralelo da fundição.

Rigon (2013) evidencia a importância da identificação de oportunidades de melhoria no decorrer da construção de obras residenciais, neste estudo foi possível analisar e quantificar os recursos consumidos e os impactos ambientais nas diferentes etapas da construção.

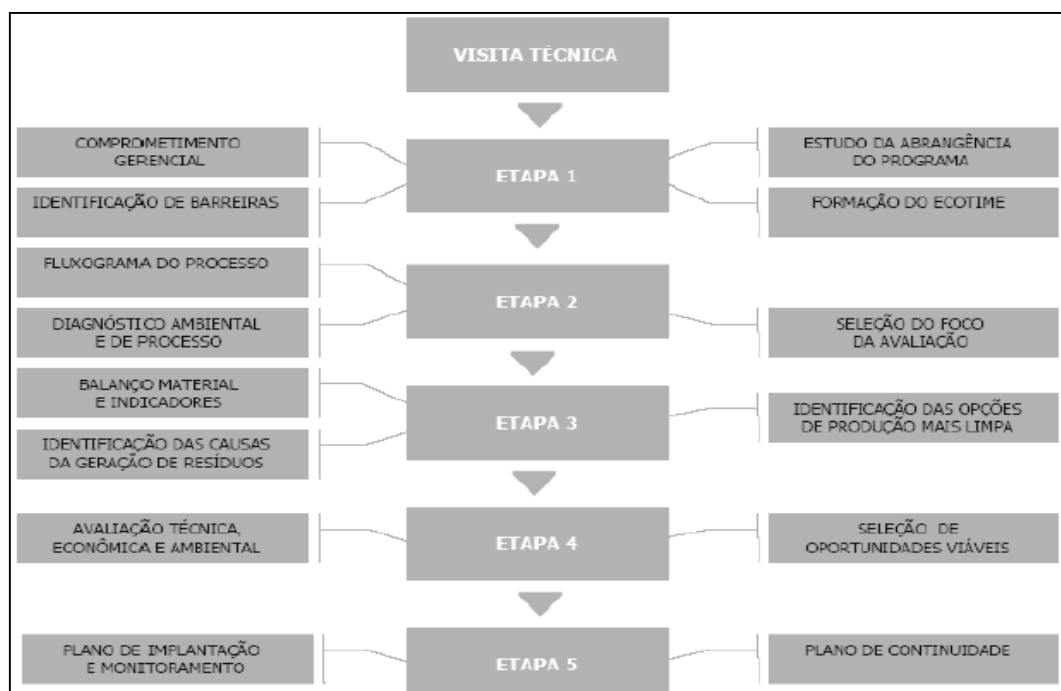
De acordo com o fluxograma de possibilidades e implementação do programa de Produção Mais Limpa (Figura 02), promovido pelo CNTL, alguns níveis são possíveis para a modificação e aplicação de estratégias para promover a P+L. (CNTL, 2003).



**Figura 2 Fluxograma da Geração de opções de Produção Mais Limpa (P+L)**

Fonte: CNTL, 2003.

O desenvolvimento e comprometimento da gerência da empresa são fundamentais para o sucesso e deve ser enfatizado, tendo em vista que sem a participação da mesma não é possível a implementação da P+L. Com a finalidade de implementar o programa da P+L dentro das empresas, a Figura 3 mostra o padrão utilizado pelo CNTL.



**Figura 3 Etapas e sub-etapas para a implementação de um programa de P+L**

Fonte: CNTL, 2003

As etapas e sub-etapas, são descritas de acordo com a Figura 3, a partir da elaboração do fluxograma do processo produtivo e do levantamento do diagnóstico ambiental, a fim de realizar a coleta de dados necessários e assim estabelecer correntes de fluxo (quantificação das entradas e saídas), identificação dos poluentes e a geração de resíduos, bases para a P+L. (SILVA, 2010).

Rigon (2013) ao citar Mello, Amorim; Bandeira (2008) e Palacios. Villacreses (2008) retrata a importância da criação de indicadores ambientais no setor da construção civil, ainda pouco utilizados, tendo em vista que os mesmos servem para avaliar o desempenho ambiental e melhoria do processo produtivo.

A criação de indicadores ambientais econômicos será necessária para avaliação do consumo de energia, do produto produzido e dos resíduos gerados por produtos produzidos com o propósito de estabelecer metas para minimização destes impactos negativos gerados ao longo do processo produtivo. (CAPPARELLI, 2010).

## **2.5 FILOSOFIA *LEAN***

A filosofia *Lean* teve sua origem nos princípios do Sistema Toyota de Produção (STP) cujo foco está na redução ou eliminação dos desperdícios no processo produtivo. (AMORIM, 2012). Dentre os princípios desta filosofia destacam-se, o alinhamento da produção com a produção enxuta, eliminação de resíduos, integração com fornecedores e envolvimento criativo de força de trabalho. (FERREIRA, 2012).

A melhoria contínua é uma filosofia gerencial baseada na participação dos empregados, inicialmente desenvolvida nos Estados Unidos, e depois aperfeiçoada no Japão. Para melhorar as atividades de produção é necessário que se conheça a origem dos problemas de uma fábrica, entretanto é necessário que se defina e entenda a fonte e a essência de um problema. (NAKAJIMA, 1995).

De acordo com pesquisa realizada o conceito *Lean* vem sofrendo evoluções ao longo do tempo (Tabela 3), desde os primeiros estudos na indústria automotiva.



**Tabela 3 - Evoluções do Conceito *Lean***

Autor	Ano	Termo	Conceito
Kracif, Womack, Jones e Roos	1990	<i>Lean Manufacturing</i> <i>Lean Production</i>	Eliminação de desperdícios para alcançar vantagens competitivas (indústria automobilística).
Koskela	1992	<i>Lean Construction</i>	Apresenta onze princípios aplicáveis à indústria da construção.
Womack e Jones	1994	<i>Lean Enterprise</i>	Encadeamento das atividades que criam valor, gerando um fluxo de valor.
Womack e Jones	1996	<i>Lean Thinking</i> <i>Lean Principles</i>	Sintetiza o conceito <i>Lean</i> em cinco categorias: valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, produção puxada e perfeição.
Bowen e Youngdahl	1998	<i>Lean Service</i>	Princípios <i>Lean</i> voltados para a área de serviços.
Howell	1999	<i>Lean Construction</i>	Considera que além das atividades de conversão são inerentes ao processo de produção também as atividades de fluxo
Gordon	2001	<i>Lean Thinking</i>	Gestão de manufatura aplicada em diversos setores da sociedade, empresas de serviços e governo.
Larson e Greenwood	2004	<i>Lean and Green</i>	Empresas com sistema enxuto, automaticamente aplicam práticas ambientais ("verdes")
Womack	2005	<i>Lean Consumption</i>	Foco no atendimento ao cliente, sem desperdiçar tempo
EPA	2007	<i>Lean</i>	Produz um ambiente cultural e operacional que conduz de forma efetiva a minimização de desperdícios levando a prevenção da poluição e melhoria ambiental
Womack	2008	<i>Lean Management</i> <i>Lean Process</i>	Liderança <i>Lean</i> buscando alinhamento de propósito, processos e pessoas. Valor corretamente especificado, de modo que a organização provê que o realmente o cliente deseja.
Carvalho, Cruz-Machado	2009	<i>Lean and Green</i>	Conexão entre as práticas da produção enxuta e a sinergia do meio ambiente e da gestão de produção.
Pampanelli et al.	2012	<i>Lean</i>	Prática de gestão, tendo o foco na valorização do cliente; sendo o ponto chave a habilidade de simultaneamente reduzir recursos, espaço, transporte, energias, materiais e tempo.

O caso da indústria automotiva é um dos exemplos mais conhecidos da aplicabilidade da filosofia *Lean* estabelecido por Womack & Jones (1998), ou mais recentemente chamado “pensamento enxuto”. O termo *Lean* foi criado por Womack, Jones e Ross (1991) para definir e descrever uma filosofia de trabalho advindo de empresas automotivas japonesas. A finalidade desta filosofia de criar uma cultura com o foco na melhoria contínua é um método interligado por cinco principais elementos: fluxo de valor, valor este definido pelo cliente e puxado pelo cliente, com perfeição, o que representa no final a eliminação de desperdícios. (PAMPANELLI et. al. 2013).

Dentro deste contexto, a sustentabilidade ambiental não seria apenas uma responsabilidade ambiental (HALL, 2010, ZOKAEI, 2010; PAMPANELLI, 2012) e sim uma

extensão da filosofia *Lean* e ambas deveriam ser integradas e fundamentadas nos alicerces da gestão ambiental.

De acordo com Shingo (1996) é fundamental o entendimento da função da produção como um todo (processos e operações), isto é, antes de tentar melhorar as operações, devem ser primeiramente analisados profundamente e melhorados os processos. Autores como Hirano (1990) e Shingo (1996) definem como sete as perdas que devemos analisar dentro da produção enxuta: Perdas por superprodução (quantidade e antecipada); Perdas por espera; Perdas por transporte; Perdas no próprio processamento; Perdas por estoque; Perdas por movimentação e perdas por fabricação de produtos defeituosos. Entretanto, Spósito (2003) afirma que mais uma perda vem sendo estudada na produção enxuta: Perda quanto ao desperdício de resíduos, tendo em vista o valor agregado na disposição destes no meio ambiente.

Spear & Bowen (1999) retratam que o desempenho industrial observado com a utilização do Sistema Toyota de Produção, tem merecido o esforço de grandes empresas do mundo, no sentido de alcançar esses resultados. Ainda, segundo os autores, o Sistema Toyota de Produção está baseado em quatro regras: 1 – todo o trabalho deve ser altamente especificado em relação ao conteúdo, sequência, tempo e resultado desejado; 2 – toda relação cliente-fornecedor deve ser direta, inequívoca no envio de solicitações e recebimento de respostas; 3 – o caminho percorrido por cada produto deve ser simples e direto; 4 – qualquer melhoria deve ser realizada pelos envolvidos na atividade que está sendo melhorada, de acordo com uma metodologia “científica” e com orientação de um especialista na metodologia. Para que a produção enxuta possa ser implantada, a fábrica deve adotar algumas técnicas, que juntas, tornam possível que a empresa atinja a melhoria contínua. Essas técnicas são: *kanban*, manufatura celular, 5 Ss, *setup* rápido, inspeção autônoma, manutenção produtiva total, dispositivos a prova de erros (*poka-yoke*), entre outras. Essas técnicas buscam eliminar atividades que não agregam valor.

## **2.6 FILOSOFIA *LEAN AND GREEN***

O principal objetivo para se desenvolver um modelo *Lean and Green* em uma empresa é necessário estabelecer todos os caminhos que dão suporte para a produção (consumo de materiais, energia e geração de resíduos) a fim de minimizar os impactos ambientais para um melhor desempenho ambiental. (DÜES et.al., 2010).

A integração a ser estabelecida entre a filosofia *Lean* e a manufatura enxuta é a de buscar identificar práticas essenciais das duas abordagens e relacioná-las, reforçando a ideia

de que ambas possam se complementar. A aplicação destes conceitos e/ou filosofias podem contribuir efetivamente para a melhoria da competitividade nas indústrias, pois ambas têm como benefícios o aumento da produtividade, a melhoria da qualidade, a otimização na utilização da matéria-prima e dos insumos, entre outros. (ELIAS E MAGALHÃES, 2003).

A escassez de referências bibliográficas da filosofia *Lean and Green*, demonstra que poucos especialistas e pesquisadores têm estudado sobre o assunto. O que existe são investigações a cerca da relação das práticas *Lean and Green* como benefícios positivos para a redução de resíduos e de poluição. (DÜES et. al. 2011).

A adoção destas práticas tornam os sistemas mais eficientes para redução de subprodutos indesejados e impactos ambientais na produção. Infelizmente, as empresas enxergam que os investimentos são altos e o retorno demorado e esse processo, talvez seja hoje, a maior dificuldade de implantação nas empresas de práticas verdes. (MOLLENKOPP e et.al. 2010).

A particularidade mais significativa da aplicação do modelo *Lean and Green* em um processo é que algumas práticas já venham ocorrendo, e alguns autores definem alguns princípios como pré-requisitos, conforme estudo levantado por Pampanelli et. al. (2013):

- Ter um bom nível de desenvolvimento na aplicação das tarefas *Lean*;
- Ter um processo de produção estável
- Possuir sistemas de envolvimento de funcionários
- Time gerencial que apoie a ideia
- Bom nível de preocupação ambiental
- Uso consciente dos recursos naturais

O quadro I apresenta as etapas necessárias para a implementação da filosofia *Lean and Green* no processo produtivo de uma empresa:

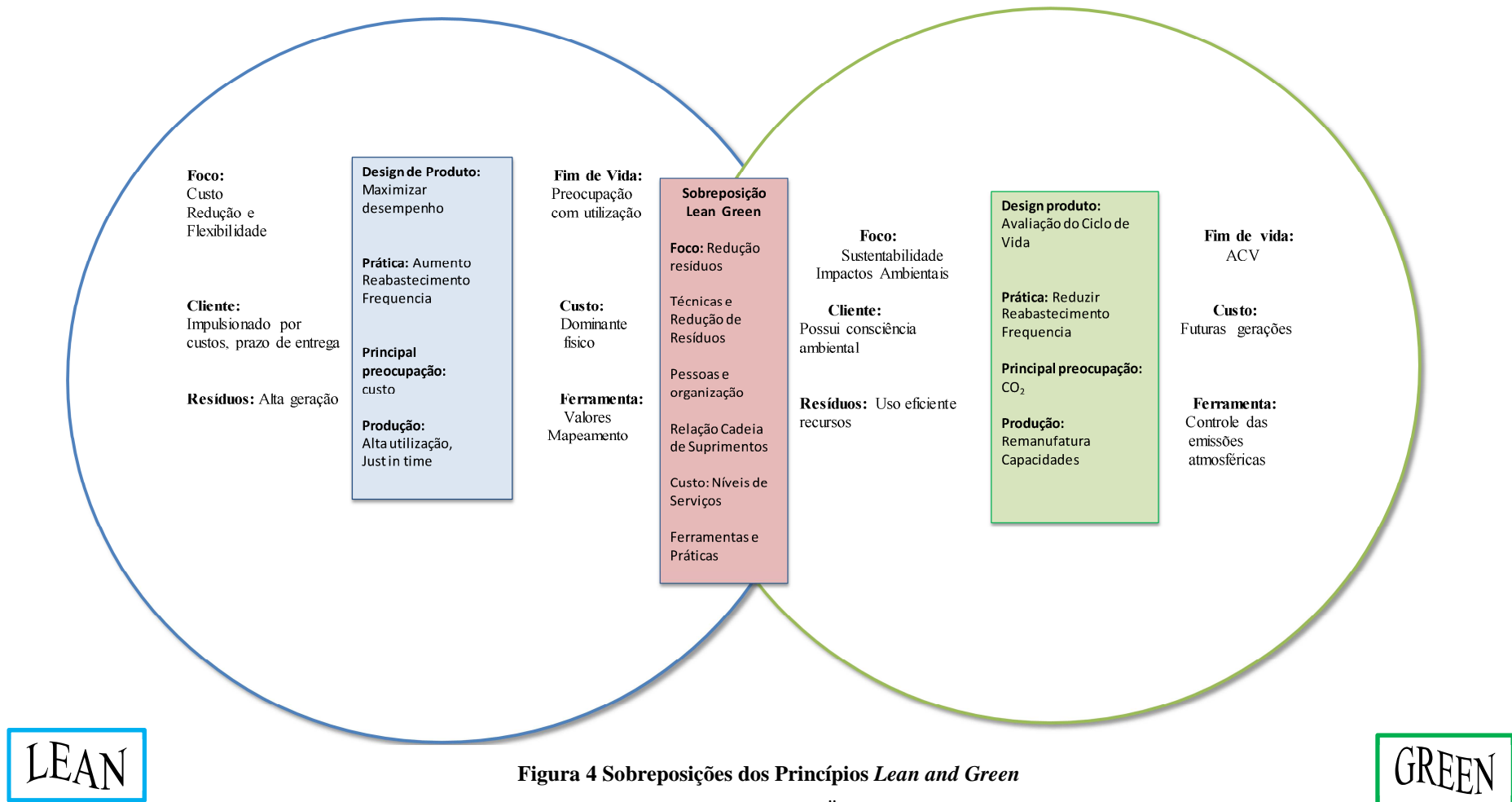
**Quadro 1** Descrição das etapas do Modelo *Lean and Green*

Etapa	Envolvidos	Descrição das atividades da etapa
Etapa 1-Identificação da necessidade de melhoria	Especialistas ambientais e de <i>Lean</i> , Gerentes e Diretores	Identificação de uma célula operacional que justifique a aplicação do Modelo <i>Lean</i> para o Meio Ambiente: (1) apresente significativo uso de recursos naturais (fluxos de massa e energia) e, (2) apresente um nível de desempenho bom e <i>Lean</i> .
Etapa 2 e 3- Definição do escopo do projeto		Identificação de partes interessadas, expectativas e medidas a serem realizadas. Em seminário todos os envolvidos, alinhamento dos objetivos de melhoria.
Etapa 3- Coleta de dados para o estado atual	Especialistas ambientais e de <i>Lean</i>	Levantamento de dados para o estado atual na célula de produção escolhida.
Etapa 4- Mapeamento do estado atual para os principais fluxos de massa e energia da célula	Atividade realizada com times envolvendo todos os participantes	Mapeamento dos fluxos de massa e energia da célula de produção no estado atual- Aplicação de técnicas de mapeamento de processos
Etapa 5- Identificação de Oportunidades e Melhorias		Através da aplicação de ferramentas de análise e solução de problemas e priorização de fluxos com o envolvimento de todos, identificação de oportunidades de melhoria ambiental para os fluxos de massa e energia que estão sendo estudados. Cálculo de melhorias. Realização de <i>Gema</i> - atividade com todos no chão de fábrica.
Etapa 6- Mapeamento do estado futuro para os princípios de fluxos de massa e energia da célula		Mapeamento dos fluxos de massa e energia da célula de produção no estado futuro, isto é, considerando a aplicação e implementação de melhorias identificadas- aplicação de técnicas de mapeamento de processos.
Etapas 7 e 8- Desenvolvimento de um plano de ação e comunicação para implementação das melhorias	Times Gerentes Diretores	Criação de um plano de comunicação para implementação de melhorias identificadas; aprovação de ambos os planos com a participação de gerentes e diretores

Fonte: Pampanelli et. al.(2012).

De acordo com pesquisa realizada por Dües et. al.(2011) é possível visualizar as práticas de *Lean and Green* quando a filosofia *Lean* e a filosofia *Green* são sobrepostas, num modelo circular. A Figura 4 demonstra a sinergia entre os dois paradigmas.

Um aspecto que não está destacado nos círculos diz respeito ao transporte, de acordo com diferentes autores esta prática deve ser vista com cuidado, de um lado com a produção enxuta, com menos transporte, reduzindo custos e de outro lado às práticas da *Lean and Green*, gerando a menor quantidade possível de CO<sub>2</sub>. (MOLLENKOPP e et.al. 2010).



**Figura 4 Sobreposições dos Princípios *Lean and Green***

Fonte: Adaptado e traduzido, DÜES et. al.(2011).

## 2.7 CENTRAIS DOSADORAS DE CONCRETO

A racionalização do processo de produção de concreto, aliado a crescente utilização no mercado mundial levou a criação das chamadas Centrais Dosadoras de Concreto (CDC). (MASCOLO, 2012). O consumo de cimento utilizado por centrais dosadoras em países desenvolvidos, como os EUA e Japão, correspondem respectivamente a 75 e 71%, e em países europeus, como Alemanha, Inglaterra e França esse percentual ultrapassa 50% (MASCOLO, 2012). A representatividade do Brasil é de 55% nas vendas para pequenos consumidores e somente 21% é destinado para as usinas de concreto e 5% para os artefatos. (SNIC, 2013).

As primeiras centrais dosadoras de concreto começaram a se instalar no Brasil a partir da década de 50, no momento em que a indústria nacional foi fortemente impulsionada com a vinda das primeiras montadoras de automóveis e fábricas de autopeças. (MARTINS, 2005; KOSMATKA, 2003).

A primeira central foi instalada no Brasil devido à necessidade de uma empreiteira paulista construir uma rodovia entre o trecho de São Paulo e Jundiaí. Os donos da empreiteira adquiriram dos Estados Unidos uma central dosadora, do tipo manual, com caminhão betoneira, que denominaram de Usina Central de Concreto S/A. No início o concreto era fornecido apenas para a obra, mas em seguida começou a ser comercializado por outras empreiteiras e em virtude da demanda, logo outras empresas começaram a se instalar em outros estados brasileiros (MASCOLO, 2012).

Somente na década de 70 é que houve um crescimento quanto ao uso do concreto de CDC's. O consumo deste material aumentou consideravelmente, tendo em vista a necessidade de atendimento às normas técnicas para aperfeiçoar e racionalizar seus custos (HELENE, 2005).

As instalações e os procedimentos das CDC devem respeitar a norma técnica NBR7212<sup>3</sup>. Conforme previsto nesta norma, são estabelecidos os requisitos para a execução do concreto dosado em central e inclui ainda recebimento, controle de qualidade e inspeção dos materiais; armazenamento dos materiais, dosagem do concreto, mistura, transporte e critérios para aceitação e rejeição do controle interno da central de concreto.

---

<sup>3</sup> ABNT NBR 7212- Norma que fixa as condições exigíveis para a execução do concreto dosado em central, publicada em primeira versão em 1982 e revisada inicialmente em 1984 e mais recentemente em 2012 (publicada em 07.08.2012, e em vigor a partir de 07.09.2012). (ABNT, 2012).

As centrais de concreto são classificadas de acordo com a sua disposição (vertical, horizontal ou mista), tipo de dosagem (manual ou automático) e equipamento de mistura (apenas dosadora ou dosadora e misturadora). (ABNT, 2012).

Na Europa existe uma organização de Concreto Dosado em Central (ERMCO), trata-se de uma federação de Associações nacionais para a indústria de concreto misturado pronto na Europa, fundada em 1967 e atualmente composta por 24 países. (ERMCO, 2006). Conforme o estatuto esta organização tem a finalidade de promover os interesses e manter os padrões da indústria do concreto pronto tanto no interesse dos seus membros, seus clientes, e a construção europeia em geral. No ano de 1994, a ERMCO produziu a primeira edição das Diretrizes para a Elaboração de uma lista de verificação de auditoria ambiental para produção de concreto, de acordo com pesquisas este documento encorajou a auto-avaliação regular dos aspectos ambientais da produção de concreto em toda a Europa.

O concreto dosado em central pode ser misturado na própria central e transportado com auxílio de um caminhão betoneira ou transportado com um caminhão agitador. De acordo com Mehta e Monteiro (2008), o controle da qualidade do concreto misturado em caminhão betoneira não é tão bom quanto o produzido pelo caminhão misturador, entretanto é o mais utilizado em virtude, provavelmente do custo de preparo na implantação da central dosadora, sem a necessidade do misturador.

De acordo com a Lei complementar nº 116<sup>4</sup> (BRASIL, 2003) quando os caminhões são abastecidos com os componentes do concreto (cimento, agregados, água e aditivos) e a mistura dos caminhões betoneiras ocorre dentro das centrais dosadoras as empresas de concretagem são enquadradas como prestadores de serviço, estando sujeitas à cobrança do imposto sobre a nota fiscal de serviços (ISS) e quando são misturados no local da prestação de serviços é aditivada a tarifa de impostos sobre circulação de mercadorias e serviços (ICMS). E quando o concreto é misturado em misturador na central e o caminhão é abastecido por concreto pré-misturado torna-se um produto industrializado, incidindo o IPI (Imposto sobre o Produto Industrializado).

---

<sup>4</sup> A Lei complementar nº 116, de 31 de julho de 2003 dispõe sobre serviços de qualquer natureza, de competência dos Municípios e do Distrito Federal, e dá outras providências. Os serviços de concretagem estão anexados no item 7- Serviços relativos à engenharia, arquitetura, geologia, urbanismo, construção civil, manutenção, limpeza, meio ambiente, saneamento e congêneres. Subitem 7.02- Execução, por administração, empreitada ou subempreitada, de obras de construção civil, hidráulica ou elétrica e de outras obras semelhantes, inclusive sondagem, perfuração de poços, escavação, drenagem e irrigação, terraplanagem, pavimentação, concretagem e a instalação e montagem de produtos, peças e equipamentos (exceto o fornecimento de mercadorias produzidas pelo prestador de serviços fora do local da prestação dos serviços, que fica sujeito ao ICMS).

### 2.7.1 Concreto dosado em central

O concreto é um material construtivo largamente difundido. Pode ser encontrado em obras pequenas até grandes obras, como por exemplo, construção de rodovias, parques eólicos, e até em plataformas de extração petrolífera móveis. Segundo a *Federación Iberoamericana de Hormigón Premesclado* (FIHP, 2012), avaliações apontam que anualmente são consumidas 11 bilhões de toneladas de concreto, aproximadamente, um consumo médio de 1,9 toneladas de concreto por habitante ao ano, isto é, 5/120, se considerarmos apenas o consumo doméstico. A estimativa para o consumo do concreto utilizado nas centrais dosadoras gira em torno de 30 milhões de metros cúbicos. (REVISTA CONCRETO, 2009).

O concreto é um dos materiais estruturais mais importantes da construção civil, sua produção pode ocorrer no próprio canteiro de obras ou diretamente nas centrais dosadoras de concreto, que utilizam de caminhões betoneiras para o transporte (CÔRTEZ, 2011).

Trata-se de um material compósito que consiste de um meio aglomerante no qual estão aglutinadas partículas de diferentes naturezas. O aglomerante é o cimento na presença de água e o agregado é qualquer material granular, como areia, pedregulho, seixos, rocha britada, escória de alto-forno e resíduos de construção e de demolição. Se as partículas de agregado são maiores do que 4,75 mm, o agregado é dito graúdo; caso contrário, o agregado é miúdo. Os aditivos e adições são substâncias químicas adicionadas ao concreto em seu estado fresco que lhe alteram algumas propriedades, adequando-as às necessidades construtivas (PEDROSO, 2009).

De acordo com a NBR 7212 (ABNT, 2012) o concreto dosado em central é definido como:

Concreto dosado, misturado em equipamento estacionário ou em caminhão betoneira, transportado por caminhão betoneira ou outro tipo de equipamento, dotado ou não de agitação, para entrega antes do início de pega do concreto, em local e tempo determinados, para que se processem as operações subseqüentes à entrega, necessárias à obtenção de um concreto endurecido com as propriedades pretendidas.

Para Lima (2010) o uso do concreto dosado em central é um dos mais utilizados e é regulamentado pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), segundo o CB-18 (Comitê Brasileiro de Cimento e Agregados). Portanto, existe um controle desde o começo do processo, através da certificação dos componentes do concreto, pelo próprio projeto, recebimento, execução, trato e finalmente utilização do concreto. A regulamentação desta



atividade é de extrema relevância, pois valida a qualidade do projeto, da execução e da obra em si; a qualidade de vida e segurança dos colaboradores; e faz com que ocorra o menor impacto ambiental, neste sentido envolvendo o meio ambiente e sociedade.

### **2.7.2 Resíduos da produção de Concreto**

O processo de urbanização das cidades elevou o número de atividades construtivas e a cadeia de negócios no setor da construção civil, que cresce a cada ano. Esse crescimento vem sendo acompanhado por instrumentos de disciplinamento do processo urbano, por exemplo, o Estatuto das Cidades, a Política Nacional de Saneamento Básico e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (SINDUSCON/SP, 2012). A geração dos resíduos gerados nesse processo de urbanização, além de impactar o meio ambiente altera a paisagem do local, por isso é importante o gerenciamento desta geração.

O Estatuto das Cidades, sob a forma da Lei nº 10.257/01 (BRASIL, 2001) determina as diretrizes na busca de um desenvolvimento sustentado dos centros urbanos do país, reconhecendo a necessidade de proteção e preservação dos ambientes naturais e construídos, cobrando que os municípios adotem políticas setoriais articuladas e sintonizadas com os seus Planos Diretores, entre as quais se destaca a gestão dos resíduos sólidos. Na mesma linha, a Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002) cria instrumentos, definindo as responsabilidades e deveres que os municípios e o Distrito Federal possam obrigatoriamente implantar planos de gerenciamento de resíduos da construção civil, a fim de eliminar os impactos ambientais decorrentes das atividades.

A NBR 10.004 (ABNT, 2004) define os resíduos sólidos como:

aqueles resultantes de diferentes origens (atividades industriais, hospitalares, comercial, agrícola), assim como são classificados quanto ao risco, sendo: Resíduos Classe I- Perigosos: aqueles que em função de suas propriedades representam periculosidade ou características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade à saúde; Resíduos Classe II – Não Perigosos, subdivididos em Classe IIA- Não inertes e Classe II B.

Os Resíduos da Construção Civil (RCC), de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos-Lei nº 12.305/2010- (BRASIL, 2010) são definidos como sendo aqueles gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis. A média de geração de RCC está na faixa de 0,4 a 0,7 t/hab. e representa 2/3 da massa dos resíduos sólidos municipais ou em torno do dobro dos resíduos sólidos domiciliares. (SINDUSCON/SP, 2012). Conforme dito anteriormente, consumimos 1,9 t/ano de concreto e produzimos apenas 0,6t de RCC, tendo

em vista os materiais empregados na utilização da produção do concreto (areia, brita, cimento e água).

Segundo a Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002), os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final. No âmbito da Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002), considera-se instrumento para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil serão elaborados e implementados pelos médios e grandes geradores e terão como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação, ambientalmente adequados dos resíduos.

A mesma resolução rege uma legislação acerca do gerenciamento dos resíduos da construção civil, caracterizando, classificando, definindo as formas de segregação, armazenamento e disposição final. Na resolução são definidas as respectivas responsabilidades dos geradores, transportadores, áreas de destinação e as responsabilidades dos municípios para a elaboração de um Plano Municipal com a finalidade de gerir estes resíduos, estabelecendo um prazo para cumprimento.

Os resíduos da Construção Civil são classificados segundo a Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002), alterada no artigo 3º, inciso IV pela Resolução CONAMA nº. 348 (BRASIL, 2004), que propõe a classificação dos RCC. Os resíduos da construção deverão seguir a seguinte divisão:

Classe A: São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (BRASIL, 2002).

Na esfera estadual, o Estado do Rio Grande do Sul possui um documento, a Resolução CONSEMA nº 017 (BRASIL, 2001) que regulamenta as diretrizes para a elaboração e apresentação do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.

As empresas de serviço de concretagem, ou centrais dosadoras de concreto são uma das principais fontes de concreto residuais e, segundo Benetti (2012) *apud* Benini, Repette e Cincotto (2007) um dos maiores problemas enfrentados pelas centrais de concreto está no impacto que este material causa, principalmente com relação à quantidade de resíduos gerados. De acordo estudo realizado por Tartuce (2006), estimativas da ABESC (Associação brasileira das Empresas de Serviço de Concretagem) para a região metropolitana de São Paulo, aponta para um volume de concreto residual em torno de 3.500 a 7 mil m<sup>3</sup> mensais.

Os trabalhos de pesquisa apontam para estudos quanto ao uso das águas residuais como sendo o principal impacto ambiental, outras pesquisas inovadoras tem adotado a estratégia na manutenção do abatimento do concreto a partir da utilização do aditivo superplastificante à base de policarboxilato. (POLESELLO, 2013). Estudos a partir dos materiais particulados têm sido constantes em CDC's, entretando escassas são as pesquisas realizadas no Brasil.

As principais origens de resíduos de centrais dosadoras estão na lavagem interna de caminhões betoneiras no final do dia, na lavagem do pátio da central e na devolução eventual de concretos frescos que não foram utilizados na totalidade das obras. O concreto fresco que não foi reaproveitado gera um lodo de decantação da limpeza e de concreto endurecido. Por fim, ainda existem os resíduos gerados a partir dos corpos de prova ensaiados entre outros materiais não utilizados na produção.

Algumas alternativas inovadoras vêm sendo desenvolvidas com as associadas em parceria com a ABESC e Centrais Dosadoras. Dentre essas alternativas está o uso do método

de separação do agregado graúdo do agregado fino e no reuso da água que retornou à central. Após este processo de separação, tanto o agregado quanto a água são reutilizados em novas dosagens. O concreto residual é introduzido no equipamento de reciclagem por meio de uma tremonha de alimentação, permitindo a lavagem simultânea de dois caminhões-betoneira. A lavagem é executada no tambor, que possui espirais que giram no sentido contrário ao fluxo de água até a chegada do agregado à calha de descarga, já lavado. A água de lavagem com os finos em suspensão é direcionada para um tanque que possui agitadores, propiciando o bombeamento para o sistema de dosagem de novos concretos. O teor de partículas em suspensão é controlado, como forma de manter uma densidade constante para água residual do tanque. (ABESC, 2009).

Portanto, é perceptível a escassez de estudos específicos quanto a avaliação global de CD's, e nenhum estudo envolvendo os conceitos de P+L e *Lean and Green*. São necessários estudos quanto as emissões de poeira,

### 3 MÉTODO DE PESQUISA

A estratégia de pesquisa adotada nesta dissertação foi baseada em um estudo de caso, que reúne o maior número de dados detalhados, descrevendo o contexto real de uma empresa. Oliveira (1999) define que através dessa estratégia de pesquisa se torna possível conhecer uma determinada realidade, lançar determinado objeto ou desenvolver certos procedimentos ou comportamentos.

#### 3.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA OBJETO DE ESTUDO

Para atingir os objetivos propostos nesta pesquisa, foi avaliada uma Central Dosadora de Concreto com a finalidade de ser objeto de estudo para a proposição de requisitos ambientais, considerando o diagnóstico ambiental local e a revisão bibliográfica.

A central dosadora de concreto está localizada na região extremo sul do Estado do Rio Grande do Sul, inserida na mesorregião sudeste rio-grandense e na microrregião do litoral lagunar (IBGE, 2008), em uma zona antropizada, próximo de áreas residenciais e industriais. De acordo com a legislação brasileira, a empresa é considerada, uma empresa de pequeno porte, pois possuía no seu quadro funcional 80 funcionários. A atividade principal é a produção de concreto, do tipo bombeado e convencional, com uma produção média mensal, em torno de 4.400 m<sup>3</sup>, no período estudado. O estudo de caso foi realizado no período de março de 2012 a dezembro de 2013.

A central dosadora de concreto está localizada em uma zona mista, composta por residências e outras empresas de pequeno porte, instalada numa área de 25.500 m<sup>2</sup> (Figura 5). A CDC conta com uma área funcional de 1.700 m<sup>2</sup> incluindo dependências para produção, depósitos de matérias primas (areia e brita), laboratório, oficina, local para lavagem, manutenção e lubrificação de caminhões, refeitório e posto de abastecimento com capacidade de 10 mil litros, dois silos de 100 t de cimento, balança de agregados, e *containers* de aditivos químicos e reservatórios de água.

Dentro da área da empresa, existe outro empreendimento com atividade para pré-moldados, em uma área de 1.440 m<sup>2</sup> (Figura 06). O restante do terreno, ou seja, uma área de 22.417,50 m<sup>2</sup>, abrange uma Área de Proteção Permanente (APP)<sup>5</sup>, que são áreas protegidas de qualquer intervenção promotora de impactos ambientais negativos. A área de APP fora

---

<sup>5</sup> Área de Preservação Permanente (APP) é definida através do CF (Lei nº 4.771/1965). Art.1º § 2º- ..., entende-se por: II- Áreas de Preservação Permanente: Área protegida por Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com função ambiental de preservar: os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas.

licenciada primeiramente pelo órgão ambiental estadual e posteriormente pelo município, o que é bastante contraditório, tendo em vista que estas áreas são de preservação permanente.

Tendo em vista que este estudo se propõe a utilizar os conceitos de P+L e da filosofia *Lean and Green* para avaliar a CDC, é importante ressaltar que a empresa não possui em seu quadro funcional profissional com conhecimento para as questões de meio ambiente e não conta em seu escopo estratégico de uma política ambiental. Os serviços referentes ao meio ambiente são prestados por uma empresa de consultoria ambiental terceirizada.



**Figura 5** Perímetro em azul, delimitando a área do empreendimento, foco deste estudo.

Fonte: *Google Earth*, 2013.

O processo de utilização de água é um ciclo fechado, não sendo utilizada água potável, isto é, a água é proveniente dos processos de lavagem dos caminhões, equipamentos e das instalações da usina. O uso da água se dá através do processo de produção de concreto que advém de poços tubulares profundos, por meio de ponteiros, com uma vazão diária de 13 m<sup>3</sup> por dia. O sistema de ponteiros é acionado automaticamente por sistemas de bóias que controlam o nível de água dos reservatórios industriais. Para este sistema a empresa realiza o monitoramento da qualidade da água, por intermédio de um piezômetro.



**Figura 6 Empresa de Pré-Moldados, localizada em um galpão interno da CDC.**

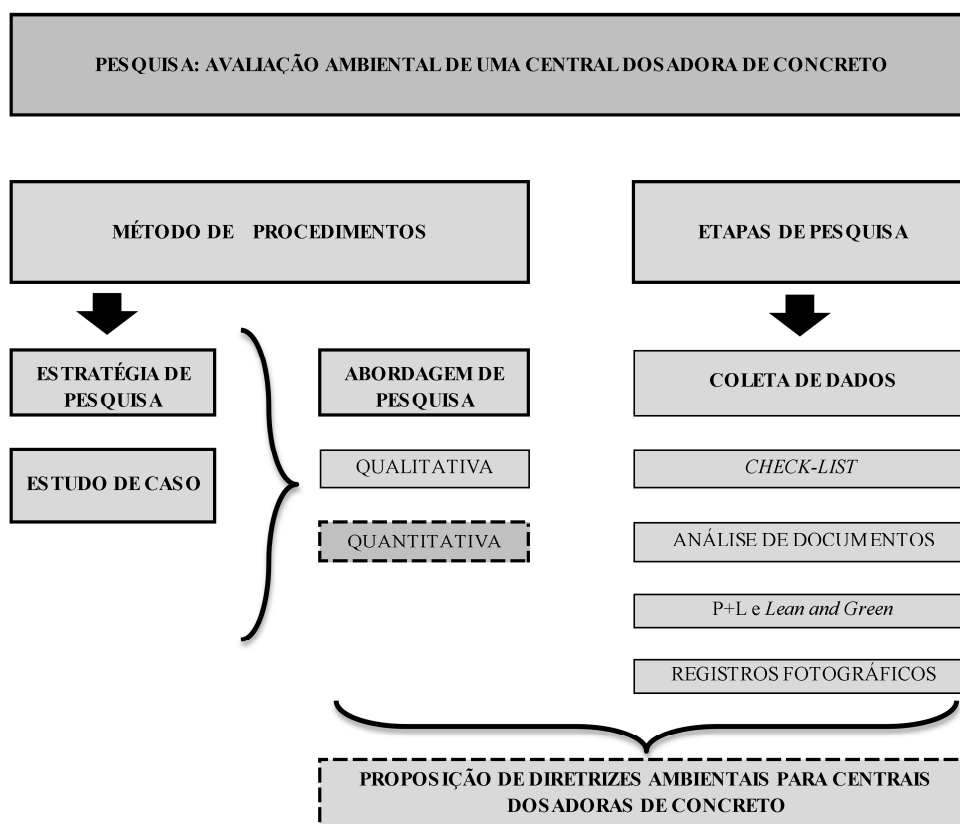
Cabe salientar, que neste momento a região sudeste rio grandense passa por um momento de transformação com a instalação de plataformas petrolíferas. De acordo com pesquisa realizada pelo IBGE (2010) a população habitacional do município era de 197.253 habitantes no final de 2010, e a estimativa populacional para o ano de 2013 é de 206.161 habitantes (IBGE, 2013). Concomitantemente, as rodovias no entorno estão sendo duplicadas e a grande maioria destas obras tem sido abastecida com o concreto da empresa estudada.

Tendo em vista o aquecimento do mercado em que atua, a empresa precisou ampliar sua produção, em contrapartida, a geração de resíduos cresceu, assim como a fiscalização por parte dos órgãos públicos. Atualmente atende empresas públicas e privadas que anualmente passam por processos de auditorias ambientais, que por sua vez solicitam à empresa documentação pertinente a toda e qualquer matéria-prima consumida no processo produtivo e no gerenciamento dos resíduos.

### **3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA**

O método utilizado para avaliar ambiental a CDC partiu da análise dos conceitos de P+L e *Lean and Green*, de acordo com as etapas da pesquisa, demonstrados na Figura 7. Este estudo de caso, caracteriza-se por uma abordagem qualitativa, utilizada na coleta de dados, a partir de procedimentos sistemáticos, para descrição e explicação de uma determinada situação de estudo e sua escolha deve estar baseada em dois critérios básicos: a natureza do objetivo ao qual se aplica e o objetivo que se tem em vista no estudo (FACHIN,

2001). Os dados qualitativos foram repassados pela empresa, assim como a compra de produtos, por esse motivo alguns dados contêm incertezas significativas.



**Figura 7 Ferramentas de Pesquisa**

Fonte: Adaptado de YOSHINO, 2008.

Para o delineamento da pesquisa, através da coleta de dados foram desenvolvidas três etapas de pesquisa, sendo num primeiro momento realizada a avaliação da situação ambiental da central dosadora de concreto, em sequência a identificação dos aspectos e impactos no processo produtivo e assim definido, os pontos críticos, foram construídos indicadores ambientais para proposição de requisitos ambientais.

### 3.3 FERRAMENTAS DE PESQUISA

O desenvolvimento da pesquisa iniciou através da revisão bibliográfica em conjunto com o levantamento do diagnóstico ambiental da situação atual da empresa. A coleta de dados foi possível com auxílio de uma ferramenta de verificação do cenário existente (*check list*), criada para auxiliar no registro de observações e realizada durante as visitas mensais na empresa.

Paralelamente, foram analisados os registros documentais que a empresa possuía e disponibilizava, com a finalidade de verificar se os mesmos eram atendidos ou não. Para tanto



foi atribuído uma variável de avaliação (atende, não atende e atende parcialmente) aos questionamentos propostos em conformidade com a regulamentação legal.

Para que se pudessem analisar as ferramentas auxiliares, *check list* e registros de documentos, foi necessário o desenvolvimento de PGRS (Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos). A finalidade do PGRS é identificar e quantificar os resíduos sólidos gerados, assim como os impactos ambientais negativos gerados, nos diferentes setores da empresa. E propor medidas de redução dos impactos ambientais na produção do concreto.

Cabe salientar que a elaboração do PGRS, serviu apenas de uma ferramenta de auxílio, para que quantificar os resíduos gerados na concreteira. A elaboração do PGRS foi realizada em conjunto com os dois técnicos de segurança da empresa. Nesta etapa ocorreu a sensibilização e treinamento de todos os funcionários, para que se disseminassem os conceitos de P+L e *Lean and Green*. O treinamento teve como propósito o gerenciamento dos resíduos na CDC, com enfoque nos conceitos de P+L e *Lean and Green*, trazendo aspectos teóricos e práticos. Os funcionários trouxeram melhorias que foram repassadas para a gerência da empresa.

Sendo assim, posterior a etapa de sensibilização com os funcionários foi realizada uma reunião com a gerência da empresa, onde foram explanados os conceitos de P+L e *Lean and Green*, para que a CDC percebesse a importância do enfoque preventivo, a melhoria do desempenho ambiental com a implantação de um sistema de gestão ambiental.

Considerando o conceito de Produção Mais Limpa, foi criado um mapeamento do processo, através da ferramenta de balança de massa de todos os setores da empresa, identificando todas as entradas e saídas envolvidas, de forma qualitativa (matéria prima, insumos, resíduos gerados, etc.) O conceito *Lean and Green* foi desenvolvido, a partir do mapeamento de fluxo de processo, de forma quantitativa, mensurando o quanto dos recursos naturais são consumidos, assim como quanto de resíduo gerado com a finalidade de verificar a eficiência do processo.

Posterior a essa etapa de identificação e mapeamento de fluxo de processo das diferentes áreas da central dosadora de concreto, foi possível estabelecer uma união dos dois conceitos em relação à identificação de aspectos e impactos ambientais, tendo a Produção Mais Limpa o foco no levantamento e *Lean and Green* na redução aliada aos possíveis desperdícios para que fossem propostos os requisitos ambientais.

### 3.4 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

O desenvolvimento do estudo de caso foi realizado através das etapas descritas a seguir.

#### 3.4.1 Diagnóstico Ambiental

A primeira etapa realizada na pesquisa foi conhecer e buscar informações sobre o processo produtivo da central dosadora de concreto, para posteriormente, elaborar a coleta de dados necessária ao diagnóstico ambiental. A etapa de coleta de dados para desenvolvimento do *check-list* foi realizada através da ferramenta de diagrama de blocos (entradas e saídas). A partir da análise desta ferramenta (Figura 8) e do fluxograma do processo produtivo (Figura 9) foi possível o estabelecimento de critérios de análise para elaboração do diagnóstico ambiental

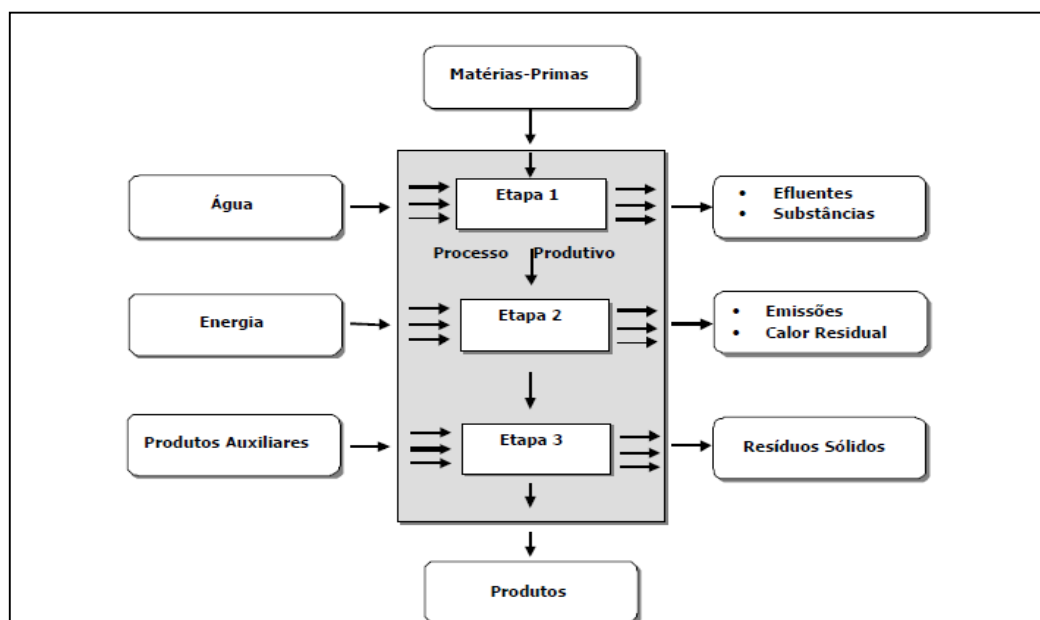


Figura 8 Diagrama de Blocos

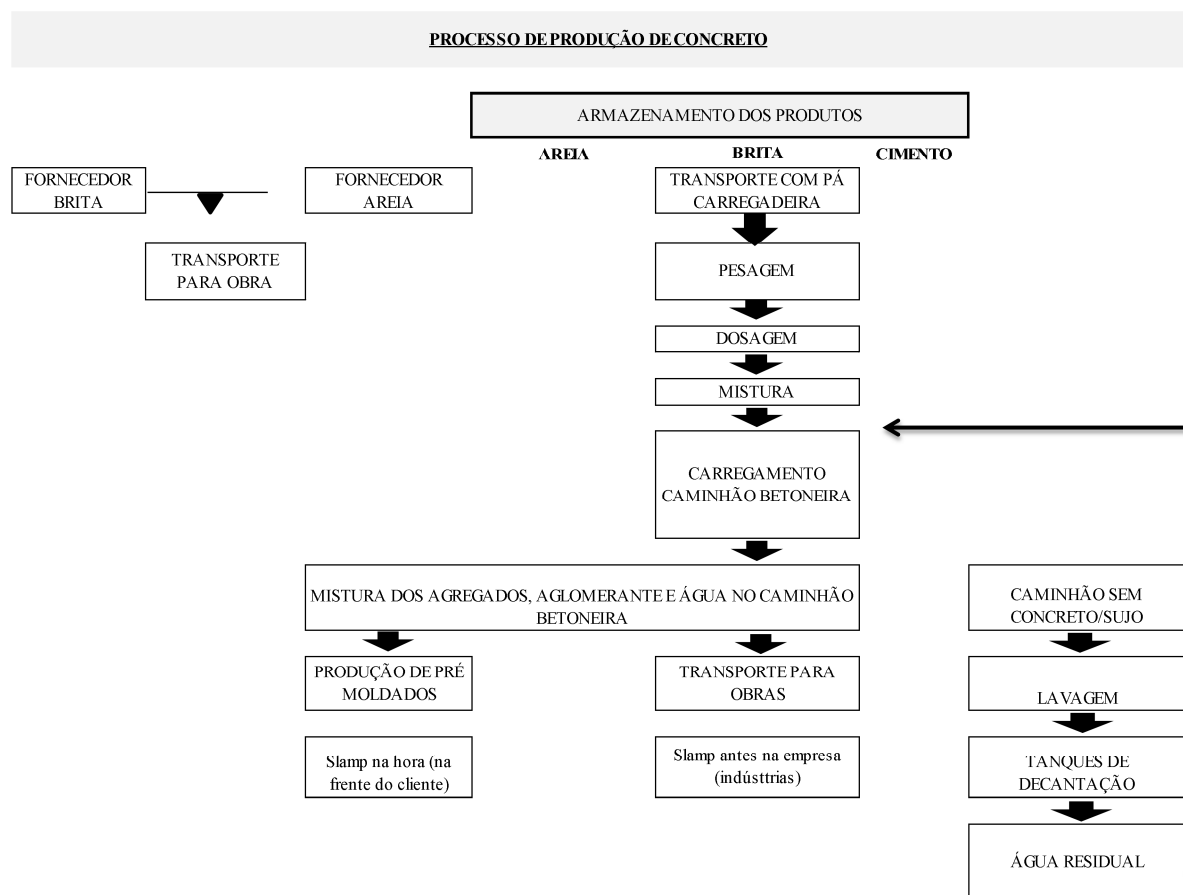
Fonte: CNTL (2003)

A implantação de empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental deve inicialmente, ser feito, em observância às condições estabelecidas nas licenças ambientais.<sup>6</sup> A CDC, possuía uma licença de operação, vencida junto ao órgão ambiental, com 20 condicionantes que precisavam ser cumpridos como atendimento aos requisitos legais. De

<sup>6</sup> A legislação brasileira (Lei nº 6.938/81, Decreto 99.274/90e extensa legislação complementar) estabelece a necessidade de obtenção sequencial de três licenças ambientais: licença prévia, licença de instalação e licença de operação. Cada uma destas licenças deve ser solicitada ao órgão ambiental, quando o empreendimento deseja se instalar em determinada área. Cada uma destas licenças estipula condicionantes específicos ao empreendedor, a exemplo da adoção de determinadas medidas de controle e da implementação de medidas compensatórias.

posse desta informação e do diagrama de blocos foi possível estabelecer algumas variáveis para realizar o diagnóstico ambiental.

De acordo com Moraes et.al. (2010), a partir da identificação quali-quantitativa dos resíduos gerados é possível estabelecer uma análise entre as relações de consumo das matérias primas consumidas e os insumos, para que seja possível a criação de indicadores de eficiência do processo.



**Figura 9 Fluxograma do Processo Produtivo**

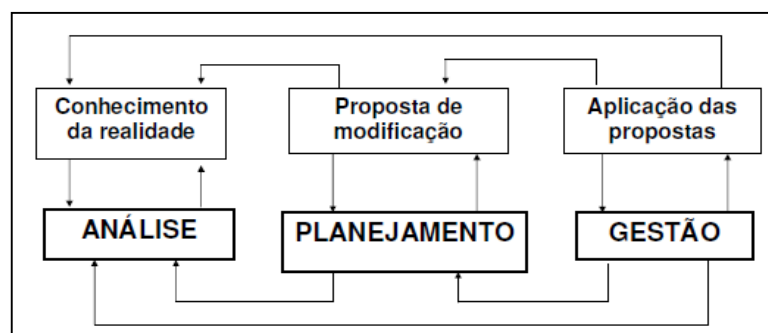
A identificação dos recursos naturais renováveis e não renováveis foram analisados, também através do método do diagrama de blocos, com foco no consumo de produtos, geração de resíduos e eventuais desperdícios identificados. Esta análise foi possível, por meio da percepção da pesquisadora e da observação direta, assim como na elaboração de relatórios de monitoramento na empresa, com auxílio de registros fotográficos e por fim, exame dos registros documentais da empresa.

A partir da coleta e análise dos dados gerados foi elaborada uma planilha de *check list* (Apêndice A), com a finalidade de caracterizar a situação do empreendimento, e conhecer a realidade do empreendimento estudado. A planilha desenvolvida possuía sete variáveis

(conformidade legal, seguro, consumo de energia, educação ambiental, processo produtivo, gestão de efluentes e gestão de resíduos), sendo que estas variáveis foram analisadas quanto ao cumprimento dos requisitos legais, num primeiro levantamento (março/2012) e, no final da pesquisa (dezembro/2013), quanto às premissas de P+L e *Lean and Green*.

A elaboração destas variáveis partiu da revisão bibliográfica e da regulamentação legal, assim como das observações diretas da pesquisadora no empreendimento. Finalizada a etapa de diagnóstico, a direção da empresa foi reunida para que fossem repassadas as informações coletadas e, a partir de então estabelecido um plano de ação para regularização da situação atual.

O planejamento ambiental (Figura 10), elaborado junto com os dois técnicos em segurança do trabalho da empresa e consistiu em uma atividade determinante para colocar em ordem toda e qualquer documentação, assim como regularização das licenças ambientais, análise dos fornecedores e criar procedimentos de meio ambiente.



**Figura 10 Planejamento Ambiental**

Fonte: DEMARJOROVIC et.al., 2013

Outros itens analisados durante o diagnóstico ambiental dizem respeito aos registros documentais da empresa, que serviram de suporte e coleta de dados, como segue:

- ✓ Licença de Operação da empresa (esfera federal, estadual e municipal);
- ✓ Licença de Operação dos fornecedores de matérias primas;
- ✓ Procedimentos quanto à destinação dos resíduos;
- ✓ Notas Fiscais de destino de resíduos;
- ✓ Manifesto de Transporte dos Resíduos (MTR's);
- ✓ Ficha de Informação sobre Produto Químico - FISPQ
- ✓ Existência de Processos Ambientais;
- ✓ Controles de insumos e matérias primas utilizados;
- ✓ Medidas de controle dos condicionantes referentes às licenças;
- ✓ Planilha de Controle de Geração de Resíduos

- ✓ Controle das empresas que prestam serviço de recolhimento de resíduos;

Deste modo, o diagnóstico ambiental foi analisado quanto o atendimento, o não atendimento e ao atendimento parcial dos requisitos legais. Cada variável analisada possuía uma série de questionamentos, quanto ao atendimento ao requisito legal, ou medidas compensatórias e/ou mitigadoras de impactos (Apêndice A).

### **3.4.2 Identificação e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais**

A etapa de pesquisa seguinte corresponde à identificação e avaliação dos aspectos e impactos ambientais negativos, gerados pela atividade da empresa de concretagem. Para que se pudessem identificar os impactos ambientais negativos, foi elaborado um Quadro sobre Levantamento e Avaliação dos Aspectos e Impactos Ambientais (Apêndice B). Esta ferramenta foi desenvolvida para atender as necessidades de regulamentação legal e também como um instrumento de planejamento estratégico, isto é, no momento da produção se considere as consequências ambientais das decisões acerca desta análise de impactos ambientais gerado pela atividade.

Setac (1993) define a etapa de análise de impactos como sendo um processo técnico qualitativo e quantitativo para caracterizar e avaliar os efeitos das cargas administrativas no inventário ambiental.

Este quadro referência foi dividido nos seis setores da empresa (Administrativo, Laboratório, Usina de Concreto, Oficina Mecânica, Refeitório e Sanitários), identificando os aspectos ambientais e relacionando os impactos negativos gerados em cada atividade.

Para que se pudesse avaliar o grau de severidade das áreas, foi empregada a metodologia de avaliação dos aspectos e impactos ambientais, atualmente utilizados pela UNISINOS, de acordo com a revisão bibliográfica, que cumpre os requisitos de certificação do sistema de gestão ambiental (GOMES, 2013). Os principais impactos ambientais negativos gerados, no setor da construção foram adaptados de acordo com modelo proposto por Gomes (2013) e estão descritos na tabela 4.

**Tabela 4 Classificação dos Impactos Ambientais**

IMPACTO	DEFINIÇÃO
Contaminação hídrica	Alteração da qualidade da água, causando danos à saúde, à flora e fauna. Exemplo: Contaminação do lençol freático
Contaminação do solo	Alteração da qualidade do solo, causando danos à saúde, à flora e fauna. Exemplo: Vazamento de óleo
Alteração da qualidade do ar	Emissão de materiais particulados, gases e poeiras, causando danos à saúde, à flora e à fauna. Exemplo: Emissão dos caminhões betoneiras.
Risco à saúde	Exposição à agentes físicos, químicos e biológicos, com potencial dano à saúde. Exemplo: Inalação de produtos químicos
Poluição Sonora	Ruídos, barulhos, sons acima dos níveis determinados pela Resolução Conama nº 01/90 e NBR 10151, causando danos à saúde e à fauna. Exemplo: motores dos veículos, funcionamento da Usina de Concreto, compressores.
Uso de recursos naturais não renováveis e escassos	Emprego de materiais que estão disponíveis em quantidade limitada (finita) na natureza. Exemplo: consumo de areia, água, e derivados do petróleo.
Uso de recurso natural renováveis	Emprego de materiais que são repostos de forma natural ou artificialmente na natureza. Exemplo: Supressão de florestas para fabricação de papel, ou uso de área fabril.
Ocupação de aterros (sanitário ou industrial)	Uso e ocupação do solo para disposição de resíduos sólidos.

Fonte: Adaptado de Gomes (2013)

Para cada aspecto ambiental (Influência (I), Magnitude (M), Abrangência (A), Frequência (F) e Significância (S)), foram atribuídos parâmetros de avaliação, quanto à intensidade da ação, e da atividade elaborada sendo atribuído um valor de zero (0) a nove (9), conforme descrito no Quadro 2 Parâmetros de Avaliação para Aspectos e Impactos Ambientais.

Após o levantamento e pontuação dos impactos ambientais gerados para o processo de produção de concreto dosado em central, foi possível identificar e avaliar quais são os setores que mais pontuaram significativamente e que causam maior impacto potencial ambiental.

Nesta etapa foram levantados todos os impactos ambientais significativos em todas as etapas da empresa. De acordo com Fuertes et. al. (2013), as principais causas dos impactos estão atreladas a atividade, local de trabalho, ao equipamento que está sendo utilizado e ao trabalhador.

Segundo Demarjorovic et. al. (2013) o processo de coleta de dados atinente aos Aspectos e Impactos Ambientais (AIA) servem para identificar, prever, avaliar e, por consequência são utilizados para mitigar os efeitos relevantes das atividades e os aspectos de um processo produtivo.

De posse das informações tabuladas, quanto aos aspectos ambientais referentes a cada atividade da central dosadora de concreto, foi possível estabelecerem a ecoeficiência da empresa, a partir dos conceitos de Produção Mais Limpa. Neste sentido, a quantificação dos aspectos fez com que se analisassem a eficiência dos recursos naturais utilizados na produção de concreto, em centrais dosadoras.

**Quadro 2 Parâmetros de Avaliação para Aspectos e Impactos Ambientais**

ASPECTOS	PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO	PONTUAÇÃO
<b>Influência</b> (produto de uma ação, levando em consideração os efeitos que o impacto apontado possa ocasionar no empreendimento.).	<b>Direto</b> - A ação atinge a área de influência do empreendimento, ou seja, dentro dos limites da empresa;	<b>D</b>
	<b>Indireto</b> - O impacto vai além do entorno da empresa.	<b>I</b>
<b>Magnitude</b>	<b>Pequena</b> – O meio permanece inalterado;	<b>1</b>
	<b>Média</b> - O meio apresenta uma leve alteração quanto à sua paisagem, porém de forma inexpressiva;	<b>2</b>
	<b>Grande</b> - A ação altera toda a paisagem.	<b>3</b>
<b>Abrangência</b>	<b>Local</b> - A ação em uma área pequena, não ocasionando risco de espalhar;	<b>1</b>
	<b>Regional</b> - O impacto estende-se por uma área um pouco maior, em geral, no entorno do empreendimento;	<b>2</b>
	<b>Global</b> - A ação não tem controle afetando assim outras regiões.	<b>3</b>
<b>Frequência</b> (corresponde a quantidade de vezes que determinada ação pode ocorrer)	<b>Baixa</b> - Probabilidade de a ação ocorrer é pequena;	<b>1</b>
	<b>Média</b> - Quantidade de vezes que o impacto ocorre. Apresenta uma ocorrência considerável;	<b>2</b>
	<b>Alta</b> - Ações impactantes repetidas várias vezes.	<b>3</b>
<b>Significância</b> (resultado do produto entre a Magnitude x Abrangência x Frequência)	<b>Não Significativa</b> - O impacto provocado não altera a qualidade de vida do meio ou do homem.	<b>1 a 3</b>
	<b>Moderada</b> - A área lesionada pela ação, quando negativa, pode ser recuperada e quando positiva, apresenta uma melhoria razoável na qualidade de vida.	<b>4 a 6</b>
	<b>Significativa</b> - A ação impactante apresenta uma significativa evolução benéfica ao meio ambiente, quando positiva, e uma perda na qualidade de vida quando negativa.	<b>7 a 9</b>



### 3.4.3 Aplicação dos conceitos de P+L e Lean and Green

Nesta etapa de pesquisa, a partir da introdução dos conceitos de P+L e *Lean and Green*, foi possível avaliar o comprometimento da gerência e do *ecotime* em termos de melhoria contínua e constatar as oportunidades de melhoria durante o período da pesquisa.

O conhecimento de todo o processo produtivo juntamente com a pesquisa dos registros da central dosadora de concreto foi fundamental para a identificação das barreiras e oportunidades de melhoria com o enfoque na P+L e *Lean and Green*

A coleta destes dados foi importante para a pesquisa qualitativa a fim de averiguar a situação real da central dosadora de concreto.

Considerando estas análises de inserção de conceitos de P+L e *Lean and Green* foi possível identificar as necessidades de melhoria em conjunto com as partes interessadas, com auxílio do levantamento de dados e criar um mapeamento de fluxo de massa do momento atual e do momento futuro que se deseja chegar. Por fim, foram definidas as metas, quais os métodos seriam utilizados e qual seria o foco para cada conceito, por etapa ou tarefa executada dentro da empresa. (Tabela 5).

**Tabela 5 Ferramentas de Análise da P+L e *Lean and Green***

	<b>P+L</b>	<b><i>Lean and Green</i></b>
<b>META</b>	Melhoria ambiental preventiva; Redução dos impactos ambientais gerados pela atividade;	Melhorar o desempenho ambiental; Reduzir os possíveis desperdícios Verificar qual a eficiência do uso de recursos naturais.
<b>FOCO</b>	Promoção da redução da geração de resíduos e a reciclagem interna	Eliminação dos desperdícios no processo produtivo;
<b>MÉTODO</b>	Identificar as causas da geração dos resíduos; Diagrama de blocos Identificação dos Aspectos e Impactos Ambientais.	Uso de procedimentos de controle; Engajamento de todos os funcionários; Mapeamento dos fluxos de massa e energia Criação de plano de comunicação.

### 3.4.4 Levantamento dos Indicadores Ambientais

Segundo Melo, Amorin e Bandeira (2008) o levantamento de indicadores de desempenho ambiental fornece as informações e cenários em relação aos fatores ambientais, além de tudo, permitem que as empresas avaliem os aspectos ambientais (consumo de água, consumo de energia, geração de resíduos).

A partir das análises levantadas, a partir dos impactos ambientais de maior relevância, foi possível estabelecer quais os indicadores ambientais a serem levantados, o modo de medição e a periodicidade (Tabela 6) de acordo com as diferentes etapas e/ou tarefas executadas dentro da central dosadora de concreto. Os indicadores serviram para verificar o padrão de comportamento e se as metas estabelecidas junto à gerência da central dosadora (Tabela 5) estavam sendo cumpridas.

Os indicadores foram coletados mensalmente, sendo que o monitoramento destes foi de fundamental importância para avaliar e se conhecer o desempenho ambiental na central dosadora de concreto, tendo em vista os conceitos da P+L e da *Lean and Green*.

**Tabela 6 Indicadores Ambientais**

Indicador Ambiental	Unidade/Modo de medição	Periodicidade
Consumo de Água	m <sup>3</sup> / produção	Mensal
Consumo Energia Elétrica	kWh / produção	Mensal
Geração de Resíduos	Kg/produção	Semestral

### 3.4.5 Diretrizes Ambientais

A construção de diretrizes ambientais como uma contribuição em CDC's para que se tornem mais eficientes é necessária, tendo em vista, a ausência de propostas consistentes para integração de Produção Mais Limpa e *Lean and Green* para Centrais Dosadoras de Concreto.

O foco das etapas iniciais está na identificação e análise dos registros documentais, aliada a identificação dos aspectos e impactos ambientais negativos gerados na central dosadora de concreto. A fase de coleta de dados possibilitou a organização, observação e análise conjunta para formulação de requisitos ambientais.

Posterior a esta análise da CDC, foi desenvolvido um fluxograma (Figura 11), que proporcionou a visibilidade das etapas envolvidas, assim como as relações entre as diretrizes necessárias quanto ao atendimento da norma e da regulamentação legal.

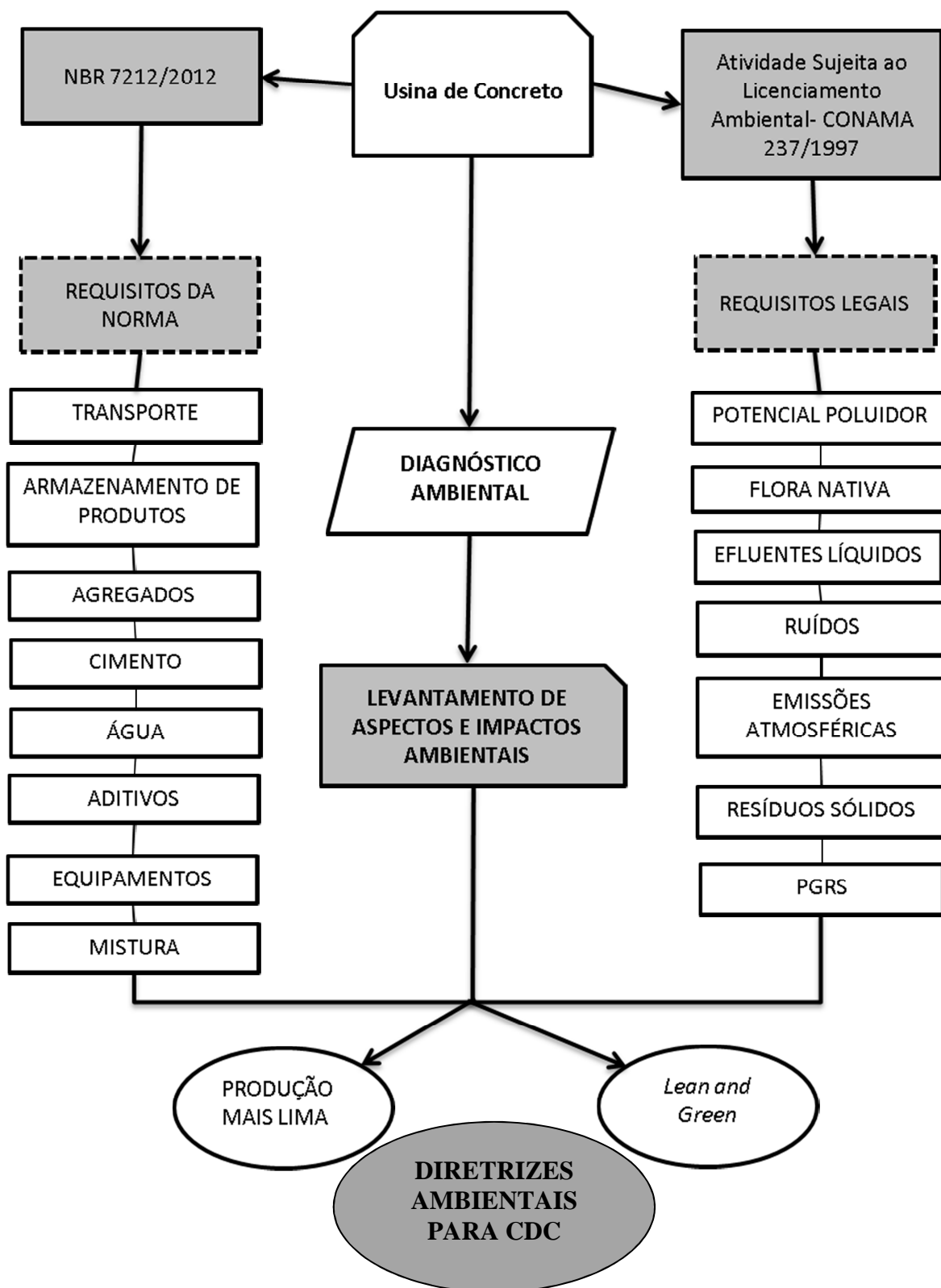


Figura 11 Fluxograma para Construção de Diretrizes Ambientais

A partir do desenvolvimento desse fluxograma foi desenvolvida uma tabela de referência (Tabela 7) com cada instrumento avaliação e seus requisitos básicos, para que se criassem posteriormente os requisitos ambientais.

**Tabela 7 Instrumento Avaliativo e seus Requisitos Básicos**

<b>INSTRUMENTO AVALIATIVO</b>	<b>REQUISITOS BÁSICOS</b>
Regulamentação Legal e a Norma Técnica	Atendimento a toda e qualquer requisito legal pertinente ao desenvolvimento da atividade para produção do produto.
Produção Mais Limpa	Atender de forma preventiva a geração de resíduos, a geração de resíduos, necessidade da criação de uma política ambiental com base nos pilares da sustentabilidade.
<i>Lean and Green</i>	Desenvolver ações (Redução, Reuso e Reciclagem) no processo produtivo aplicados em água, energia elétrica, papel e outros insumos naturais, aumentando a produtividade empresarial. Selecionar fornecedores, a partir de critérios ambientais.

O modelo criado foi adaptado, a partir de um estudo de caso, realizado em uma construtora, com foco na gestão de requisitos, cujo objetivo era analisar e criar procedimentos ambientais para o empreendimento. (PEGORARO; SAURIN & PAULA, 2010).

A partir da coleta de dados e conhecimento do processo produtivo, aliados a rastreabilidade das informações e dos conceitos de Produção Mais Limpa e de *Lean and Green* foi possível identificar diretrizes ambientais para centrais dosadoras de concreto.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo consta a discussão dos resultados obtidos durante o estudo de caso, sendo divididos em quatro etapas, tendo em vista o objetivo geral do estudo que previu a avaliação ambiental de uma Central Dosadora de Concreto.

### 4.1 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

O desenvolvimento da pesquisa baseou-se na interface da P+L e do *Lean and Green*, sendo num primeiro momento desenvolvidas as etapas de coleta de dados, a partir da ferramenta de diagrama de blocos nos diferentes setores da empresa.

Ao longo desse período de pesquisa, foram identificadas algumas barreiras junto à CDC. A empresa trocou quatro vezes de técnico responsável pelos registros das informações, não levando em consideração a contratação de um profissional da área de meio ambiente com experiência; muitas vezes tornando os dados repassados não confiáveis. Por causa disto, a análise dos dados foi prejudicada tendo em vista, que os dados foram repassados por diferentes técnicos e a empresa muitas vezes entendia que não era necessário repassar alguns elementos necessários para análise e mensuração exata destes ganhos pela CDC. Destaca-se, por exemplo, o fato da produção de concreto ter aumentado em alguns períodos e os custos com energia permanecerem inalterados.

Cabe salientar que, nem todas as mudanças sugeridas na empresa foram consideradas, pelo fato da administração da concreteira, entender que não eram necessários o acompanhamento diário dos procedimentos ambientais idealizados junto com o *ecotime* da empresa (controle de ruídos e emissão atmosférica, monitoramento da implementação do PGRS, controle dos efluentes líquidos).

Segundo estudos apontados CNTL (2003), uma série de barreiras potenciais é identificada e que estas podem impedir ou retardar a adoção da P+L nas empresas, dentre elas destacam-se: falta de percepção do potencial papel positivo da empresa na solução dos problemas ambientais; abrangência limitada das ações ambientais dentro da empresa; desconhecimento do montante real dos custos ambientais da empresa, dentre outras são identificadas.

A necessidade das empresas implantarem conceitos de *Lean and Green*, aliados a P+L, segundo Jabbour et al.(2013) é uma alternativa real, sendo que a adoção de práticas de gestão ambiental com destaque para melhoria contínua e principalmente para o treinamento

ambiental proporcionam a capacidade das empresas desenvolverem, de forma positiva, o incremento para sua sustentabilidade.

A coleta de dados desta pesquisa possuiu implicações gerenciais. Primeiramente, chama-se a atenção para o comportamento sinérgico entre as práticas de P+L e de *Lean and Green*. No entanto, é necessário que os gestores estejam comprometidos em melhorar o desempenho ambiental de suas empresas, sendo assim, devem investir não só em práticas ambientais, mas também em práticas *Lean* aliadas ao *Green*.

#### 4.1.1. Análise do Diagrama de Blocos

De acordo com o CNTL (2003), o diagnóstico de entradas (água, energia, matérias primas e outros insumos) e saídas (resíduos, emissões atmosféricas, subprodutos e produtos) de cada etapa do processo produtivo é fundamental para análise dos aspectos e impactos gerados.

A etapa de coleta de dados e a elaboração do diagrama de blocos foram de extrema relevância para que se identificassem e quantificassem as entradas e saídas do processo. A seguir estão descritos os resultados identificadas as áreas da Administração, Central Dosadora, Sanitários, Oficina Mecânica, Almoxarifado, Laboratório e Refeitório. (Figuras 12 a Figura 18).

DIAGRAMA DE MASSA QUALITATIVO		
ENTRADA	ETAPA	SAÍDA
<p><b>Matérias- Primas:</b> Produtos de limpeza, material de escritório, Papel, Papelão, Copos plásticos, Alimentos e Embalagens diversas.</p>	<p><b>SETOR ADMINISTRATIVO</b></p>	<p><b>Resíduos gerados:</b> Copos plásticos, restos de alimentos, papéis de escritório, embalagens plásticas e embalagens de papelão, jornais, lâmpadas fluorescentes, cartuchos de impressora, cartuchos de fotocopadora, lenços de papel sujos, latas de alumínio, fitas adesivas, papel carbono, resíduos de varrição não perigosos.</p> <p><b>Ruídos:</b> Equipamentos (telefone, impressora, máquina fragmentadora de papel)</p>
<p><b>Insumos:</b> Água e Energia Elétrica,</p>		

Figura 12 Diagrama de Massa Qualitativo - Área Administrativa

DIAGRAMA DE MASSA QUALITATIVO		
ENTRADAS	PROCESSO	SAÍDAS
<p><b>Matérias-Primas:</b> Areia, Brita, Cimento, Cinza, Óleo diesel, Aditivos químicos</p> <p><b>Insumos:</b> Energia, Água</p>	<p><b>CENTRAL DOSADORA DE CONCRETO</b></p>	<p><b>Resíduos:</b> Embalagens de Óleo, sobras residuais de concreto, brita, areia, roldanas, esteiras velhas, embalagens plásticas, Epis contaminados</p> <p>Emissões Atmosféricas</p> <p>Efluentes Líquidos</p> <p>Ruídos</p> <p><b>Produto:</b> Concreto fresco</p>

Figura 13 Diagrama de Massa Qualitativo- Central Dosadora de Concreto

DIAGRAMA DE MASSA QUALITATIVO		
ENTRADA	ETAPA	SAÍDA
<p><b>Matérias- Primas:</b> Produtos químicos de limpeza, papel toalha, papel higiênico e sabonete.</p>	<b>SANITÁRIOS</b>	<p><b>Resíduos gerados:</b> Lâmpadas fluorescentes, papel higiênico contaminado, papel toalha usado Efluentes Sanitário (esgoto)</p>
<p><b>Insumos:</b> Água e Energia Elétrica</p>		

Figura 14 Diagrama de Massa Qualitativos- Sanitários

DIAGRAMA DE MASSA QUALITATIVO		
ENTRADAS	ETAPA	SAÍDA
<p><b>Matérias -Primas:</b> Óleo lubrificante, Filtro de óleo, Estopas, Uniforme dos funcionários, Trincha, EPI's (luvas látex, óculos, botas de segurança, protetor auricular, capacete com viseira, bombonas plásticas</p>	<b>OFICINA MECÂNICA</b>	<p><b>Resíduos gerados:</b> Óleo lubrificante usado. Panos e estopas, EPI's contaminados, Filtros de óleo usados, embalagens de óleo lubrificante vazia, pneus, ferramentas (alicate, chave de fenda) Emissões Atmosféricas: Emissão de gases tóxicos pelos veículos.</p>
<p><b>Insumos:</b> Água e Energia Elétrica</p>		

Figura 15 Diagrama de Massa Qualitativo- Oficina Mecânica

DIAGRAMA DE MASSA QUALITATIVO		
ENTRADAS	ETAPA	SAÍDA
<p><b>Matérias- Primas:</b> Diversos produtos e materiais que posteriormente serão utilizados em diversos setores da empresa (Latas de tinta, estopa, EPI's (capacete, luvas, protetor auricular, botinas, botas de borracha, máscaras), pincéis, Óleo lubrificante, Material de suprimento de escritório,</p>	<b>ALMOXARIFADO</b>	<p><b>Resíduos:</b> Papéis de escritório, embalagens plásticas ou de papelão, copos de plástico, pó não perigoso (varrição) e lâmpadas fluorescentes. Latas de tinta, Solventes e Thiner usadas. EPI's contaminados</p>
<p><b>Insumos:</b> Água e Energia Elétrica</p>		

Figura 16 Diagrama de Massa Qualitativo- Almoarifado

DIAGRAMA DE MASSA QUALITATIVO		
ENTRADAS	ETAPA	SAÍDA
<p><b>Matérias- Primas:</b> Diversos corpos de prova para teste que posteriormente serão utilizados em diversos ambientes da empresa, papel, pincéis, trinchas, óleo queimado</p>	<b>LABORATÓRIO</b>	<p><b>Resíduos:</b> Corpos de prova que não resistiram. Papéis de escritório, embalagens plásticas ou de papelão, copos de plástico, pó não perigoso (varrição) e lâmpadas fluorescentes. Embalagens de óleo, trinchas e pincéis utilizados, epi's. Efluente gerado Ruídos, Emissões Atmosféricas</p>
<p><b>Insumos:</b> Água e Energia Elétrica</p>		

Figura 17 Diagrama de Massa Qualitativo- Laboratório

DIAGRAMA DE MASSA QUALITATIVO		
ENTRADAS	ETAPA	SAÍDA
<p><b>Matéria- Primas:</b> Alimentos diversos (comida preparada na empresa), óleo de cozinha, água, café, guardanapo, copos plásticos</p> <p><b>Insumos:</b> Água e Energia Elétrica</p>	<p><b>REFEITÓRIO</b></p>	<p>Resíduos: Copos plásticos, papelão, jornais, pó não perigoso (varrição), lenços de papel sujos, baganas de cigarro, latinhas, garrafas de vidro, restos de alimentos, lâmpadas fluorescentes. Gases provenientes do cigarro. (monóxido de carbono) e gás de cozinha. Efluente doméstico; a limpeza é feita com vassouras e panos.</p>

**Figura 18 Diagrama de Massa Qualitativo- Refeitório**

O fluxograma delimitado por intermédio do diagrama de massa é apresentado nas figuras acima como uma síntese de identificação das principais matérias primas, resíduos gerados e de efluentes líquidos foi possível para conhecer a realidade da empresa e analisar quais setores precisariam inicialmente de maiores intervenções. De acordo com os gestores da empresa, no início do estudo, uma central dosadora de concreto não gera resíduos. Portanto, finalizado o primeiro levantamento de dados foi possível demonstrar para os administradores a situação atual da concreteira quanto aos resíduos gerados, assim como os locais de geração. A partir de então foi desenvolvido o conceito e a importância da realização de um PGRS dentro da Central Dosadora de Concreto.

#### **4.2 LEVANTAMENTO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS**

O processo de avaliação de impactos ambientais seguiu a regulamentação legal, de acordo com o nível de atendimento, nos termos estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 001/86 (BRASIL, 1986) em conjunto com a análise dos instrumentos e métodos de avaliação desenvolvidos.

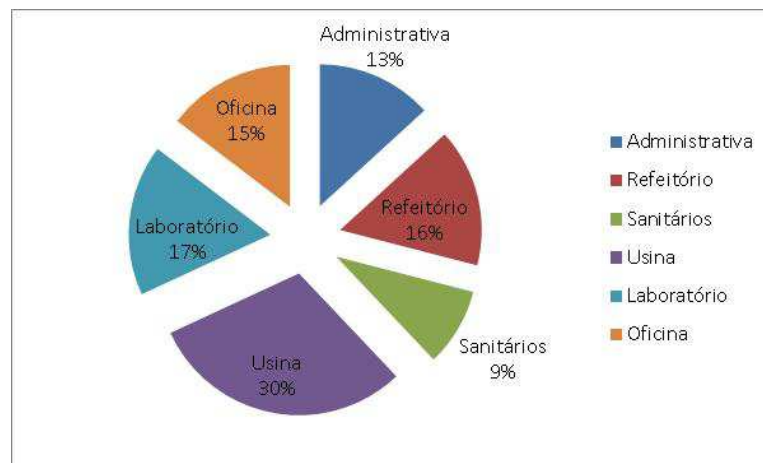
O levantamento e a avaliação dos aspectos e impactos ambientais foram elaborados pela equipe, formada pelos técnicos dos setores avaliados e do Setor de Segurança, desta forma, os resultados foram registrados planilhas.

No período de levantamento do diagnóstico é que foram coletados os dados referentes aos impactos ambientais negativos significativos (Anexo II), sendo desenvolvidos de acordo com as atividades realizadas, em diferentes setores da empresa.

De acordo com os resultados obtidos, foi possível verificar quais os setores estavam críticos, segundo o grau de significância. Dentre os setores da empresa, destaca-se a Usina de Produção do Concreto, por ter maior potencial de aspectos ambientais, tendo em vista, este setor ser o que mais tem consumo de matérias primas e insumos, assim como a



geração dos resíduos perigosos, emissões atmosféricas e ruídos, em virtude do fluxo contínuo de caminhões betoneiras e da produção de concreto, conforme exemplifica a Figura 19.



**Figura 19 Impactos significativos da CDC**

Kiperstock (2012) afirma que as organizações buscam cada vez mais ações preventivas quanto à poluição ou à geração de resíduos. De acordo com o autor modificar ou aprimorar o processo produtivo significa reduzir os impactos ambientais utilizando melhor as matérias primas e a energia. Esta solução, no setor da construção civil, ainda vem sendo abordada, tendo em vista a grandiosidade de pesquisas abordando as oportunidades de melhoria da ferramenta de implementação de P+L.

A CDC, dentro do seu processo produtivo apresentou impactos ambientais potenciais, associados aos aspectos ambientais decorrentes das atividades. A partir desta contextualização foi possível criar uma tabela contemplando os principais impactos ambientais relacionados à atividade de produção de concreto (Tabela 8).

**Tabela 8 Lista dos principais impactos ambientais relacionados à Produção de Concreto Usinado**

<i>Emissões de Ruídos</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Geração de ruídos a partir do processo produtivo;</li> <li>✓ Geração de ruídos no uso da frota de veículos (caminhões betoneiras, pá carregadeira e retroescavadeiras).</li> </ul>
<i>Emissões Atmosféricas</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Geração de materiais particulados do cimento;</li> <li>✓ Geração de emissões de gases gerados pelos caminhões betoneiras e demais veículos;</li> <li>✓ Geração de poeira devido ao trânsito de veículos na CDC</li> <li>✓ Utilização de Substâncias Tóxicas</li> </ul>
<i>Consumo de Água e Efluentes Líquidos</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Despejo de água resultante da limpeza do caminhão betoneira;</li> <li>✓ Lançamento de efluentes líquidos industriais na rede pública coletora;</li> <li>✓ Uso no processo de moldagem de corpos de prova.</li> </ul>
<i>Geração de Resíduos Sólidos</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Geração de resíduos sólidos inertes;</li> <li>✓ Geração de resíduos sólidos perigosos;</li> </ul>
<i>Consumo de Recursos Naturais</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Consumo de água;</li> <li>✓ Consumo de energia;</li> <li>✓ Consumo de combustível;</li> <li>✓ Consumo de areia;</li> <li>✓ Consumo de brita.</li> </ul>
<i>Alteração do Solo</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Depósito irregular de sobra de concreto fresco no solo;</li> <li>✓ Depósito irregular da limpeza da calha dos caminhões betoneiras;</li> <li>✓ Derramamento de aditivos químicos no solo;</li> <li>✓ Disposição irregular de embalagens contaminadas;</li> <li>✓ Manutenção de caminhões diretamente no solo;</li> <li>✓ Alteração da paisagem.</li> </ul>
<i>Alteração da Biodiversidade</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Supressão de vegetação existente;</li> <li>✓ Degradação de ambiente natural;</li> <li>✓ Processos Erosivos.</li> </ul>

No sentido de avaliar constantemente os impactos ambientais negativos gerados pela atividade é que se fazem presentes às inserções da P+L e de *Lean and Green*.

Finalizada a etapa de diagnóstico juntamente com a análise dos impactos ambientais foram propostas ações de gerenciamento com o objetivo de controlar, minimizar ou eliminar os aspectos ambientais significativos.

Dentre os principais impactos ambientais negativos resultantes do processo produtivo de concreto, alguns aspectos demonstraram-se significativos em toda área produtiva, como alteração do solo, emissões atmosféricas e a geração de ruídos. Tendo em

vista os aspectos mais significativos é necessário que ocorra um plano de ação para atingir diretamente os principais aspectos ambientais.

É possível, a partir da identificação dos impactos ambientais, estimular a melhoria contínua do desempenho ambiental das empresas. Conforme Fuertes et.al (2013), a identificação dos aspectos ambientais aliado a uma política ambiental da empresa é possível definir o controle do desempenho ambiental e definir a melhor estratégia para medir e investigar os incidentes ambientais que possam vir a existir.

**Tabela 9 Avaliação dos Aspectos e Impactos Ambientais - Usina de Concreto**

ÁREA	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	AVALIAÇÃO DOS AIA				
			I	M	A	F	S
Usina de Concreto	Vazamento de produtos químicos	Alteração na qualidade da água e do solo	I	3	3	1	7
	Utilização de combustíveis fósseis	Alteração na qualidade do ar	I	3	2	1	6
	Armazenamento de produtos químicos	Alteração na qualidade da água e do solo	I	3	2	1	6
	Geração de efluentes	Alteração da qualidade do corpo hídrico receptor	D	2	2	2	6
	Consumo de água	Utilização de recursos naturais	D	3	3	3	9
	Consumo de energia elétrica	Utilização de recursos naturais	D	1	2	3	6
	Geração de resíduos sólidos Classe I	Alteração na qualidade da água/solo	D	3	2	3	8
	Geração de resíduos sólidos recicláveis	Redução da vida útil de aterros sanitários	D	2	3	3	8
	Geração de emissões atmosféricas (transporte)	Alteração na qualidade do ar	D	3	2	3	8
	Geração de ruído	Riscos a saúde operacional	D	2	2	2	6
	Poluição sonora	D	3	2	3	8	

Legenda:

I- Influência M- Magnitude A- Abrangência F- Frequência S- Significância

Desta forma, a tabela revela que as atividades que apresentam maior significância, isto é, a ação realizada representa uma significativa perda na qualidade de vida de quando negativa. Portanto é necessário que sejam criados requisitos para atender os principais impactos ambientais negativos, dentre estes, destacam-se: vazamento de produtos químicos, consumo de água, geração de Resíduos Classe I- Perigosos, geração de emissões atmosféricas e geração de ruídos.

### 4.3 ANÁLISE DO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Com a finalidade de analisar a empresa, conforme descrito na metodologia, à coleta de dados foi realizada a partir da tabulação dos dados do *check-list* elaborado.

#### 4.3.1 Análise documental

A central dosadora de concreto, no início da análise foi identificada que possuía licença ambiental junto às esferas federais e municipais, mas ambas sem acompanhamento de condicionantes e apresentavam-se vencidas. Outro registro analisado demonstrou que a empresa não possuía controle documental referente aos fornecedores de matérias primas. Conforme regulamenta a Resolução CONAMA nº 237 (BRASIL, 2001), atividades com potencial poluidor devem ser licenciadas junto aos órgãos federais, estaduais e municipais, de acordo com o porte da empresa.

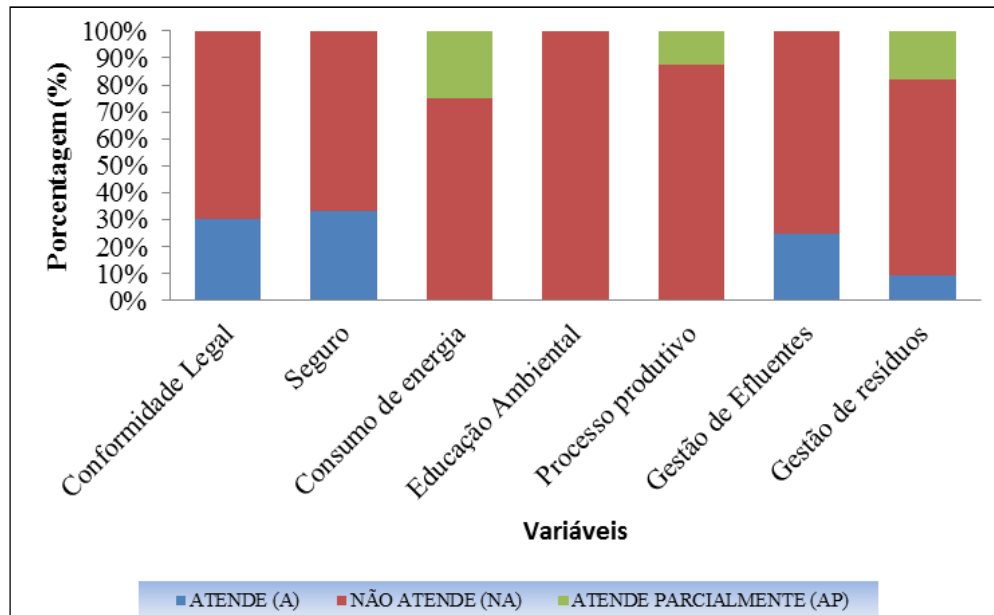
Dentre os documentos observados, destacava-se a ausência de MTR (Manifesto de Transporte de Resíduos)<sup>7</sup>; como fonte geradora de resíduos perigosos e responsáveis pelo destino dos mesmos foi estimulado que a empresa providenciasse a emissão do talonário junto ao órgão ambiental. Ainda, na conferência de documentos, ficou evidenciado que a empresa não realizava controle dos produtos químicos por ela adquiridos. O gerenciamento dos produtos químicos reúne a identificação dos perigos de cada produto, formas de exposição, caracterização e por fim, os possíveis riscos de dano ambiental quando utilizados de forma irregular, assim como o manuseio com os produtos químicos. (PINHEIRO, 2009).

No primeiro diagnóstico ambiental realizado a empresa não possuía qualquer controle ou procedimento ambiental, conforme exemplifica o gráfico da Figura 20. Nesta etapa, a empresa somente atendia duas variáveis, das sete propostas (conformidade legal, seguro, consumo de energia, gestão de efluentes líquidos, gestão de resíduos sólidos, processo produtivo e educação ambiental), mas não na totalidade dos questionamentos abordados. As duas variáveis atendidas, diziam respeito aos questionamentos coletados para conformidade legal e para a gestão de efluentes.

---

<sup>7</sup> O MTR é um documento de controle de expedição, transporte e recepção de resíduos sólidos, cuja emissão é de responsabilidade da empresa/fonte geradora ou proprietária dos mesmos. De acordo com o Art. 12 do DECRETO ESTADUAL N° 38.356/98, os resíduos sólidos de classe I, e os de classe II definidos pela FEPAM, somente poderão ser transportados quando acompanhados do Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR, previsto na norma técnica da ABNT, NBR 13221, sem prejuízo de outros documentos exigidos pela legislação fiscal ou sanitária. A empresa geradora dos resíduos a serem transportados deve solicitar à FEPAM, autorização para emissão de talonário MTR, na qual constará a numeração dos mesmos, de acordo com a PORTARIA N.º FEPAM/47-95/98.

Os dados levantados foram interpretados a partir do número de itens a serem analisados de acordo com o atendimento ou não da variável, isto é, para o item de conformidade legal foram questionados nove itens, destes três atendiam, cinco não atendiam e apenas um atendia parcialmente a variável.



**Figura 20 Diagnóstico Ambiental- Março/2012**

As sete variáveis apresentaram o indicador de avaliação “Não Atende” em sua totalidade, sendo que apenas duas variáveis foram apontadas com “Atende”: conformidade legal e gestão de efluentes. A variável de conformidade legal apresenta nove questionamentos, destes três são para atendimento, cinco para não atendimento e um para atendimento parcial. Já para a variável de gestão de efluentes são propostos cinco questionamentos, dos quais um foi atendido, três não atendidos e um atendido parcialmente.

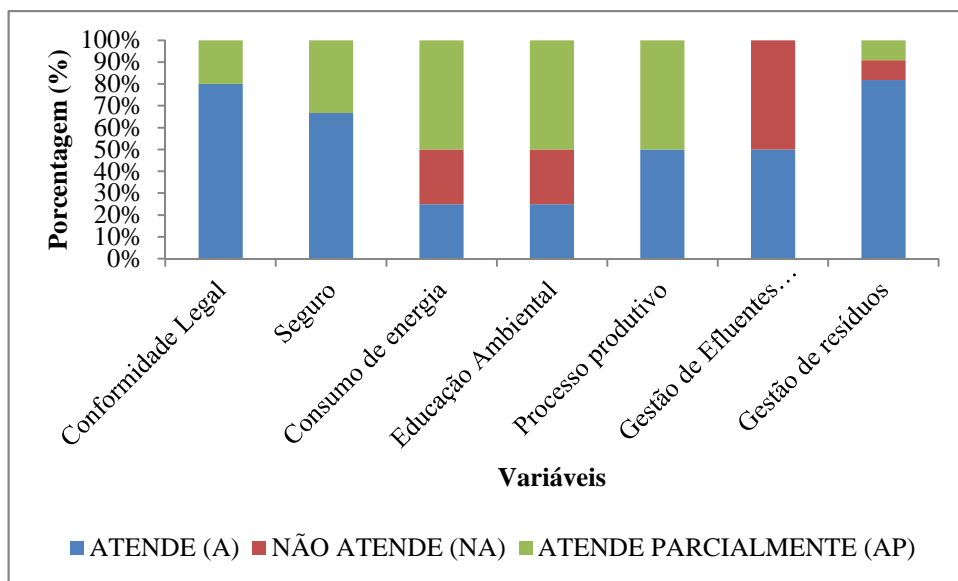
Quanto a variável de conformidade legal os questionamentos referem-se aos requisitos legais da CDC, isto é, possuir licença ambiental e cadastros nos órgãos ambientais para a atividade desenvolvida, se a empresa possui algum processo ambiental junto as esferas judiciárias. Dentre as variáveis que não atendem ao indicador de avaliação para “Não Atende” pode-se destacar a gestão de resíduos sólidos, com onze questionamentos, sendo nove para não atendimento e dois para atendimento parcial.

De acordo com estudo apontado por Santos (2006), um controle da gestão ambiental, quando assumido como uma forma de redução de custos, constitui como uma vantagem competitiva possibilitando para a empresa uma rentabilidade econômica e uma mudança frente aos seus consumidores.

Para Cericato, Meneghelo e Filippin (2013), afirmam que o processo produtivo pode ser carente e deficitário até mesmo em grandes empreendimentos, mesmo onde existem controles, plantas planejadas e a presença de profissionais, engenheiros e técnicos. E que, pode acontecer nas pequenas plantas, um controle de montantes e volumes de cada material consumido na confecção do produto final, muitas vezes com carência de recursos para dimensioná-las por meio de estudos ou cálculos técnicos para a definição.

Pettersen (2009) afirma que é necessário que as empresas busquem sistematizar seus procedimentos internos, às práticas de melhoria contínua, estimulando os funcionários a evitar perdas e proceder aos controles. Cabe salientar, que mesmo sendo similares as práticas de P+L e *Lean and Green*, podem estabelecer uma relação única na avaliação do diagnóstico ambiental.

Finalizada todas as coletas mensais e o acompanhamento ambiental da Central Dosadora, foi realizada uma última e segunda análise do diagnóstico ambiental, no período de dezembro de 2013; agora com o enfoque nos conceitos de P+L e *Lean and Green*, a fim de avaliar ambientalmente a situação da empresa. Comparando os resultados obtidos entre o primeiro mês ao último mês de monitoramento, pode-se afirmar que houve uma melhora significativa quanto ao atendimento dos requisitos legais. Dentre os quesitos com melhora significativa destacam-se a gestão de resíduos, melhora no controle do processo produtivo e na gestão de efluentes. (Figura 21).



**Figura 21 Diagnóstico Ambiental-Dezembro/2013**

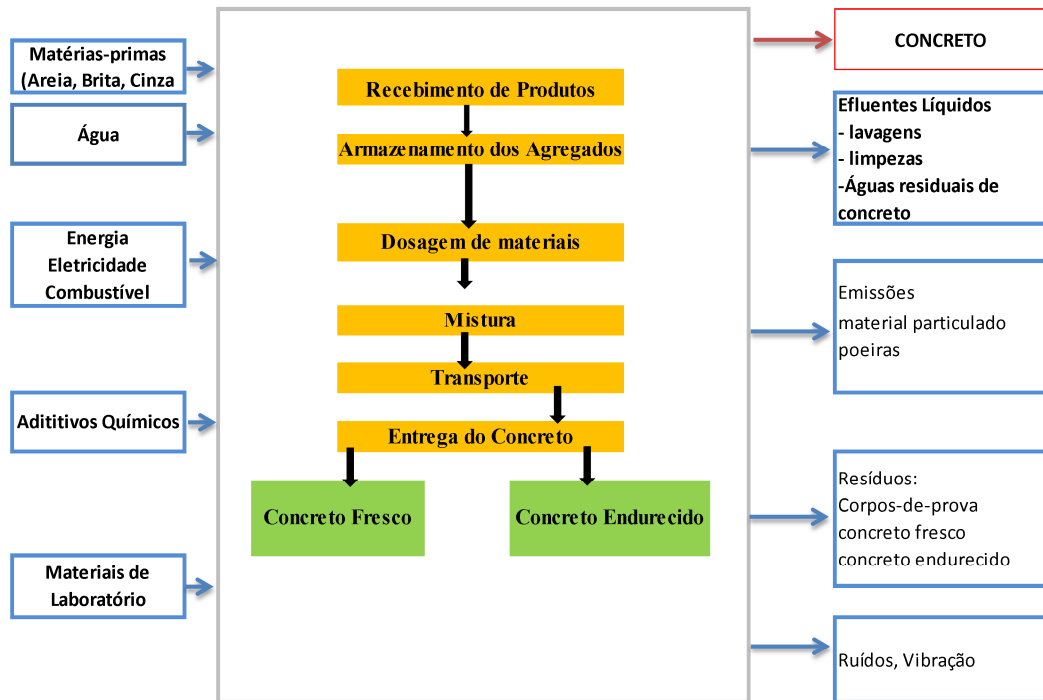
Após o período de 21 meses de monitoramento, foi perceptível a mudança, mesmo que gradual na central dosadora de concreto. Os procedimentos foram criados, mas é

necessária uma avaliação mensal dos mesmos, assim como o monitoramento direto pelo *ecotime* da empresa. As melhoras avaliadas serão discutidas nos itens a seguir.

#### **4.3.2 Central Dosadora de Concreto**

O processo de fabricação de concreto comum está descrito com suas entradas, fluxo e saídas na Figura 22. O processo inicia através do recebimento dos materiais agregados (areia e brita) fornecidos por empresas licenciadas. Os agregados estão dispostos em baias separadas ao ar livre. O cimento é recebido através de caminhões graneleiros dotados de um compressor de ar, que transfere o insumo para o silo através da injeção de ar comprimido. Um sistema de filtragem, constituídos por tubulações e filtro de mangas, realiza o despoeiramento do silo durante a descarga do cimento, bem como da balança de dosagem de cimento no carregamento do caminhão betoneira. Todo o cimento retido nas mangas do filtro é recuperado e reutilizado no processo de fabricação do concreto, de forma eficiente.

A areia, a brita e cimento são dosados de acordo com o tipo de concreto desejado e conduzidos pela correia transportadora até o caminhão betoneira. Em seguida, dosa-se a água através de uma bomba dotada de medidor de vazão. Após cada carga de concreto, a betoneira do caminhão é lavada interna e externamente, e a água usada no procedimento, juntamente com os materiais resultantes da limpeza, são conduzidos para um conjunto de caixas de sedimentação.



**Figura 22 Entradas, Fluxo produtivo e saídas para uma Central Dosadora de Concreto (CDC)**

A primeira etapa realizada desenvolvida a partir do conceito do Programa de Produção mais Limpa foi de conhecimento do processo produtivo da empresa onde se realizou o levantamento e a quantificação das entradas e saídas de todo o processo. A partir da coleta de dados nesta etapa, concebeu-se ao PGRS e ao inventário dos aspectos e impactos ambientais da empresa, já citados anteriormente.

Nesta fase inicial foram desenvolvidos treinamentos com funcionários e com a participação dos gestores da CDC; primeiramente abordaram-se conceitos ambientais, através de sensibilizações e exposições de casos reais, e posteriormente, foram trabalhados os conceitos específicos de Produção mais Limpa e de *Lean and Green*. Os treinamentos tiveram boa receptividade por parte dos funcionários, com interação contínua, sendo capacitados 58 dos 84 funcionários. Desta forma, a participação nos treinamentos representou 69% de colaboradores que trabalhavam na empresa neste período. Mesmo tendo uma adesão razoável, este setor tem uma característica de alta rotatividade, o que levou a baixar este percentual em pouco tempo. É importante ressaltar que funcionários são contratados diariamente pela empresa, alguns para obras específicas nas Usinas Móveis e outros para trabalhar em regime integral na CDC, portanto alguns trabalhadores foram contratados após a realização dos treinamentos, o que pode resultar em colaboradores trabalhando na empresa sem o conhecimento pleno da ferramenta, o que evidencia a necessidade da repetição destas capacitações em vários momentos ao longo de sua implementação. Esta repetição não foi possível no período do acompanhamento o que



representou uma barreira observada no estudo. A inviabilidade se deu por parte dos gestores entenderem que os empregados já estavam capacitados.

Para Furtado (2002), a Produção Mais Limpa está baseada em resolver problemas e reduzir preventivamente a poluição e o desperdício durante a realização do processo produtivo, visando à otimização do uso de matérias primas e à minimização ou até extinção dos desperdícios nas atividades do processo.

Maganha (2006) afirma que conhecer o processamento industrial e identificar os respectivos aspectos e impactos ambientais é fundamental, para que sejam propostas melhorias. Tendo em vista que todo e qualquer processo produtivo envolve insumos, processos e saídas, resultando desta maneira em produtos. Entretanto, paralelamente ao processo produtivo, realiza-se outro procedimento, este similar, cujo resultado é composto de desperdícios que podem representar uma parcela considerável dos custos de produção.

Os principais impactos ambientais das empresas de concretagem estão relacionados ao alto consumo de água; alto consumo de energia; geração e gerenciamento de resíduos; emissões atmosféricas; ruídos e vibrações provenientes da Central dosadora (Silo de Agregados, Balanças de agregados).

#### **4.3.2.1 Processo de Utilização e Reutilização da Água**

A mistura dos materiais é realizada dentro de um caminhão betoneira, que realiza o transporte do concreto até o seu local de uso. Para cada traço de concreto, depois de utilizados, os caminhões betoneiras devem ser lavados para evitar contaminação da nova mistura. Desta forma, os acúmulos de incrustações na superfície interna do balão diminuiriam. Esse processo de limpeza dos caminhões exige aproximadamente 300 litros de água por caminhão. Com a finalidade de reduzir o consumo de água em seu processo produtivo, foram construídos em locais próprios rampas de escoamento para lavagem dos caminhões (Figura 23), onde a água utilizada no processo escorre para a estação de tratamento de efluentes e é reutilizada novamente por intermédio de tanques de decantação (Figura 24).

Os efluentes líquidos são coletados pelos sistemas coletores da área interna e são conduzidos posteriormente para as ponteiras, para posterior recirculação. Em cada tanque os efluentes são captados e separados para a retirada dos sólidos em suspensão. A água residual retorna para a Usina sendo reutilizada na produção de concreto. Ao todo são oito tanques de decantação, no último tanque, denominado tanque de neutralização a água deveria ser coletada para análises periódicas de alguns parâmetros (pH, sólidos sedimentáveis, DQO, sólidos

suspensos, óleos e graxas minerais, materiais flutuantes, cor e odor), de acordo com a regulamentação legal e controle de qualidade do concreto dosado.



**Figura 23 Processo de Reutilização da Água**

Fonte: Autor, (2013).

#### Sugestões de Melhoria P+L:

- Controle da água que retorna, através de análises químicas periódicas dos efluentes gerados para evitar a contaminação;

- Melhorar a forma como o caminhão betoneira dispensa a água no bate-lastro;
- Proceder ao processo de Simbiose Industrial<sup>8</sup> junto à empresa de pré-moldado

#### Sugestões *Lean and Green*:

- Proceder à análise quantitativa de sobra de concreto fresco no caminhão betoneira;

- Reutilizar as sobra de concreto fresco para fabricação de pré-moldados;
- Relacionar todos os usos das águas, tais como: consumo doméstico e processo de fabricação, de forma quali-quantitativa.

<sup>8</sup> A Simbiose Industrial é definida como uma coleção de relações simbióticas regionais de longo prazo, onde ocorrem trocas físicas de materiais e energia, assim como o intercâmbio de recursos humanos, técnicos, proporcionando desta forma, simultaneamente, benefícios ambientais e competitivos. (ROCHA, 2010). A simbiose industrial pode acontecer de duas formas, a primeira de acordo com os 03 pilares (informação geográfica, informação de processo e informação organizacional) e a segunda maneira, de forma mais ampla, por intermédio de informações de mercado e logística. (PEREIRA, 2007).

Dentre as sugestões solicitadas a CDC, nenhuma das solicitações foram contempladas, evidenciando-se assim as barreiras identificadas na empresa. Tendo em vista que o gestor administrativo, no decorrer da pesquisa, não mostrou interesse em atender as sugestões, justificando-se não ser um condicionante da Licença de Operação, isto é, que não estava sendo solicitado pelo órgão ambiental, portanto não haveria necessidade de monitorar o efluente.

As sugestões trazidas poderiam trazer benefícios ambientais para a empresa, assim como diminuir os gastos com a disposição das sobras de concreto fresco, possibilitando a sua reutilização e desta forma diminuindo os impactos ambientais gerados para esta atividade específica. Outra proposição é que a empresa realizasse um estudo do quanto era devolvido de concreto fresco e analisar os retornos quantitativamente para a empresa, identificada esta sugestão a partir do conceito de *Lean and Green*.

De acordo com a NBR 7212 (ABNT, 2012), a água utilizada no processo de produção de concreto, deve ser convenientemente armazenada, a fim de evitar contaminação.



**Figura 24** Processo de Reutilização da Água: 01- Canaleta por onde a água passa; 02- Primeiro tanque de decantação; 03- Canal de escoamento; 04- Tanques de separação dos efluentes.

Fonte: Autor (2012).

#### 4.3.2.2 Matérias Primas e Insumos utilizados

Dentre as matérias primas utilizadas no processo de produção do concreto estão a areia, a brita, o cimento e a incorporação de aditivos químicos. No primeiro diagnóstico ambiental foi notória a percepção da falta de controle por parte da empresa de quais documentos eles deveriam solicitar as empresas fornecedoras de suas matérias primas (Licença de operação, licença do DNPM), entre outros documentos. Os agregados (areia e brita), conforme dito anteriormente, estão dispostos em baias separadas ao ar livre, enquanto que o cimento está armazenado em silos; já os aditivos químicos em containers plásticos sem bacia de contenção para possíveis derramamentos.

Durante o período da pesquisa foram levantados os dados referentes ao consumo das matérias primas e insumos para produção do concreto, assim como dados da produção mensal com a finalidade de monitorar o consumo e/ou se repensar alguns processos produtivos assim como a inclusão da reciclagem.

Sugestões de melhoria P+L:

- Otimizar o consumo de matérias primas, através do controle de entradas e saídas;
- Proceder à análise da substituição de agregados naturais por agregados reciclados na produção de concretos;
- Armazenamento em baias separadas, de maneira a evitar misturas de diferentes granulometrias;
- Possibilitar a redução de recursos naturais utilizados no processo de produção.

Sugestões *Lean and Green*:

- Elaborar um procedimento para controle das matérias primas utilizadas, contabilizando as possíveis perdas durante o processo de mistura;
- Selecionar fornecedores com base nos critérios ambientais;
- Realizar a manutenção preventiva diária de todo maquinário utilizado na CDC, com aferição de todos os equipamentos;
- Analisar as perdas e devoluções do concreto.

No período de 2013, a indústria da construção civil enfrentou problemas graves devido à falta da matéria prima areia. A busca por alternativas e inovações, assim como a incorporação da reciclagem de produtos é cada vez mais importante. No caso desta empresa especificadamente, algumas alternativas expostas já são praticadas e outras ações foram estartadas a partir da pesquisa. Atualmente a CDC realiza a incorporação de um resíduo junto ao processo (a adição de 20% de uma cinza advinda do processo de queima de uma

termoelétrica). O procedimento de controle de entradas de materiais e saída de matérias primas é realizado atualmente pelo setor de almoxarifado da empresa, outra tarefa que vem sendo adotada pela empresa é adoção de fornecedores licenciados. Para este item ainda é deficiente o controle dos maquinários utilizados e estudos acerca da incorporação de agregados reciclados para produção de concreto.

#### 4.3.2.3 Emissões Atmosféricas

A planta industrial avaliada não apresenta pavimentação, sendo seu piso de areia. Tendo em vista a região em que está localizado o empreendimento, o movimento de ventos é bastante frequente, outro fator a ser observado é que a empresa está localizada entre residências, portanto deve considerar o controle das emissões de poeira geradas, tanto por seu processo produtivo quanto pela circulação de sua frota de veículos.

Sugestões de melhoria P+L:

- Instalar aspersores de água nas vias de acesso nas pilhas de agregados;
- Realizar o monitoramento dos escapamentos dos caminhões betoneiras por intermédio da Escala de *Ringelmann*<sup>9</sup>.
- Providenciar a pavimentação do piso do pátio, a fim de evitar a geração de poeira ocasionada pela circulação de veículos;
- Estudar a possibilidade de mudança do lay-out da empresa, tendo em vista a proximidade com residências locais;
- Providenciar a manutenção dos filtros de manga.

Sugestões de melhoria *Lean and Green*:

- Utilizar a sobra de concreto fresco para pavimentar o piso externo da empresa;
- Controle das emissões geradas pelas emissões de particulados de cimento;
- Manutenção preventiva e proativa nos equipamentos de forma a aumentar a vida útil e evitar falhas de processos que gerem refugos e retrabalhos.

No decorrer do monitoramento, algumas melhorias foram realizadas pela empresa, a troca dos filtros de manga foi realizada, assim como procedimentos foram criados para a manutenção e controle destes equipamentos. Neste caso, as medidas realizadas, são

---

<sup>9</sup> O controle de autofiscalização da correta manutenção da frota quanto à emissão de fumação preta está baseado na portaria nº 85 17/10/1996 – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), e é realizado através do monitoramento diário, com auxílio do cartão da Escala de Ringelmann. Esta normativa segue a Portaria MINTER Nº 100/80 que estabelece os limites de emissão para fumaça preta para veículos movidos a diesel. O limite de emissão a altitudes acima de 500m, o Ringelmann nº 3(60%). Abaixo de 500m e para frotas com circulação restrita à área urbana em qualquer altitude é o Ringelmann nº 2(40%).

denominadas como fim-de-tubo, isto é, uma abordagem que se dedica à solução de um problema sem questioná-lo, sem preocupações com o uso eficiente de matérias primas, água e energia (PIRES, 2011).

Durante a fase de diagnóstico ambiental, foram solicitados dados quanto ao controle das emissões atmosféricas, e foi repassada a informação de que a empresa nunca havia realizado um levantamento das emissões atmosféricas, nem para controle de poluentes de sua frota, como para processo produtivo.

De acordo, com a NBR 13.097<sup>10</sup> (ABNT, 2001) e Resolução CONAMA nº 03/1990 (BRASIL, 1990) devem ser monitoradas todas as atividades passíveis de emitir poluentes atmosféricos.

Neste período de coleta, apenas uma medição foi realizada, tendo em vista denúncia recebida. Em laudos anteriores, realizados por profissionais técnicos da área ambiental, foi sugestionada a implantação de um cortinamento vegetal, mas esta alternativa se tornou inviável tendo em vista, o relevo da região e o predomínio dos ventos.

O empreendimento conta com um sistema de contenção de poeira, isto é, os carregamentos dos caminhões são realizados por pressão e por gravidade e os materiais agregados são colocados no interior dos caminhões betoneiras através de uma esteira, visto que o mega-silo está instalado sobre o Box de carregamento de concreto de maneira vertical, enclausurando a poeira dentro do Box, evitando com isso o lançamento de material particulado diretamente na atmosfera.

Esta atividade em questão apresenta potencialidade de emissões de gases relacionadas ao uso de combustíveis derivados de petróleo (óleo diesel) pelos veículos e máquinas, geração de poeiras pela movimentação destes veículos, pelo carregamento/descarregamento de insumos durante o funcionamento da usina e pela ação dos ventos na área de estocagem de matérias primas.

Em 2012, no início do levantamento de dados, a empresa dispunha de uma frota composta por 39 veículos, dentre eles caminhões betoneiras, auto bombas, e veículos de passeio. No término do acompanhamento a frota teve um aumento considerável. Por este motivo foram criados procedimento de controle utilizando a Escala de *Ringelmann*, assim como um monitoramento da frota de veículos da empresa.

---

<sup>10</sup> NBR 13.097- descreve o método de determinação da opacidade do gás de escapamento emitido por veículo automotores equipados com motor diesel ou por motor diesel em banco dinamométrico, sob condições de aceleração livre, com emprego de opacímetro. (ABNT, 2001).

Para a avaliação de fumaça *in loco* foi utilizada a Escala de Ringelmann, permitindo a comparação visual da opacidade da pluma emitida na extremidade do tubo de escape dos veículos com o padrão estabelecido pela Portaria MINTER 100/1980 (BRASIL, 1980). As medições de opacidade da fumaça de veículos movidos a diesel foram realizadas conforme diretrizes da NBR 6016/1986. (ABNT, 1996)

As ações destinadas ao controle das emissões atmosféricas referiram-se basicamente aos serviços de manutenção dos veículos e equipamentos, bem como a aspersão de água nas vias de circulação e acesso. Como medida de controle da geração de poeira, foi providenciado que os caminhões realizassem a aspersão de água nas pilhas de agregados e no pátio da empresa. As emissões, constituídas por particulados de cimento geradas nos silos e balança dosadora, são captadas por um sistema de despoeiramento existente no empreendimento, constituído por tubulações e filtros de manga. Periodicamente a empresa realiza o controle da frota de veículos e equipamentos quanto aos escapamentos dos veículos.

#### **4.3.2.4 Ruídos**

Na empresa, os ruídos gerados pelo processo industrial não possuíam controle. Após fiscalização por parte da PATRAM (Patrulha Ambiental), a empresa procedeu ao controle, mas para atendimento da licença ambiental foi necessária adequação da empresa. Os níveis de ruído foram identificados durante a operação da usina (operação intermitente) e estavam restritos a sua área operacional, não resultando em alteração dos níveis de ruído da área industrial. Portanto era imprescindível que se identificassem os níveis de ruído em locais específicos, como por exemplo, durante a operação da usina, e durante a movimentação da retroescavadeira. Tendo em vista a atividade de produção de concreto, mesmo sendo intermitente é necessário que se realizem monitoramentos ao menos uma vez ao mês, não apenas uma vez por ano como está contemplada na Licença de Operação da Usina. O monitoramento dos ruídos visa a minimizar os impactos ambientais identificados.

Sugestões de melhoria P+L e *Lean and Green*:

- Enclausuramento com lonas plásticas na cabine de produção de concreto;
- O controle da frota de veículos que circulam na empresa, aliados a manutenção dos mesmo. Com isso evita-se a emissão de ruído desnecessariamente ao meio ambiente;
- As Centrais Dosadoras devem ter um recuo apropriado da via de tráfego principal e não estar próximo à área residencial, a fim de propiciar condições para uma boa dispersão da energia sonora, não a centralizando em pontos específicos;

- Arborização do entorno da empresa, a fim de proporcionar barreiras de som.

Foi constatada em outras empresas deste ramo que a maioria possui em sua planta industrial a presença de árvores, constituindo uma cortina vegetal, que previne além da poeira gerada na produção de concreto evita a propagação dos níveis de ruídos. Tendo em vista a atividade intermitente dos caminhões betoneiras é necessário que este tipo de empresa adote um plano de monitoramento de ruídos, onde estão contempladas medidas de minimização dos impactos ambientais previstos.

Com relação ao monitoramento para avaliar corretamente o grau de impacto, durante o estudo de caso, apenas uma medição foi realizada, tendo em vista condicionante da licença de operação, de maneira a monitorar os ruídos gerados durante a produção de concreto. A partir do resultado levantado, foi criado um procedimento para monitoramento dos ruídos, devendo ser realizado com a utilização de um medidor de pressão sonora (decibelímetro) operando na escala A (maior aproximação à audibilidade de ouvido humano para baixos níveis de pressão sonora), com uma frequência mensal. A empresa não procedeu à realização deste serviço, alegando o elevado custo do serviço.

#### **4.3.2.5 Resíduos Sólidos**

De acordo com o diagnóstico realizado no início deste estudo de caso, o item relacionado aos resíduos gerados pela empresa é o que mais possui não conformidade. Entre os principais resíduos gerados, pode-se destacar: a geração de corpos de prova, bombonas de óleo diesel, embalagens de aditivos, pincéis e trinchas para moldagem dos corpos de prova e principalmente os resíduos advindos do excedente do caminhão betoneira, sobras de concreto fresco.

Sugestões de melhoria P+L:

- Reciclagem interna;
- Reduzir o volume de devoluções de concreto;
- Reciclar o concreto devolvido, estabilizando o mesmo e re-enviando a outras obras;
- Reutilizar a sobra de concreto para produção de intertravados, blocos de baia e piso das Centrais Móveis e da matriz.
- Analisar se o solo não está contaminado, através de análises químicas.

Sugestões de melhoria *Lean and Green*:



- Manutenção e limpeza e da organização do ambiente de trabalho de forma a reduzir o consumo de insumos e descartar adequadamente os resíduos gerados na produção;
- Diminuir os vazamentos dos aditivos de característica tóxica, procedendo a troca do equipamento que realiza a sucção do container;
- Proporcionar a formação de *workshops* e treinamentos no intuito de mudar a atitude das pessoas para estimular o comportamento voltado à limpeza do ambiente de produção, à redução do consumo de insumos, ao reuso de recursos;
- Reciclagem de materiais, com a compra de um britador de entulho.

A empresa só possuía controle dos óleos comprados, sem controle sobre os produtos químicos, aditivos e principalmente não possuíam qualquer procedimento (segregação, armazenamento e destinação correta).

O diagrama de blocos neste sentido foi componente fundamental na identificação dos resíduos. Identificados os resíduos gerados, os mesmos foram segregados, conforme a NBR 10.004 (ABNT, 2004), posteriormente procedeu-se a definição de um local para armazenamento temporário dos mesmos. No início da análise os resíduos estavam dispostos de forma irregular, muitos deles armazenados em caçambas de caminhões antigos, ou dispostos irregularmente no solo. A tarefa mais difícil foi o armazenamento, segregação e a quantificação dos resíduos, tendo em vista que os resíduos da CDC estavam misturados com os resíduos da empresa de pré-moldados. Outra situação encontrada diz respeito ao destino final destes materiais, uma vez que todas as empresas responsáveis pela destinação não possuíam licenciamento ou autorização para recebimento e/ou descarte destes materiais, para tanto foi necessário buscar empresas para licenciadas para recolhimento dos resíduos.

A equipe do *ecotime*, de maneira geral organizou todo o pátio da empresa, assim como criou lixeiras com material reaproveitado na obra e principalmente tabulou os dados necessários para monitoramento.

Os resíduos gerados no refeitório, no início deste estudo de caso eram bastante significativos, pois a empresa recebia a comida por intermédio de marmitas, com isso a geração deste material de alumínio e de isopor permanecia espalhada no pátio da empresa, assim como a geração deste resíduo. Atualmente a empresa possui uma empresa terceirizada que fornece toda a alimentação aos funcionários e é responsável pelo destino dos resíduos gerados, sendo preferencialmente realizada a doação a cooperativas de catadores de resíduos da cidade.

O principal resíduo gerado pela CDC refere-se ao resíduo de sobra de concreto, tal resíduo é gerado de acordo com estudos apontados por Brito (2010), em virtude de perdas ou devoluções do concreto, seja por falta de controle, erros de cálculo, tempo na entrega e principalmente no retorno de material no caminhão betoneira.

Nesta análise ambiental da CDC foi sugerido ao Engenheiro Civil responsável da empresa, averiguar as possíveis causas de devolução de concreto, mas de acordo com o mesmo, não era significativa a devolução. Para que se pudessem dimensionar as causas de concreto foi elaborada uma planilha onde o operador da Usina deveria anotar as possíveis causas de devoluções do concreto. Sendo assim foi repassada ao funcionário e ao ecotime da empresa a tarefa e como proceder ao monitoramento. Esta atividade foi outra barreira encontrada junto a CDC. Dentre as possíveis perdas, foram sugeridas algumas causas, conforme estudo realizado por Brito (2010) destacam-se: lastro retido na betoneira, pedido a maior, concretagem despreparada, concreto vencido, slump superior ao pedido, quebra de equipamento.

#### 4.3.2.6 Oficina mecânica

Os serviços executados na oficina correspondem à manutenção da frota de veículos da empresa, contemplando serviços de troca de óleos e filtros. Os resíduos gerados neste setor são originados dos caminhões e de maquinários dos processos são coletados e separados para posterior recolhimento por uma empresa devidamente licenciada. (Figura 25 e Figura 26).

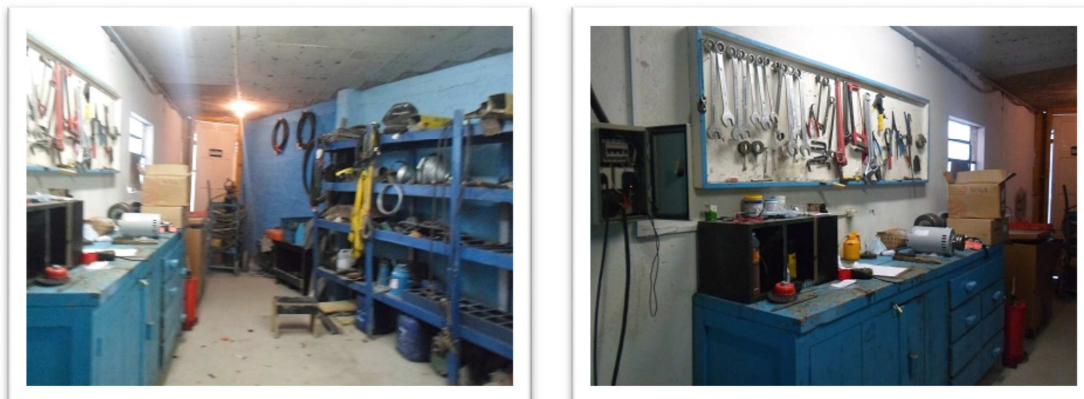


Figura 25 Oficina Mecânica



**Figura 26 Coleta de Óleo por empresa licenciada**

#### **4.3.2.7 Aditivos e Produtos químicos**

No início do monitoramento os aditivos estavam armazenados de forma irregular, não possuíam identificação, FISPQ's (ficha de informação de segurança dos produtos químicos) desatualizadas. Neste período inicial, os aditivos vinham em bombonas de 200L, tendo em vista o aumento da produção, era necessário cada vez o uso destes produtos, com isso as mangueiras não suportavam as trocas para a Usina, com isso vazamentos ocorriam por diversas vezes, sem qualquer cuidado ou manutenção e os funcionários não eram treinados para manuseio destes produtos.

Constatada esta oportunidade de melhoria, foram sinalizados junto à empresa, os procedimentos necessários para monitorar os vazamentos dos aditivos químicos, assim como solicitado um local específico para armazenamento, com colocação de um kit de mitigação para qualquer eventualidade. Neste sentido, foram criadas etiquetas de identificação e construídas bacias de contenção e por fim a área foi identificada. Neste momento de transição, foram identificados todos os fornecedores e solicitada a documentação atualizada; junto com *ecotime* foram elaboradas as fichas de emergência quanto ao transporte e manuseio dos produtos químicos.

A solicitação de colocação de um piso impermeabilizado foi acatada pela empresa, assim como a identificação do local de armazenamento e destino final destas embalagens.

Atualmente existem dois containers no local, ambos fixos, quando necessário à empresa fornecedora realiza o preenchimento, com auxílio de mangotes, este procedimento ainda é ineficiente, de modo que vazamentos aconteciam ainda no final do acompanhamento, foi sugerido o treinamento do funcionário que realiza este procedimento seja realizada constantemente.

Concluída a etapa de conhecimento do processo produtivo, iniciou-se a elaboração do PGRS em toda unidade fabril da empresa; esta etapa foi dividida em duas fases, sendo a

primeira fase de coleta de dados com auxílio da ferramenta do diagrama de blocos e a outra de identificação dos impactos gerados pelas atividades. Os dados coletados foram importantes para diagnosticar quais os resíduos eram gerados nos diferentes setores da empresa, a partir deste levantamento foram sugeridos coletores específicos para cada unidade de geração, assim como solicitada a identificação dos mesmos e a escolha das empresas responsáveis pelo destino destes materiais. Na segunda fase do PGRS, foram propostas as metodologias e as práticas a fim de promover a proteção ambiental e a saúde pública, assim como o gerenciamento eficiente dos resíduos, visando à minimização da geração na fonte e o aumento da reutilização e reciclagem dos resíduos.

#### **4.4 LEVANTAMENTO DOS INDICADORES AMBIENTAIS**

A última etapa da pesquisa realizada na CDC para que fosse avaliada ambientalmente a empresa consistiu na criação de indicadores ambientais, posteriormente as etapas de diagnóstico ambiental e de levantamento dos aspectos e impactos ambientais.

Os indicadores ambientais tem a finalidade de constatar se as metas propostas pela CDC no início do estudo de caso foram atendidas, de modo que a empresa elencou como principais metas: regularizar as licenças ambientais junto aos órgãos ambientais, recolhimento dos resíduos do pátio da empresa, monitorar os resíduos gerados e diminuir as multas recebidas pelo Ministério Público Ambiental. Com as metas definidas foram tabulados os indicadores ambientais para análise das oportunidades de melhoria. A coleta dos indicadores foi outra barreira encontrada, tendo em vista a dificuldade no repasse das informações por parte da empresa, sendo inicialmente repassada pelos técnicos do *ecotime* e posteriormente era necessária a autorização do gestor que questionava mensalmente a necessidade dos indicadores, mesmo sendo apresentados os resultados, as ações eram mínimas.

Dentre as metas colocadas pela CDC, pode-se dizer que a empresa regularizou as licenças ambientais em parte, tendo licenciado a empresa junto ao órgão ambiental federal, mas deveria ter regularizado a atividade quanto a área do empreendimento, assim como para a produção de concreto. Os resíduos atualmente são recolhidos por empresas licenciadas, mas o procedimento elaborado para monitorar não é realizado pela empresa.

A CDC permanece recebendo multas ambientais, sendo no último mês de monitoramento ter procedimento ao corte de toda a vegetação do empreendimento, alegando que a área estava sendo invadida.

Durante os 22 meses do estudo de caso, os indicadores foram tabulados nos períodos de abril a junho, julho a setembro e de outubro a dezembro de 2012; e, nos meses de

janeiro a março, abril a junho e finalizando o monitoramento no período de julho a dezembro de 2013, conforme as informações repassadas pela empresa. Segue na Tabela 10 os indicadores construídos e que deveriam ser monitorados pela empresa.

**Tabela 10 Indicadores Ambientais**

Indicador Ambiental	Unidade/Modo de medição	Periodicidade
Consumo de Água	m <sup>3</sup> / produto	Mensal
Consumo Energia Elétrica	kWh / produto	Mensal
Areia	mg/m <sup>3</sup>	Anual
Brita	Kg/m <sup>3</sup>	Semestral
Cimento	Kg/m <sup>3</sup>	Semestral
Pozolana	Unidade	Mensal
Concreto Produzido	m <sup>3</sup>	Mensal
Atendimento aos condicionantes da LO	Unidade	Mensal
Descarte de EPI's no pátio	Unidade	Mensal

Os indicadores que foram levantados podem ser visualizados nas tabelas a seguir (Tabela 11 e Tabela 12). Outros indicadores levantados dizem respeito ao consumo de energia elétrica, o qual não apresentou aumento ou decréscimo significativo. Um fator apontado é que no decorrer do período, em virtude das diversas quedas de energia, a empresa optou por instalar um gerador. Do ponto de vista ambiental, a instalação de um gerador, é um equipamento bastante poluidor, tendo em vista, o consumo de óleo, as emissões atmosféricas geradas por este equipamento e os possíveis ruídos gerados.

**Tabela 11 Indicadores Ambientais- Ano Base 2012**

Indicador Ambiental	2012		
	Primeiro Trimestre (Abril a Junho/2012)	Segundo Trimestre (Julho a Setembro/2012)	Terceiro Trimestre (Outubro a Dezembro/2012)
Consumo de Água	*		
Consumo Energia Elétrica	2,52	2,21	2,50
Areia	0,75	0,45	0,44
Brita	0,80	0,75	0,64
Cimento	0,30	0,25	0,19
Concreto Produzido	12182,68	13478,02	11782,04
Atendimento aos condicionantes da LO	Zero	4	6
Descarte de EPI's no pátio	27	36	14

\* A empresa não possui água encanada

De acordo com a regulamentação legal, prevista como um dos condicionantes da Licença de Operação da empresa, o requisito para emissão atmosférica deve ser mensurado anualmente, sendo realizado por profissional da área ambiental. A análise deste dado foi

prejudicada, tendo em vista que o dado fora coletado em apenas um local na empresa, pela interferência do técnico de segurança, que sem conhecimento determinou a medição em apenas um local.

**Tabela 12 Indicadores Ambientais- Ano Base 2013**

Indicador Ambiental	2013			
	Primeiro Trimestre (Janeiro a Março/2013)	Segundo Trimestre (Abril a Junho/2013)	Terceiro Trimestre (Julho a Setembro/2013)	Terceiro Trimestre (Outubro a Dezembro/2013)
Consumo de Água	*			
Consumo Energia Elétrica	4,08	4,52	2,98	1,01
Areia	1,09	1,08	0,82	0,65
Brita	1,21	1,29	0,97	0,74
Cimento	0,37	0,42	0,30	0,24
Concreto Produzido	10264,3	10515,2	13702,51	17929,65
Atendimento aos condicionantes da LO	6	6	8	8
Descarte de EPI's no pátio	4	10	3	2

\* A empresa não possui água encanada

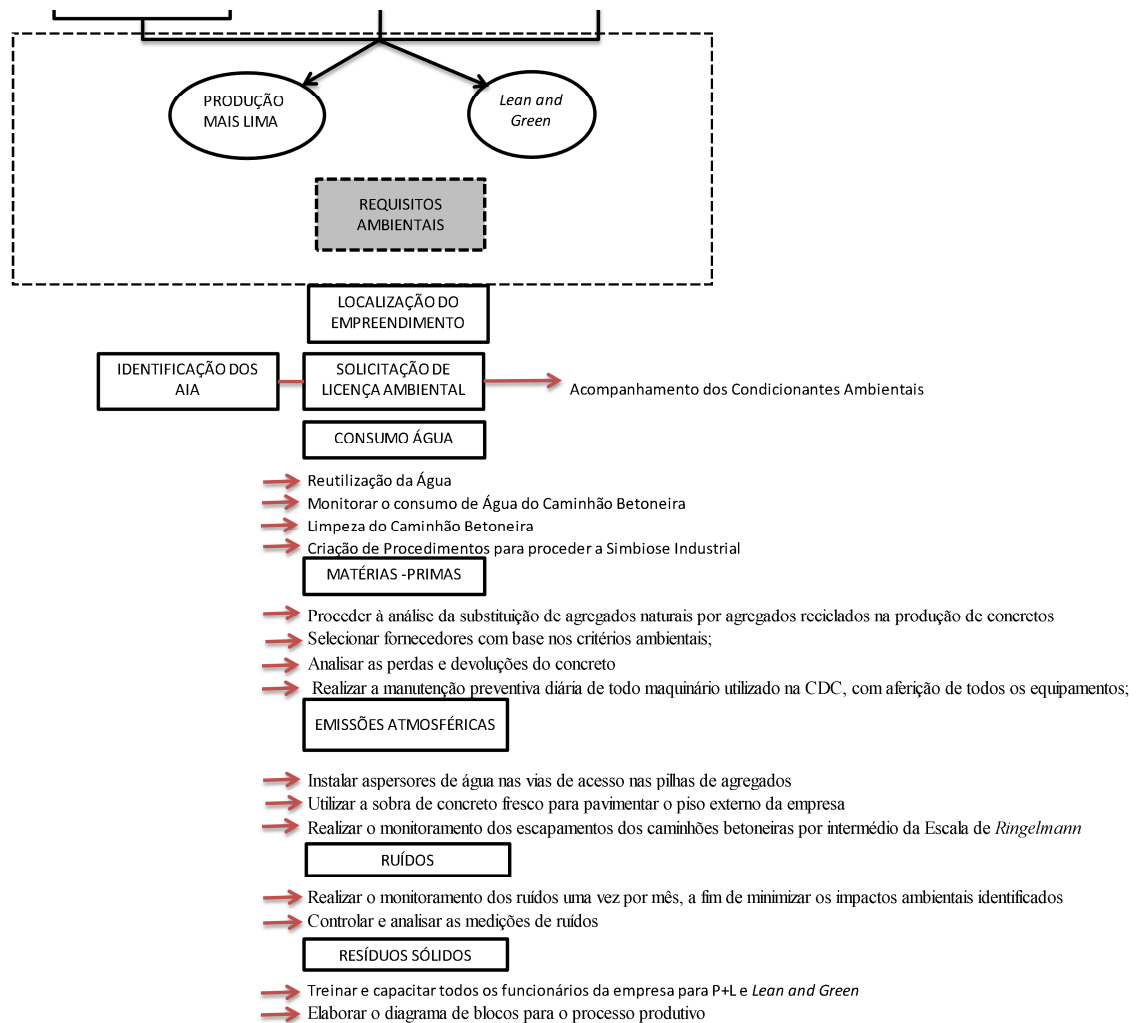
Neste contexto, mesmo que a tabulação dos indicadores ambientais não tenha sido plenamente satisfatória é possível avaliar que a empresa realizou melhoras no quanto ao atendimento dos requisitos legais e demais requisitos de gestão ambiental. O indicador ambiental desempenha um papel ativo e importante para o alcance das metas de redução de matérias primas e insumos.

No decorrer destes 21 meses, conforme apontado nas Tabelas 11 e 12 são perceptíveis o aumento no consumo de energia, mesmo a produção de concreto não tendo aumentado, fato pode ser sustentado devido à fragilidade e incertezas de dados repassados pela empresa. Um ponto positivo neste período está no atendimento dos condicionantes ambientais e para os descartes irregulares que diminuíram 15% em relação ao primeiro trimestre de 2012.

#### **4.2. DIRETRIZES AMBIENTAIS**

Concluída a avaliação e análise da CDC foi possível estabelecer algumas diretrizes ambientais para a CDC, salienta-se que este estudo pode ser realizado em qualquer dosadora de concreto, moldando ao processo de cada empresa.

A interface dos conceitos de P+L e de *Lean and Green* (Figura 27), estão entre as ferramentas de análise para definir as principais diretrizes ambientais identificadas e que deverão ser propostas junto as centrais dosadoras.



**Figura 27- Passo a passo para Construção de Diretrizes Ambientais para Centrais Dosadoras de Concreto**

Os primeiros passos para criação destas diretrizes ambientais é que a empresa tenha conhecimento dos conceitos de P+L e *Lean and Green* para posteriormente iniciar a avaliação ambiental da CDC quanto ao contexto físico, biológico e sócio econômico.

O primeiro passo é identificar o local onde está inserida a CDC, tendo em vista o histórico da empresa estudada, pode-se afirmar que é necessário que esta atividade seja licenciável e que para que seja autorizado é relevante que esteja inserida em uma área industrial. Após esta etapa é preciso identificar quais os recursos naturais são utilizados, assim como a quantidade de água e energia é necessária para produção de concreto, sendo assim, é possível reconhecer onde estão sendo geradas as emissões atmosféricas, os resíduos sólidos e os efluentes. Para esta etapa é utilizada a ferramenta do diagrama de massa.

Posterior à coleta de dados é passada para etapa de identificação e interpretação dos aspectos e impactos ambientais, com a finalidade de avaliar a dimensão dos impactos gerados pela atividade, ou seja, se eles têm efeito global ou local.

Finalizadas estas etapas, a CDC deve criar uma política ambiental, a fim de definir as ações necessárias para atendimento da legislação ambiental e a construção de procedimentos de controle ambiental. Para a construção destas diretrizes ambientais é necessário que a CDC faça um levantamento de dados quanto a Gestão Ambiental, Manutenção e Layout, Gestão de Resíduos Sólidos Perigosos, Gestão de Efluentes, Controle de Poeira, Controle de Ruídos e Vibrações, Energia utilizada e o Avaliação dos Caminhões e Transporte dos mesmos, neste sentido criou-se uma Planilha de Verificação das diretrizes Ambientais necessárias para CDC. (Quadro 3).

<b>GESTÃO AMBIENTAL</b>	<b>GESTÃO DE EFLUENTES/ USO DA ÁGUA</b>
A CDC possui um Sistema de Gestão Ambiental?	Existe um local para coleta de água da chuva?
A CDC possui uma Política Ambiental?	Existe sistema de drenagem na empresa?
Os funcionários tem conhecimento dos impactos ambientais gerados por suas atividades?	Existe controle da quantidade de água utilizada pela CDC?
Os funcionários tem conhecimento dos condicionantes ambientais da Licença de Operação da empresa?	Existe controle da quantidade de água descarrega e/reutilizada pela CDC?
São oferecidos treinamentos para os funcionários?	Existe poço para captação de água? Possui outorga?
Existem registros dos treinamentos realizados?	Existe monitoramento da água residual utilizada no retorno para produção de concreto?
A empresa realiza atividades de Educação Ambiental?	Existe sistema de aspersão de água na empresa?
A empresa já recebeu denúncia por parte dos vizinhos quanto as questões de Meio Ambiente?	O sistema de esgoto está adequado para atendimento da legislação ?
Existe um plano de ação para atendimento a emergências ambientais, atendimento das licenças ambientais?	Existem metas de redução no consumo de água?
<b>MANUTENÇÃO E LAYOUT</b>	<b>CONTROLE DE POEIRA</b>
A CDC está localizada em perímetro urbano?	Existe controle quanto a disposição dos agregados quando são recebidos na empresa?
o Layout da Usina está correto?	Existe procedimento quanto ao transporte dos agregados?
Existem placas de identificação de áreas na empresa?	Existe controle dos silos com sistema de filtro? Há manutenção?
Existe tanque de combustível ou posto de abastecimento na empresa?	Estão disponíveis medidas adequadas para minimizar as emissões?
Existe cortinamento vegetal ou árvores na empresa?	Existem medidas de controle quanto aos caminhões betoneiras?
O piso da CDC é impermeabilizado e/ou pavimentado?	Existe procedimento quanto ao fechamento da calha do caminhã, a fim de evitar o derramamento do concreto no piso?
Os equipamentos estão dispostos a melhorar a eficiência da empresa?	Existe monitoramento quanto a poeira? Atende a NR 10.151?
Existe área específica para disposição de resíduos?	Há treinamento para os funcionários quando da geração de poeira anormal?
Existe área específica para armazenamento dos agregados?	A área da empresa tem controle quanto a geração de poeira?
Existe área específica para armazenamento dos aditivos?	<b>CONTROLE DE RUÍDO</b>
Há boas condições de trabalho para os empregados?	São avaliados os ruídos e vibrações na CDC?
<b>GESTÃO DE RESÍDUOS</b>	Existe monitoramento quanto aos ruídos gerados?
Existe área de contenção para vazamentos de óleo e combustível?	Os caminhões possuem sistema de controle para os ruídos quando o balão está em funcionamento?
A área de contenção é adequada para um possível vazamento?	<b>ENERGIA</b>
Existem passivos ambientais?	A CDC possui metas de redução de uso de energia?
Existe procedimento para vazamentos de óleo e/ou aditivos?	A CDC realiza inspeção em seus equipamentos quanto ao uso de energia ?
Existe plano de redução na geração de resíduos?	Os funcionários recebem treinamento quanto ao uso eficiente de energia?
Os resíduos estão armazenados de forma correta?	<b>CAMINHÕES E TRANSPORTE</b>
Existe monitoramento dos resíduos gerados?	Existe manutenção periódica nos caminhões?
Existe procedimento quando o concreto retorna para a empresa?	Os motoristas possuem uma rota para encurtar a distância no momento de entrega do concreto?
Existe na empresa local para reciclagem/recuperação do concreto que retorna para a empresa?	Existe procedimento quanto a reclamação do cliente no momento da entrega do concreto?
As águas de lavagem são reutilizadas?	Existem nos caminhões kits de mitigação para um possível vazamento?
As empresas que realizam o recolhimento dos resíduos são licenciadas?	Existem lixeiras nos caminhões para os motoristas?
Existe queima de resíduos?	Há local adequado para estacionar os caminhões na empresa?

**Quadro 3 Diretrizes Ambientais para CDC**



## 5. CONCLUSÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstraram que esta CDC precisa monitorar com maior eficiência seu processo produtivo, tendo em vista o alto impacto ambiental gerado pela produção de concreto. É imprescindível que se inicie a partir da gerência da empresa a sensibilização no sentido de diminuir o consumo de recursos naturais renováveis, assim como a concretização de uma reciclagem interna na CDC, a fim de diminuir os impactos gerados pela atividade e diminuir os desperdícios gerados a partir da sobra de concreto.

A crescente utilização do concreto, acompanhada da pressão do mercado de construção civil por redução de custos mantendo as exigências mínimas para segurança do produto, tem aumentado a importância e a necessidade de um controle tecnológico do material. Outro fator que contribui para o crescente uso deste material está na racionalização do processo de produção, onde estão inseridas as centrais dosadoras de concreto.

Dentre todas as informações obtidas no decorrer da pesquisa, pode-se considerar como aspecto positivo o empenho da equipe formada por técnicos em segurança do trabalho, envolvida na gestão e na operacionalização. A partir da conscientização ambiental aplicada aos treinamentos realizados é possível dizer que a empresa melhorou quanto a segregação dos resíduos no pátio da empresa, assim como alinou toda a documentação ambiental, antes inexistente. O interesse pelo assunto e a mudança de postura por parte de alguns funcionários foi bastante visível.

Durante a elaboração deste trabalho, percebeu-se, através da revisão bibliográfica, que são pouquíssimos os estudos realizados em centrais dosadoras quanto o controle da gestão ambiental de seus processos produtivos. Neste sentido, os conceitos de P+L e *Lean and Green* contribuíram para nortear esta pesquisa e a partir destes foi possível elencar algumas diretrizes que merecem ser monitoradas, como por exemplo: gestão de água, gestão de resíduos, emissões atmosféricas, emissões de ruídos.

Um benefício que pode ser observado foi à mudança no *layout* da empresa, ou seja, a organização do pátio, com as definições claras, dos locais de segregação e armazenamento de resíduos, que passaram a ficar separados após o primeiro treinamento de gerenciamento de resíduos. Salienta-se que o pátio ficou mais limpo tanto no que diz respeito ao pavimento da concreteira como nas áreas comuns. Diante das mudanças é possível dizer que adotar uma política de educação ambiental, envolvendo todos os funcionários é uma ferramenta efetiva para conscientização da equipe.

A maior dificuldade encontrada diz respeito a obtenção de informações precisas para a análise do fluxo dos materiais, no que diz respeito aos quantitativos de matérias primas adquiridas e aos fornecedores. Esses dados são de extrema valia para que se pudesse avaliar com maior precisão a concreteira, sendo possível a criação de indicadores de desempenho ambiental e controle de condicionantes ambientais.

É preciso que a empresa atenda aos requisitos estabelecidos por órgãos ambientais municipais, estaduais e federais, adequando-se ambientalmente com a finalidade de manter-se competitiva no mercado. A imensa demanda de produtividade requerida pelo mercado da construção civil aliado à rigidez da legislação ambiental tem implicado numa maior conscientização ambiental da sociedade.

Portanto, conclui-se que a utilização das ferramentas de P+L e *Lean and Green* é uma ação que a médio e longo prazo deve proporcionar benefícios de ordem social, ambiental e econômica, uma vez que a redução de desperdícios e um melhor controle gerencial certamente implicará em tais benefícios. Além disso é importante ressaltar que as empresas devem investir em treinamentos junto aos seus operadores para orientá-los, capacitá-los e principalmente desenvolver a motivação ambiental de todos os envolvidos direta e indiretamente.

## 5.1.SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Como continuidade ou complementariedade do estudo de caso, sugerem-se os seguintes temas a serem investigados em trabalhos futuros:

- ✓ Estudar outras Centrais Dosadoras de Concreto que possuam um sistema de Gestão Ambiental;
- ✓ Analisar outras Centrais Dosadoras de Concreto no que diz respeito à Implementação dos conceitos de P+L e *Lean and Green*;
- ✓ Verificar a possibilidade de serem instaladas em pontos estratégicos plantas bioindicadoras com a finalidade de verificar a qualidade do ar e realizar o monitoramento das emissões atmosféricas.
- ✓ Estudar a caracterização química do resíduo da sobra de concreto fresco (Lixiviação e Solubilização), com o intuito de utilizar este resíduo como uma matéria prima para produção de pré-moldados.

✓ Avaliar a possibilidade de Simbiose Industrial em Centrais Dosadoras de Concreto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABESC ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM DO BRASIL. **Concreto e o Meio Ambiente**. 2013. Disponível em: <http://www.abesc.org.br/assets/files/concreto-meio-ambiente.pdf> Acesso em: 01/04/2013

ABESC ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM DO BRASIL **Manual do Concreto dosado em Central**. 2007,36p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistemas de gestão ambiental**: diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de referência. **NBR ISO 10.004**. Rio de Janeiro, 2004.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2010**. Abrelpe, 2011. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/downloads/Panorama2010.pdf>>. Acesso em 04 de abril 2013.

AGOPYAN, V.; SOUZA, U.E.L.; PALIARI, J.C.; ANDRADE, A.C. **Alternativas para redução do desperdício de materiais nos canteiros de obra**. In: FORMOSO: Inovação, Gestão da Qualidade e Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional. Porto Alegre: ANTAC, 2003. (Coletânea HABITARE, v.2). Disponível em: <http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/104.pdf>. Acesso em 25 jun. 2013.

Alegre. Anais... Porto Alegre: PUCRS, 26 a 28 de outubro de 1998.

ALMEIDA, Josimar Ribeiro. **Gestão Ambiental para o desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: Thex: Almeida Cabral, 2010.

AMBIENTEBRASIL. **Reciclagem de Entulho**. Disponível em <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=residuos/index.php3&conteudo=./residuos/reciclagem/entulho.html>> Acesso em: 03/02/2013.

ANDRADE, R. C. **Aproveitamento do entulho da construção civil como agregado para concreto**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL, GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS E CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL, 2., 1998, Porto

ANGULO, S. C. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. 155p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2000.

ANGULO, S. C.; ZORDAN, S. E.; JOHN, V.M. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil.** In: SIMPÓSIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL – MATERIAIS RECICLADOS E SUAS APLICAÇÕES, 4., 2001, São Paulo. Anais... São Paulo: CT 206 – IBRACON, 2001.

ÂNGULO, S.C.et.al. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados separados por líquidos.** In: **Anais.** II Conferência Latino Americana de Construção Sustentável. X- Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído. São Paulo, 18 a 21 jul. 2004.

ARAUJO, Alexandre Feller. **A aplicação da metodologia de produção mais limpa: estudo em uma empresa do setor de Construção Civil.** 2002. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

ARAUJO, C.A. **Estudos de causas e estratégias para lidar com a variação na utilização da capacidade dos recursos produtivos em ambientes de empresas enxutas.** Tese (Doutorado) Escola de Engenharia São Carlos, 2010. 236p.

ARAUJO, Viviane M. **Práticas recomendadas para a gestão mais sustentável de canteiros de obras.** Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Civil, 2009.

BAIN, Ariana; SHENOY, Megha; ASHTON, Weslyne; CHERTOW, Marian. **Industrial symbiosis and waste recovery in an Indian industrial area.** Resources, Conservation and Recycling, Doi: 10.1016/j.resconrec.2010.04.007. 2010.

BAUER, E.; NEPOMUCENO, A. A.; POZZAN, E. Caracterização da Estrutura de Poros em Microestruturas Carbonatadas e Sua Relação com Alguns Mecanismos de Transporte. In: WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES, 2., 2001, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2001.

BENETTI, J. K **Avaliação do módulo de elasticidade dinâmico de concreto produzido com agregado graúdo reciclado de concreto.** 2012. 83 f. Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2012.

BENINI, H. REPETTE, W.,CINCOTTO,M.A.**Reaproveitamento de concreto fresco dosado em central com uso de aditivo estabilizador de hidratação.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, 2007. 17P.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - **CONAMA. Resolução nº. 348**, de 16 de Agosto de 2004. Diário Oficial da União, de 17 de Agosto de 2004, seção I, nº. 158.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente - **CONAMA. Resolução nº. 307**, de 16 de Agosto de 2002. Diário Oficial da União, de 17 de Agosto de 2004, seção I, nº. 158.

\_\_\_\_\_. Decreto no 7.404/2010, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a **Lei no 12.305**, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. **Diário Oficial de União**, Brasília, 23 dez. 2010.

\_\_\_\_\_. Lei Federal no 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a **Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2 ago. 2010.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Ministério do Meio Ambiente. **Área de manejo de resíduos da construção e resíduos volumosos**: orientação para o seu licenciamento e aplicação da Resolução CONAMA 307/2002. 2005b.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº. 348**, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução CONAMA nº. 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 ago. 2004.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº. 358**, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 4 maio 2005a.

<[http://www1.sp.senac.br/hotsites/sigas/docs/20071016\\_CAS\\_ProducaoMaisLimpa.pdf](http://www1.sp.senac.br/hotsites/sigas/docs/20071016_CAS_ProducaoMaisLimpa.pdf)>.

acesso em 10 jun 2013.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Resolução nº. 307**, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção Civil. **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 jul. 2002.

BRAUNGART, M; McDONOUGH, W.; BOLLINGER, A. **Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions- a strategy for eco- effective product and system design**. Journal of Cleaner Production, p.1-12, 2006.

CARNEIRO, A. P.; QUADROS, B.E.C.; OLIVEIRA, A. M. V.; BRUM, I.A. S.; SAMPAIO, T. S.; ALBERTE, E. P. V.; COSTA, D.B. **Características do entulho e do agregado**

**reciclado.** In: CARNEIRO, A. P.; BRUM, I.A. S.; CASSA, J.C.S. (Org.) *Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção.* Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, p. 142-186. 2001.

CARVALHO, H. and Cruz-Machado. *Integrating Lean, Agile, Resilience and Green* 2011.

CAVALCANTI, V. Maria Mamede. **A indústria de agregados para construção civil na Região Metropolitana de Fortaleza:** 110p.:il. DNPM, 2011.

CAVALHEIRO, A.P. **Contribuição para a implementação de agregado reciclado de concreto em uma empresa de pré-fabricados de concreto;** 2011.151 f. Dissertação (mestrado) Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2011.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS. **Implementação de Programas de Produção mais Limpa.** Porto Alegre. CNTL, 2003. 46p

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL **A produção mais limpa e o Consumo Sustentável na América Latina e Caribe.** São Paulo. CETESB, 2005.134p.

CORAZZA, Rosana Icassatti. **Gestão ambiental e mudanças da estrutura organizacional,** UNICAMP, vol.2 nº. 2 São Paulo July/Dec. 2003

CÔRTEZ, Clicia S. **Modelos de decisão para a programação de entrega de concreto produzidos em centrais.** Dissertação (Mestrado)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: Departamento de Engenharia de Transportes. Sistemas Logísticos,100p.; 2011.

COSTA, Dayana Bastos et. al. **Sistemas de Benchmarking na construção civil:manual de utilização.**Porto Alegre: UFRGS/PPGEC/NOIRE, 2005.

COSTA, M. M. **Princípios da Ecologia Industrial aplicados a sustentabilidade ambiental e aos sistemas de produção do aço.** Tese de doutorado. Curso de Ciências do Planejamento Estratégico, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2002.

COSTA, M.I., SILVA, E.R, MATTOS, U. A. O- **20 anos de eco-eficiência, evolução e aplicação do conceito no brasil: de estratégia de negócios a princípio de política pública.** VII Congresso Nacional de excelência em gestão, agosto de 2011.

COSTA, R.V.G. da.**Taxa de geração de resíduos da construção civil em edificações na cidade de João Pessoa, João Pessoa,** 2012. 67f- Dissertação (Mestrado)-UFPB/CT, 2012.

CSILLAG, Daiana. **Análise das práticas de sustentabilidade em projetos de construção latino americanos.** Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Civil, 2007.

DAFT, Richard **Organizações: Teoria e Projetos.** 2ºed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

DEGANI, C. M. **Sistemas de gestão ambiental em empresas construtoras de edifícios.** Dissertação de mestrado. São Paulo: USP, 2003. 223p.

DELLAMEA, G.S. **Proposta de Indicadores Ambientais para a gestão de implementação de empreendimentos de construção e montagem industrial.** Dissertação de Mestrado Sistemas Integrados de Gestão da Universidade Federal Fluminense, 2004.

DEMARJOROVIC, Jacques; et.al. **Modelos e ferramentas de Gestão Ambiental: Desafios e perspectivas para as organizações.** 3ºed. São Paulo: SENAC, 2013.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL- DNPM -Areia para Construção Civil. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=66>Acesso em: 22 de junho 2013.

Disponível em: [http://www.snicns.org.br/pdf/presskit\\_SNIC\\_2012.pdf](http://www.snicns.org.br/pdf/presskit_SNIC_2012.pdf) Acesso em: 22 de junho de 2013.

DUES, Christina Maria; Tan, Kim Hua; Lim, Ming. *Green as the new Lean: how to use Lean practices as a catalyst to greening your supply chain.* Journal of Cleaner Production, 2013. Vol.40, pp.93-100.

ELIAS, S. J. B.; MAGALHÃES, L. C. **Contribuição da Produção Enxuta para obtenção da Produção mais Limpa.** In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ouro Preto, 21 a 24 de outubro, 2003.

EPA, *The Lean and Environment Toolkit*, (2007) ([www.epa.gov/Lean](http://www.epa.gov/Lean)).

ERMCO - European Ready Mixed Concrete Organization - ERMCO Documents - Statistics 2011. Available at: [http://www.ermco.eu/documents/ermco-documents/ermco-statistics-2010\\_rev03.pdf](http://www.ermco.eu/documents/ermco-documents/ermco-statistics-2010_rev03.pdf)>. Acesso em 30 Novembro 2013.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de metodologia.** São Paulo: saraiva. 2001

FIRJAN, Sistema. **Manual de Indicadores Ambientais.** Rio de Janeiro, 2008.

FERNANDES, J. V. G et al. **Introduzindo práticas de produção mais limpa em sistemas de gestão ambiental certificáveis: uma proposta prática.** Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 06, n. 03, jul/dez. Rio de Janeiro, 2001. p. 157-164.



FREEMAN, R. Edward; REED, David L.. *Stockholders and Stakeholders: A new perspective on Corporate Governance* 3 ed. [S.l.]: California Management Review, Spring 83,. p. 88-106. vol. 25. 1984

FERREIRA, T.R.T. **Estudo da relação Lean/Green com recurso à metodologia de "Mapeamento de conceitos"**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2012.

FROSCHE, R.A., GALLOPOULOS, N.E. **"Strategies for manufacturing"**, *Scientific American*, 26, 1989.

FUERTES, Alba et. Al. An Environmental Impact Causal Model for improving the environmental performance of construction processes. *Journal of Cleaner Production*. Barcelona, p.1-13, 2013.

GOMES, P.R. **Indicadores ambientais na discussão da sustentabilidade: uma proposta de análise estratégica no contexto do etanol de cana-de-açúcar no estado de São Paulo**. Dissertação (mestrado)- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. 2011. 167f.

GOMES, Luciana Paulo. **Procedimento de Identificação e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais e estabelecimento de objetivos e metas e programa de gestão ambiental do SGA da Unisinos**, 2013. Ago 2013. Disponível em : <http://www.minhaunisinos.br/sga> (Documento Interno).

GONCALVES, M. S. **Análise da viabilidade técnica de utilização de resíduos de concreto oriundos da pré-fabricação como agregado graúdo para a produção de novos concretos**. 2011. 124 f. Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, 2011.

GORDON, P. *Lean & Green – Profit for your workplace and environment*, BK Publishers. 2001.

GRANT, C. Friedman **Fallacies**. *Journal of Business Ethics*. Dordrecht, v. 10, p. 907-914, 1991.

GUERREIRO, Mara Rubia Freitas. **Utilização de aditivo estabilizador de hidratação (AEH) como proposta de reciclagem dos resíduos de concreto usinado**. 106f., 2007.

HABITARE. **Há necessidade de inovação tecnológica e combate à informalidade**. Disponível em <[http://habitare.infohab.org.br/ConteudoGet.aspx?CD\\_CONTEUDO=278](http://habitare.infohab.org.br/ConteudoGet.aspx?CD_CONTEUDO=278)> Acesso em: 05/02/2013

HALL, R. *Compression – Meeting the challenges of sustainability through vigorous learning enterprises*, CPC Press . (2010)

HEINECK, S. **Desempenho de argamassas de revestimento com incorporação miúda da britagem do concreto**. São Leopoldo, 2012. 132f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Unisinos, São Leopoldo, 2012.

HELENE, P. R.L., **Dosagem dos Concretos de Cimento Portland**. In: ISAÍÁ, G.C. (Ed.). *Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações*. São Paulo: IBRACON, 2005. 2v.1600p.

HENRIQUES, L. P.; QUELHAS, O. L. G. **Produção Mais Limpa: Um exemplo para sustentabilidade nas organizações**. 2007.

HIRANO, H. *JIT Implementation Manual* . Vol.1 e 2. Productivity Press, Portland, OR 1990.

IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Anual da Construção**. 2010. Disponível em:

[ftp://ftp.ibge.gov.br/Industria\\_da\\_Construcao/Pesquisa\\_Anual\\_da\\_Industria\\_da\\_Construcao/2010/comentario.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Industria_da_Construcao/Pesquisa_Anual_da_Industria_da_Construcao/2010/comentario.pdf) Acesso em: 05/02/2013.

IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Divisão Territorial do Brasil e Limites Territoriais. 2008. Disponível em: [ftp://geoftp.ibge.gov.br/Organizacao/Divisao\\_Territorial/2008/DTB\\_2008.zip](ftp://geoftp.ibge.gov.br/Organizacao/Divisao_Territorial/2008/DTB_2008.zip)

Acesso em: 10/12/2013.

INSTITUTO VOTORANTIN- **Relatório Único. 2011**. Disponível em: [http://www.institutovotorantim.org.br/pt/RSC/boasPraticas/publicoInterno/PremioLiderSocial/Paginas/lider2010\\_03\\_venc\\_luizVieira.aspx](http://www.institutovotorantim.org.br/pt/RSC/boasPraticas/publicoInterno/PremioLiderSocial/Paginas/lider2010_03_venc_luizVieira.aspx) Acesso em 04/03/2013.

IPEA, **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil: Relatório de Pesquisa**. Brasília, 2012.

JOHN, V. M. **Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção**. In: CARNEIRO, A. P.; BRUM, I.A. S.; CASSA, J.C.S. (Org.) *Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção*. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, 2001. p.26-43.

JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos da construção civil**.. Tese (Livre Docência)- Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.102p

JOHN, V.M. Sustainable building and construction: **On the sustainability of concrete**. Escola Politécnica, University of São Paulo, Brazil, Ed. Engenharia Civil. Cidade Universitária São Paulo. UNEP Industry and Environment, April- September, p.62-63, 2003.

JUNIOR,A.P; MALHEIROS,T.F. **Indicadores de Sustentabilidade e Gestão Ambiental**. Barueri: SP: Manole, 2012.

KARTAM, N. *et al.* **Environmental Management of Construction and Demolition Waste in Kuwait**. Waste Management, v. 24, n. 10, p. 1049-1059, 2004.

KATZ, A. **Properties of concretes made with recycled aggregate from partially hydrated**  
KAZMIERCZAK, C.S.; KULAKOWSKI, M. P.; BOITO, D.; GARCIA, A. C.A. **Estudo comparativo da geração de resíduos de construção e demolição em São Leopoldo e Novo**  
KING, A.A. and Lenox, M.J. *Lean and Green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance*. Production and Operations Management, 2001.Vol. 10, No. 3, pp. 244-256

KINLAW, Dennis C. **Empresa competitiva e ecológica: desempenho sustentado na era ambiental**. São Paulo: Makron Books, 1997.

KIPERSTOK, Asher et al. **Prevenção da poluição**. Brasília/DF: SENAI/DN, 2002.

KIPERSTOK, Asher et al. **Produção, consumo e sustentabilidade no contexto Pan-Americano urbano**. Ímpeto, v. 04, p. 11-14, 2013.

KOSMATKA, S. H;KERKOFF, B.; PANARESE, W.C..**Design and Control of Concrete Mixtures**. 14<sup>o</sup> ed. Estados Unidos: Portland Cement Association- PCA, 2003. 360p.

LIMA, J. A. **Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduo de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concretos**. Dissertação de mestrado. São Carlos: USP, 1999.

LIMA, J.A.R **Avaliação das consequências da produção de concreto no Brasil para as mudanças climáticas**. Tese (Doutorado)-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Construção Civil. São Paulo, 2010. 129 p.

LOVATO, P.S. **Verificação dos parâmetros de controle de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição para utilização em concreto**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, 2007.

- MASCOLO, R.. **Concreto Usinado: Análise da Variabilidade da resistência à compressão e de propriedades físicas ao longo caminhão betoneira.** Dissertação (Mestrado em Engenharia)- Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2012.
- MARCONI, M.A.; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa:** planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados.7.ed.São Paulo: Atlas, 2012.
- MARQUES NETO, J. C. **Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição no Brasil.** São Paulo,2005.
- MARTINS, V.C. **Otimização de processos de dosagem e proporcionamento do concreto dosado em central com a utilização de aditivos: estudo de caso.** Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.198p.
- MÁXIMO, A. V.; CASTILHOS Jr, A B. **Gerenciamento de resíduos de construção civil:** estudo de caso In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 22, 2003, Joinville. **Anais...** ABES, 2001. 1 CD-ROM.
- MCCRIGHT,P.R; BERGILLER,G.G. **Parallel models for lean and green operations.**Proceedings of the 2009 Industrial Engineering Research Conference. 2009.
- MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto, estrutura, propriedades e materiais.** São Paulo: PINI, 1994. 573p.
- MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais.** 3.ed. São Paulo: IBRACON, 2008.
- MEIRELLES, HELENA T. **O processo de capacitação para a produção enxuta: estudo de caso na Volvo do Brasil.** São Carlos, 2007. 197f. Dissertação (Mestrado) em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, 2007.
- MELLO,M.C.A. **Produção Mais Limpa: Um estudo de caso na AGCO do Brasil.** Porto Alegre,2002.113f. Dissertação (Mestrado)Pós Graduação em Administração, Universidade Federa do Rio Grande do Sul, 2002.
- MELLO, Luiz Carlos Brasil de Brito; AMORIM, Sérgio Roberto Leusin de; BANDEIRA, Renata Albergaria de Mello. Um sistema de indicadores para comparação em organizações: o caso das pequenas e médias empresas da construção civil. **Revista Gestão e Produção.** V.15, n.2. São Carlos, p.261-274, mai./ago.,2008.

MOLLENKOPF, Diane; Stolze, Hannah; Wendy, L. Tate; Ueltschy, Monique. ***Green, lean, and global supply chains***. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 2010. Vol.40, nº 12, pp. 14-41.

MORITZ, G. O. **Processo decisório**. 168p. Florianópolis: SEAD/UFSC, 2006.

NAKAJIMA, S. introduction to TPM: Total Productive Maintenance. Productivity Press, Portland, OR 1995.

NEVILLE, A.M. **Propriedades do concreto**. São Paulo: Pini, 1997.828p.

NILSSON, W. R. **Services instead of products: experiences from energy markets - examples from Sweden**. In: MEYER-KRAHMER, F. (Ed.). *Innovation and sustainable development: lessons for innovation policies*. Heidelberg: Physica-Verlag, 1998

OHNO, T. ***Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production***, Productivity Press. 1988

OLIVEIRA, Silvio Luiz de. **Tratado de metodologia científica**. São Paulo: Pioneira. 1999.

PAIVA, P.A; RIBEIRO, M.S. **A reciclagem na construção civil: uma apuração de resultado considerando os impactos ambientais**. 2009.16p.

PAMPANELLI, A.B; BERNARDES, A.M; FOUND, P. ***A Lean & Green model for a production cell***. Journal of Cleaner Production, 20 junho 2013.

PAMPANELLI, A.B; BERNARDES, A.M; FOUND, P. ***Modelo Lean e Green para uma célula de produção: Integrando a questão ambiental às estratégias de manufatura***. VII Simpósio de Qualidade Ambiental, 2012.

\_\_\_\_\_. ***Paradigms in Supply Chain Management*** (LARG\_SCM); Proceedings of the Third V International Conference on Management Science and Engineering Management, 2009 pp. 3-14.

PEDROSO, Fábio Luís. **Concreto: as origens e a evolução do material construtivo mais usado pelo homem** Revista Concreto & Construções, nº 53, 2009.p. 14-19.

PEREIRA, A.S; LIMA, J.C.F; RUTKWSKI, W. Ecologia Industrial, Produção e Ambiente: uma discussão sobre as abordagens de inter-conectividade produtiva. In: **Anais 1st International Workshop Advances in Cleaner Production**. Vol.1. São Paulo: Manole, 2004.

PINHEIRO, F. **FISP e Responsabilidade Social das Empresas**. Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade, vol.2, nº1, fev, 2009.

PINTO, T.P. **Gestão dos resíduos de construção e demolição em áreas urbanas – da ineficácia a um modelo de gestão sustentável**. In: CARNEIRO, A. P.; BRUM, I.A. S.; CASSA, J.C.S. (Org.) Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, 2001. p. 76-112.

POLETO, Cristiano. **Introdução ao gerenciamento ambiental**. Rio de Janeiro: Interciência, 2010.354p.

POLETO, A.J.C. **Reaproveitamento do concreto através do controle de hidratação do cimento com o uso de aditivo estabilizador** In: Seminário Desenvolvimento Sustentável e A Reciclagem na Construção Civil – Materiais Reciclados E Suas Aplicações, 2001, São Paulo. Anais. São Paulo: IBRACON, 2001,13p.

PNMA – Política Nacional de Meio Ambiente. **Lei nº 10.165 de 27 de dezembro de 2000**. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L10165.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L10165.htm). Acessado em 10/12/2013.

ROCHA, Lisiane K. **A simbiose industrial aplicada na interrelação de empresas e seus stakeholders na cadeia produtiva metal-mecânica na bacia do rio dos sinos**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2010. 145p.

SANTOS, ROBERTO EUSTÁQUIO dos. **A armação do concreto no Brasil: história da difusão do sistema construtivo concreto armado e da construção de sua hegemonia**. 327f. Belo Horizonte, 2008.

SANTOS, Déborah Oliveira; NEVES, Christiane Sousa; PIMENTEL, Thiago Duarte; CARRIERI, Alexandre de Pádua. Sistema de gestão ambiental, sustentabilidade e vantagens competitivas: Em busca de uma convergência. XXVIENEGEP 9 a 11 de outubro de 2006. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br>. Acesso em: 20 de janeiro, 2014.

SCHENINI, P. C.; BAGNATI, A. M. Z.; CARDOSO, A. C. F. **Gestão de Resíduos da Construção Civil**. 2004. Disponível em <[http://www.geodesia.ufsc.br/geodesia-online/arquivo/cobrac\\_2004/092.pdf](http://www.geodesia.ufsc.br/geodesia-online/arquivo/cobrac_2004/092.pdf)> Acesso em: 02 abril. 2013.

SCHENINI, P.C.; BAGNATI, A.M.Z.; CARDOSO, A.C.F. **Gestão de resíduos da construção civil**. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, 2004, Florianópolis. **Anais...** 2004.

SEIFFERT, Mari E. Bernardini. **ISO 14001 Sistemas de gestão ambiental: implantação objetiva e econômica**. 4º ed. São Paulo: Atlas, 2011.

SHINGO, S. **Sistema de produção com troca zero**. Porto Alegre: bookaman, 1986

SHINGO, S. **Sistema de troca rápida de ferramenta**. Porto Alegre: bookaman, 2000.

SILVA, ALEX F. F.da. **Gerenciamento de resíduos da construção civil de acordo com a resolução CONAMA nº 307/02:: estudo de caso para um conjunto de obras de pequeno porte**. Minas Gerais, 2007. 102f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. 2007.

SILVA, S.S. F; SANTOS, J.G; C, G.A; R., A.M.C. **Sustainability Indicator Pressure-State – Impact – Response Scenario Partner Environmental Diagnosis of Municipal Solid Waste Resulting in Cuité, PB**. REUNIR – Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade – Vol. 2, nº 3 – Edição Especial Rio +20, Ago., p.76-93, 2012.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE SÃO PAULO. **Concreto dosado em central**. São Paulo: SINDUSCON-SP, 2012. (Programa Sinduscon-SP)

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO. **Press Kit 2012**. 22p.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO. **Relatório anual 2011**. 59p.

SPEAR, S. & BOWEN, H. K. **Decoding the DNA of the Toyota production system**. **Harvard Business Review**, Boston: Harvard Business School. Vol.77, n. 5, p. 97-106, september-october, 1999.

SPÓSITO, T.G., Sistema Toyota de Produção e Kanban: uma abordagem prática aos resultados esperados e às dificuldades inerentes à sua implantação. Monografia de graduação em engenharia de produção. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2003.

TARTUCE, E.G. Concretos com finos recuperados: uma boa opção na construção civil. Boletim Técnico nº 03. ANAPRE, 2006.

TESSARO, A.B; SÁ, J.S; SCREMIM. **Quantificação e Classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas, RS**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.12, p.121-130, abr./jul.2012.

TOMAZELA, M. **Produção enxuta e produção limpa: uma combinação para a competitividade**.1999. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

TOMAZELA, M.; DANIEL, L.A.; VENDRAMETO, O.; FERREIRA, J.C. **Produção enxuta e produção limpa - uma combinação para a competitividade**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31, 2002.

VARES, S. AND T. HÄKKINEN. Environmental burdens of concrete and concrete products. Nordic Concrete Research publication 21 1/98. June. Site: [www.itn.is/ncr/publications/doc-21-10.pdf](http://www.itn.is/ncr/publications/doc-21-10.pdf), 1998.

VENQUIARUTTO, S. D.; ISAÍA, G. C.; GASTALDINI, A. L. G. Carbonatação do Concreto Estrutural Com Altos Teores de Adições Minerais e Diferentes Finuras. In: ENCONTRO NACIONAL DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ENTAC, 2002.

VIEIRA, L. BRITO. **Causas, custos e possíveis soluções para a redução do descarte de resíduos em Centrais dosadoras de concreto**. Seminário Copel de Sustentabilidade da Cadeia Produtiva do Concreto, 53º Congresso Brasileiro do Concreto. IBRACON 2011.

WOMACK, J., JONES, D. *Lean Thinking*, Free Press.1998

WOMACK, J., JONES, D., ROSS, D.*The Machine that changed the world: The Story of Lean Production*. Harper Perennial.1991.

WOMACK, J.P. and Jones, D.T. *Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*; London: Simon & Schuster UK Ltd, 2003.

YOSHINO, R. T. **Proposta de um sistema de produção enxuta para o segmento calçadista**. Universidade de São Carlos, 315p. São Paulo. 2008.

ZOKAEI, K., **Lean & Green research**, *Lean Management Journal*, 2, (2010)

ZORDAN, S. E. **Entulho da Indústria da Construção Civil**. Disponível em: [http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho\\_ind\\_ccivil.htm](http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho_ind_ccivil.htm)> Acessado em: 05/04/2013.



## APÊNDICES

## APÊNDICE I- DIAGNÓSTICO AMBIENTAL- MARÇO/2012

CHECK LIST -LEVANTAMENTO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL- USINA DE CONCRETO					
Período de Avaliação: <b>mar/12</b>			Responsável: <b>Patrícia Sardão</b>		
Variáveis	Item	QUESTIONAMENTO	AVALIAÇÃO		
			ATENDE (A)	NÃO ATENDE (NA)	ATENDE PARCIALMENTE (AP)
1-Conformidade Legal	1.1	A empresa possui cadastro junto aos órgãos federais?		X	
	1.2	A empresa possui licença ambiental atinente atividade?	X		
	1.3	A empresa atende os requisitos legais das licenças ambientais ?		X	
	1.4	A área licenciada da empresa condiz com a área utilizada para a atividade?	X		
	1.5	A empresa possui procedimentos para acompanhar os condicionantes ambientais?		X	
	1.6	A empresa possui fornecedores com licença ambiental?		X	
	1.7	A empresa controla as licenças ambientais de seus fornecedores (atendimento)?		X	
	1.8	A empresa dispõe de relatórios ambientais atualizados?		X	
	1.9	A empresa possui algum procedimento para cumprimento dos requisitos legais?		X	
	1.10	A empresa responde algum processo ambiental?	X		
<b>Total</b>			<b>3</b>	<b>7</b>	
2-Seguro	2.1	A empresa possui seguro apropriado para qualquer impacto ambiental que possa resultar de suas atividades?		X	
	2.2	Algum cliente ou fornecedor exige que o produto da empresa possua seguro ambiental?	X		
	2.3	A empresa possui algum procedimento para emergências ambientais?		X	
<b>Total</b>			<b>1</b>	<b>2</b>	
3- Consumo de energia	3.1	No local onde está realizada a empresa, existe outra fonte de energia?		X	
	3.2	Existem medidas de redução do consumo de água?		X	
	3.3	A empresa realiza algum monitoramento quanto ao uso de energia na empresa?			X
	3.4	energia?		X	
<b>Total</b>				<b>3</b>	<b>1</b>
4- Educação Ambiental	4.1	A empresa possui treinamentos na área ambiental?		X	
	4.2	Existem programas de Educação Ambiental na empresa?		X	
	4.3	A empresa incentiva a prática da coleta seletiva?		X	
	4.4	A empresa divulga alguma política ambiental?		X	
<b>Total</b>				<b>4</b>	
5- Processo Produtivo	5.1	Existe um controle quanto as entradas e saídas de materiais primas?		X	
	5.2	A empresa tem controle sobre os impactos ambientais gerados no processo de produção de concreto?		X	
	5.3	A empresa tem controle dos ruídos gerados no processo de produção de concreto?		X	
	5.4	Existe controle de manutenção dos equipamentos?			X
	5.5	A empresa controla as emissões atmosféricas durante a produção de concreto?		X	
	5.6	A empresa utiliza resíduos advindos de outras empresas em seu processo produtivo?		X	
	5.7	Os locais de estocagem de matérias primas e produtos estão identificados?		X	
	5.8	Existem bacias de contenção a fim de evitar possíveis danos ambientais para os produtos?		X	
<b>Total</b>				<b>7</b>	<b>1</b>
6- Gestão de efluentes líquidos	6.1	O uso de água é medido?		X	
	6.2	Existem medidas de redução do consumo de água?		X	
	6.3	A empresa consegue reutilizar a água no processo produtivo?	X		
	6.4	Há controle de perdas durante a produção?		X	
<b>Total</b>			<b>1</b>	<b>3</b>	
7- Gestão de Resíduos	7.1	A empresa possui um PGRS?		X	
	7.2	Existe registros quanto a quantidade de resíduo gerado na empresa?		X	
	7.3	Existe segregação dos resíduos gerados?		X	
	7.4	Existe local para armazenamento de resíduos?			X
	7.5	Já foram investigadas possibilidades de reuso dos resíduos gerados?		X	
	7.6	A empresa tem procedimentos para gerenciar os resíduos?		X	
	7.7	A empresa tem local específico para armazenamento de óleos novos e usados?	X		
	7.8	A empresa reutiliza os resíduos advindos do processo residual do caminhão betoneira?		X	
	7.9	A empresa tem controle dos produtos químicos?			X
	7.10	A empresa tem controle dos resíduos gerados no refeitório?		X	
	7.11	A empresa tem controle dos resíduos gerados na oficina?		X	
<b>Total</b>			<b>1</b>	<b>8</b>	<b>2</b>

## APÊNDICE II- DIAGNÓSTICO AMBIENTAL- DEZEMBRO/2012

CHECK LIST -LEVANTAMENTO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL- USINA DE CONCRETO					
Período de Avaliação: dez/13			Responsável: Patrícia Sardão		
Variáveis	Item	QUESTIONAMENTO	AVALIAÇÃO		
			ATENDE (A)	NÃO ATENDE (NA)	ATENDE PARCIALMENTE (AP)
1-Conformidade Legal	1.1	A empresa possui cadastro junto aos órgãos federais?	X		
	1.2	A empresa possui licença ambiental atinente atividade?	X		
	1.3	A empresa atende os requisitos legais das licenças ambientais ?			X
	1.4	A área licenciada da empresa condiz com a área utilizada para a atividade?	X		
	1.5	A empresa possui procedimentos para acompanhar os condutores ambientais?	X		
	1.6	A empresa possui fornecedores com licença ambiental?	X		
	1.7	A empresa controla as licenças ambientais de seus fornecedores (atendimento)?	X		
	1.8	A empresa dispõe de relatórios ambientais atualizados?			X
	1.9	A empresa possui algum procedimento para cumprimento dos requisitos legais?	X		
	1.10	A empresa responde algum processo ambiental?	X		
<b>Total</b>			8	0	2
2-Seguro	2.1	A empresa possui seguro apropriado para qualquer impacto ambiental que possa resultar de suas atividades?	X		
	2.2	Algum cliente ou fornecedor exige que o produto da empresa possua seguro ambiental?	X		
	2.3	A empresa possui algum procedimento para emergências ambientais?			X
<b>Total</b>			2	0	1
3- Consumo de energia	3.1	No local onde está realizada a empresa, existe outra fonte de energia?	X		
	3.2	Existem medidas de redução do consumo de água?			X
	3.3	A empresa realiza algum monitoramento quanto ao uso de energia na empresa?		X	
	3.4	energia?			X
<b>Total</b>			1	1	2
4- Educação Ambiental	4.1	A empresa possui treinamentos na área ambiental?			X
	4.2	Existem programas de Educação Ambiental na empresa?			X
	4.3	A empresa incentiva a prática da coleta seletiva?	X		
	4.4	A empresa divulga alguma política ambiental?		X	
<b>Total</b>			1	1	2
5- Processo Produtivo	5.1	Existe um controle quanto as entradas e saídas de materiais primas?	X		
	5.2	A empresa tem controle sobre os impactos ambientais gerados no processo de produção de concreto?			X
	5.3	A empresa tem controle dos ruídos gerados no processo de produção de concreto?			X
	5.4	Existe controle de manutenção dos equipamentos?	X		
	5.5	A empresa controla as emissões atmosféricas durante a produção de concreto?			X
	5.6	A empresa utiliza resíduos advindos de outras empresas em seu processo produtivo?	X		
	5.7	Os locais de estocagem de matérias primas e produtos estão identificados?	X		
	5.8	Existem bacias de contenção a fim de evitar possíveis danos ambientais para os produtos?			X
<b>Total</b>			4	0	4
6- Gestão de efluentes líquidos	6.1	O uso de água é medido?	X		
	6.2	Existem medidas de redução do consumo de água?		X	
	6.3	A empresa consegue reutilizar a água no processo produtivo?	X		
	6.4	Há controle de perdas durante a produção?		X	0
<b>Total</b>			2	2	0
7- Gestão de Resíduos	7.1	A empresa possui um PGRS?	X		
	7.2	Existe registros quanto a quantidade de resíduo gerado na empresa?	X		
	7.3	Existe segregação dos resíduos gerados?	X		
	7.4	Existe local para armazenamento de resíduos?			X
	7.5	Já foram investigadas possibilidades de reuso dos resíduos gerados?	X		
	7.6	A empresa tem procedimentos para gerenciar os resíduos?	X		
	7.7	A empresa tem local específico para armazenamento de óleos novos e usados?	X		
	7.8	A empresa reutiliza os resíduos advindos do processo residual do caminhão betoneira?		X	
	7.9	A empresa tem controle dos produtos químicos?	X		
	7.10	A empresa tem controle dos resíduos gerados no refeitório?	X		
	7.11	A empresa tem controle dos resíduos gerados na oficina?	X		
<b>Total</b>			9	1	1

## APÊNDICE III- LEVANTAMENTO DOS ASPECTOS E IMPACTOS

ÁREA	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	I- INFLUÊNCIA	M- MAGNITUDE	A- ABRANGÊNCIA	F- FREQUENCIA	S- SIGNIFICÂNCIA	
Administrativa	Consumo de energia elétrica	Utilização de recursos naturais não renováveis	1	2	3	3	8	
	Consumo de Água	Utilização de recursos naturais não renováveis	1	2	3	3	8	
	Gerção de res ltuos sólidos Classe I (pilhas e baterias, toners, lâmpadas, etc)	Alteração na qualidade da água/solo	1	3	3	3	9	
	Gerção de res ltuos sólidos recicláveis (papéis, plásticos, metais)	Redução da vida útil de aterros sanitários	1	2	3	3	8	
		Alteração na qualidade da água/solo	1	3	3	3	9	
	Gerção de res ltuos orgânicos (restos de comida)	Alteração na qualidade da água/solo	D	1	2	1	4	
Refeitório	Gerção de efluentes	Alteração da qualidade do corpo hídrico receptor	1	3	3	3	9	
	Consumo de água	Utilização de recursos naturais não renováveis	1	2	3	3	8	
	Consumo de energia elétrica	Utilização de recursos naturais	1	2	3	3	8	
	Gerção de res ltuos sólidos Classe I (lâmpadas)	Alteração na qualidade da água/solo	1	3	3	3	9	
	Gerção de res ltuos sólidos recicláveis (papéis, plásticos, metais)	Redução da vida útil de aterros sanitários	1	2	3	3	8	
		Alteração na qualidade da água/solo	1	3	3	3	9	
Gerção de res ltuos orgânicos (restos de comida)	Alteração na qualidade da água/solo	D	1	2	1	4		
Sanitários	Gerção de res ltuos orgânicos	Alteração na qualidade da água/solo	D	1	2	3	6	
	Gerção de efluentes	Alteração da qualidade do corpo hídrico receptor	1	3	3	3	9	
	Consumo de água	Utilização de recursos naturais	1	2	3	3	8	
Usina	Consumo de energia elétrica	Utilização de recursos naturais	1	2	3	3	8	
	Vazamento de produtos químicos	Alteração na qualidade da água e do solo	1	3	3	3	9	
	Utilização de combustíveis fósseis	Alteração na qualidade do ar	1	3	3	3	9	
	Armazenamento de produtos químicos	Alteração na qualidade da água e do solo	1	3	3	3	9	
	Gerção de efluentes	Alteração da qualidade do corpo hídrico receptor	1	3	3	3	9	
	Consumo de água	Utilização de recursos naturais	1	2	3	3	8	
	Consumo de energia elétrica	Utilização de recursos naturais	1	2	3	3	8	
	Gerção de res ltuos sólidos Classe I	Alteração na qualidade da água/solo	1	3	3	3	9	
	Gerção de res ltuos sólidos recicláveis	Redução da vida útil de aterros sanitários	1	2	3	3	8	
		Alteração na qualidade da água/solo	1	3	3	3	9	
	Gerção de emissões atmosféricas (transporte)	Alteração na qualidade do ar	1	3	3	3	9	
	Riscos a saúde operacional		1	3	3	3	9	
	Gerção de ruído	Polluição sonora		1	3	3	3	9
Laboratório	Armazenamento de produtos químicos	Alteração na qualidade da água e do solo	1	3	3	3	9	
	Consumo de energia elétrica	Utilização de recursos naturais	1	2	3	3	8	
	Consumo de água	Utilização de recursos naturais	1	2	3	3	8	
	Gerção de res ltuos construção civil	Alteração na qualidade do solo	1	3	3	3	9	
	Gerção de res ltuos sólidos Classe I	Alteração na qualidade da água/solo	1	3	3	3	9	
	Gerção de res ltuos sólidos recicláveis (papéis, plásticos, metais)	Redução da vida útil de aterros sanitários	1	2	3	3	8	
		Alteração na qualidade da água/solo	1	3	3	3	9	
Oficina	Armazenamento de produtos químicos	Alteração na qualidade da água e do solo	1	3	3	3	9	
	Consumo de energia elétrica	Utilização de recursos naturais	1	2	3	3	8	
	Consumo de água	Utilização de recursos naturais	1	2	3	3	8	
	Gerção de res ltuos sólidos Classe I (EPTs, Embalagens de óleo)	Alteração na qualidade da água/solo	1	3	3	3	9	
	Gerção de res ltuos sólidos recicláveis (papéis, plásticos, metais)	Redução da vida útil de aterros sanitários	1	2	3	3	8	
		Alteração na qualidade da água/solo	1	3	3	3	9	

## APÊNDICE IV- MODELO CHECK LIST

CHECK LIST -LEVANTAMENTO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL- USINA DE CONCRETO					
Período de Avaliação:			Responsável:		
Variáveis	Item	QUESTIONAMENTO	AVALIAÇÃO		
			ATENDE (A)	NÃO ATENDE (NA)	ATENDE PARCIALMENTE
1-Conformidade Legal	1.1	A empresa possui cadastro junto aos órgãos federais ?			
	1.2	A empresa possui licença ambiental atinente atividade?			
	1.3	A empresa atende os requisitos legais das licenças ambientais ?			
	1.4	A área licenciada da empresa condiz com a área utilizada para a atividade?			
	1.5	A empresa possui procedimentos para acompanhar os condicionantes ambientais?			
	1.6	A empresa possui fornecedores com licença ambiental?			
	1.7	A empresa controla as licenças ambientais de seus fornecedores (atendimento)?			
	1.8	A empresa dispõe de relatórios ambientais atualizados?			
	1.9	A empresa possui algum procedimento para cumprimento dos requisitos legais?			
	1.10	A empresa responde algum processo ambiental?			
<i>Total</i>					
2-Seguro	2.1	A empresa possui seguro apropriado para qualquer impacto ambiental que possa resultar de suas atividades?			
	2.2	Algum cliente ou fornecedor exige que o produto da empresa possua seguro ambiental?			
	2.3	A empresa possui algum procedimento para emergências ambientais?			
	2.4	A empresa possui algum procedimento para emergências ambientais?			
<i>Total</i>					
3- Consumo de energia	3.1	No local onde está realizada a empresa, existe outra fonte de energia?			
	3.2	Existem medidas de redução do consumo de água?			
	3.3	A empresa realiza algum monitoramento quanto ao uso de energia na empresa?			
	3.4	A empresa realiza alguma campanha de conscientização do consumo de energia?			
<i>Total</i>					
4- Educação Ambiental	4.1	A empresa possui treinamentos na área ambiental?			
	4.2	Existem programas de Educação Ambiental na empresa?			
	4.3	A empresa incentiva a prática da coleta seletiva?			
	4.4	A empresa divulga alguma política ambiental?			
<i>Total</i>					
5- Processo Produtivo	5.1	Existe um controle quanto as entradas e saídas de materiais primas?			
	5.2	A empresa tem controle sobre os impactos ambientais gerados no processo de produção de concreto?			
	5.3	A empresa tem controle dos ruídos gerados no processo de produção de concreto?			
	5.4	Existe controle de manutenção dos equipamentos?			
	5.5	A empresa controla as emissões atmosféricas durante a produção de concreto?			
	5.6	A empresa utiliza resíduos advindos de outras empresas em seu processo produtivo?			
	5.7	Os locais de estocagem de matérias primas e produtos estão identificados?			
	5.8	Existem bacias de contenção a fim de evitar possíveis danos ambientais para os produtos?			
<i>Total</i>					
6- Gestão de efluentes líquidos	6.1	O uso de água é medido?			
	6.2	Existem medidas de redução do consumo de água?			
	6.3	A empresa consegue reutilizar a água no processo produtivo?			
	6.4	Há controle de perdas durante a produção?			
<i>Total</i>					
7- Gestão de Resíduos	7.1	A empresa possui um PCRS?			
	7.2	Existe registros quanto a quantidade de resíduo gerado na empresa?			
	7.3	Existe segregação dos resíduos gerados?			
	7.4	Existe local para armazenamento de resíduos?			
	7.5	Já foram investigadas possibilidades de reuso dos resíduos gerados?			
	7.6	A empresa tem procedimentos para gerenciar os resíduos?			
	7.7	A empresa tem local específico para armazenamento de óleos novos e usados?			
	7.8	A empresa reutiliza os resíduos advindos do processo residual do caminhão betoneira?			
	7.9	A empresa tem controle dos produtos químicos?			
	7.10	A empresa tem controle dos resíduos gerados no refeitório?			
	7.11	A empresa tem controle dos resíduos gerados na oficina?			
<i>Total</i>					

## APÊNDICE V- PLANILHA DE LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

ÁREA	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	I- INFLUÊNCIA	M- MAGNITUDE	A- ABRANGÊNCIA	F- FREQUENCIA	S- SIGNIFICÂNCIA
Administrativa	Consumo de energia elétrica	Utilização de recursos naturais não renováveis					
	Consumo de Água	Utilização de recursos naturais não renováveis					
	Geração de resíduos sólidos Classe I (pilhas e baterias, toners, lâmpadas, etc)	Alteração na qualidade da água/solo					
	Geração de resíduos sólidos recicláveis (papéis, plásticos, metais)	Redução da vida útil de aterros sanitários Alteração na qualidade da água/solo					
	Geração de resíduos orgânicos (restos de comida)	Alteração na qualidade da água/solo					
Refeitório	Geração de efluentes	Alteração da qualidade do corpo hídrico receptor					
	Consumo de água	Utilização de recursos naturais não renováveis					
	Consumo de energia elétrica	Utilização de recursos naturais					
	Geração de resíduos sólidos Classe I (lâmpadas)	Alteração na qualidade da água/solo					
	Geração de resíduos sólidos recicláveis (papéis, plásticos, metais)	Redução da vida útil de aterros sanitários Alteração na qualidade da água/solo					
	Geração de resíduos orgânicos (restos de comida)	Alteração na qualidade da água/solo					
Sanitários	Geração de resíduos orgânicos	Alteração na qualidade da água/solo					
	Geração de efluentes	Alteração da qualidade do corpo hídrico receptor					
	Consumo de água	Utilização de recursos naturais					
	Consumo de energia elétrica	Utilização de recursos naturais					
Usina	Vazamento de produtos químicos	Alteração na qualidade da água e do solo					
	Utilização de combustíveis fósseis	Alteração na qualidade do ar					
	Armazenamento de produtos químicos	Alteração na qualidade da água e do solo					
	Geração de efluentes	Alteração da qualidade do corpo hídrico receptor					
	Consumo de água	Utilização de recursos naturais					
	Consumo de energia elétrica	Utilização de recursos naturais					
	Geração de resíduos sólidos Classe I	Alteração na qualidade da água/solo					
	Geração de resíduos sólidos recicláveis	Redução da vida útil de aterros sanitários Alteração na qualidade da água/solo					
	Geração de emissões atmosféricas (transporte)	Alteração na qualidade do ar					
	Geração de ruído	Riscos a saúde operacional Poluição sonora					
Laboratório	Armazenamento de produtos químicos	Alteração na qualidade da água e do solo					
	Consumo de energia elétrica	Utilização de recursos naturais					
	Consumo de água	Utilização de recursos naturais					
	Geração de resíduos construção civil	Alteração da qualidade do solo					
	Geração de resíduos sólidos Classe I	Alteração na qualidade da água/solo					
	Geração de resíduos sólidos recicláveis (papéis, plásticos, metais)	Redução da vida útil de aterros sanitários Alteração na qualidade da água/solo					
Oficina	Armazenamento de produtos químicos	Alteração na qualidade da água e do solo					
	Consumo de energia elétrica	Utilização de recursos naturais					
	Consumo de água	Utilização de recursos naturais					
	Geração de resíduos sólidos Classe I (EPIS, Embalagens de óleo)	Alteração na qualidade da água/solo					
	Geração de resíduos sólidos recicláveis (papéis, plásticos, metais)	Redução da vida útil de aterros sanitários Alteração na qualidade da água/solo					