ISSN 2318-0463

PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE USINA DE RECICLAGEM DE RESIDUOS DA CONSTRUÇÃO EM CONFORMIDADE COM NORMAS DE SEGURANÇA DO TRABALHO NO MUNICIPIO DE MOGI GUAÇU

DA SILVA, Aldo Barbosa[1]
Faculdades Integradas Maria Imaculada - FIMI
aldo.engcivil15@gmail.com

FURIGO, Renata de Faria Rocha[2]
Faculdades Integradas Maria Imaculada - FIMI
renatafurigo@gmail.com.br

RESUMO

O constante aumento do volume de resíduos gerados nos trabalhos de construção civil e demolição (RCD) e sua disposição em locais inadequados resultam em impactos ambientais, sociais, econômicos e ocupacionais que somente podem ser atenuados por meio da implantação de um programa de gestão dos resíduos sólidos que envolva, dentre vários aspectos, a conscientização da população e do próprio poder público. Para diminuir esses impactos é preciso: reduzir, reutilizar, reaproveitar depois de transformado, e programar ações específicas conforme legislação vigente. Neste trabalho são analisados documentos e registros públicos para averiguar a quantidade de resíduos de construção e demolição no município de Mogi Guaçu. Os dados foram coletados no período de julho e agosto de 2015 por meio de pesquisa documental no acervo do órgão municipal responsável pelo uso e ocupação do solo e pela coleta e disposição dos RCD. A instalação de uma usina de Reciclagem de RCD no município de Mogi Guaçu apresentou-se como uma excelente alternativa para solucionar a questão dos resíduos gerados pela população do município, buscando contribuir para o setor de resíduos sólidos,

[1] Funcionário Público, Engenheiro Civil formado pelas Faculdades Integradas Maria Imaculada, cursando Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Adventista de São Paulo. Técnico em Segurança do Trabalho. Atua nas áreas de Segurança Pública e Mobilidade Urbana. Presta assessoria em Segurança do Trabalho.

[2] Engenheira Civil, Mestre em Saúde Pública, Doutoranda em Gestão Urbana pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Coordenadora do curso de Engenharia Civil e Professora de Planejamento e Controle de Obras e Introdução a Engenharia Civil nas Faculdades Integradas Maria Imaculada. Atua nas áreas de Engenharia de Custos, Infraestrutura Urbana e Gestão de Obras.

ISSN 2318-0463

trazendo à luz dados e informações importantes para a gestão de resíduos no município, e podendo, inclusive, ser base para pesquisas correlatas.

Palavras-chave: Resíduos da Construção e Demolição; Usina de Reciclagem; Segurança do trabalho.

1 INTRODUÇÃO

A geração de resíduos da construção e de demolição – RCD nos municípios brasileiros muitas vezes ultrapassa a quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados anualmente. Este processo é consequência da intensa dinâmica do setor de construção civil do Brasil dos últimos anos, mas também devido ao descaso dos agentes públicos no tratamento da questão. Consequências como depósitos clandestinos ou deposições irregulares desses resíduos afetam diretamente o meio urbano, provocando impactos no sistema de drenagem, colocando em risco as margens de rios, a estabilidade de encostas, destruindo as matas ciliares, provocando o entupimento de tubulações e o assoreamento de cursos d'água, prejuízos para a mobilidade urbana que compreende trânsito de veículos e pedestres, além de acelerar a multiplicação de vetores (mosquitos e outros insetos, animais peçonhentos, roedores). Ressalta-se também que essa deposição irregular frequente provoca uma atração quase irresistível para o despejo de outros tipos de resíduos provenientes da indústria, das atividades domésticas, entre outros (PINTO e GONZALES, 2005). Além do impacto ambiental citado, há também o econômico, referente aos custos de limpeza pública para remoção e aterramento desses resíduos, serviços estes realizados por órgãos municipais.

O constante aumento de volume de resíduo da construção civil, considerada uma das atividades mais importantes para o desenvolvimento econômico do país também provoca muitos outros impactos que vão além do descarte irregular, como o grande consumo de matéria-prima de maneira desnecessária, estendendo seus efeitos para além dos limites urbanos.

Estudos realizados por PINTO e GONZÁLES (2005) no estado de São Paulo, junto aos municípios de São Paulo, Guarulhos, Diadema, Campinas, Piracicaba, São

ISSN 2318-0463

José dos Campos, Ribeirão Preto, Jundiaí, São José do Rio Preto e Santo André, concluíram que a participação de RCD em relação à massa total dos resíduos sólidos urbanos foi superior a 50% em todas as cidades citadas. No município de Mogi Guaçu-SP, dados da Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano - SPDU (2015), baseados na média anual de 2012 a 2014 indicam que os RCD chegaram a aproximadamente 0,53 kg/hab/dia que, comparando com a estimativa de geração de resíduos sólidos urbanos da ordem de 0,75 kg/hab/dia, aproxima-se das estimativas de PINTO e GONZÁLES (2005) para os demais municípios paulistas.

1.1 Resíduos da Construção e Demolição

A geração de Resíduos da Construção e Demolição pode ocorrer de forma difusa ou pontual, originada de grandes construções e demolições ou de pequenas reformas. Estima-se, segundo ANGULO et al. (2002), que 88 a 95% dos resíduos provenientes da construção civil são de interesse para a reciclagem, entre eles os agregados. Seu reaproveitamento resultaria na redução da extração dos recursos naturais como brita e areia, utilizando os próprios agregados reciclados para fabricação de outros materiais, proporcionando economia quando confrontados os preços de agregados reciclados e naturais, nas construções que utilizaram os mesmos.

Atualmente, a grande preocupação é a destinação final desses resíduos que pode acelerar a multiplicação de vetores (mosquitos e outros insetos, animais peçonhentos, roedores), prejudicial à saúde humana, entre outros relevantes impactos socioeconômicos e ambientais. A Resolução 307 do CONAMA (2002) regulamenta a destinação correta para diversas classes dos resíduos da construção e de demolição, classificando-as em seu Art. 3° como:

> I – 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;

ISSN 2318-0463

> II – Classe B – são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso;
> III – Classe C – são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;
> IV – 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.

Porém, o município de Mogi Guaçu, interior do Estado de São Paulo, ainda não atende a esta resolução, e os resíduos acabam sendo depositados em locais inadequados.

Por outro lado, a implantação de uma usina de reciclagem de RCD no município de Mogi Guaçu também pode trazer impactos ambientais negativos ao município, caso não seja tratada adequadamente como atividade industrial. A instalação de uma usina deste tipo exige um gerenciamento adequado, considerando o tipo de resíduo a ser beneficiado e a forma como isso vai acontecer.

O processo de reciclagem demanda um consumo de energia para torná-lo apropriado para a cadeia produtiva. Dependendo da forma como vai ser beneficiado, serão necessários produtos para modificá-lo física ou quimicamente (ANGULO et al., 2011).

FIMI
FACULDADES INTEGRADAS
MARIA IMACULADA

Os resíduos modificados podem se tornar não recicláveis, além de serem mais agressivos ao meio ambiente, à saúde dos usuários do novo material, bem como dos trabalhadores envolvidos no processo de produção/reciclagem. Dessa forma, ÂNGULO et. al. (2011) reforça ser prudente escolher o resíduo a ser reciclado ponderando sempre se é viável do ponto de vista do consumo de energia, do emprego de matéria prima no processo, e do risco ocupacional.

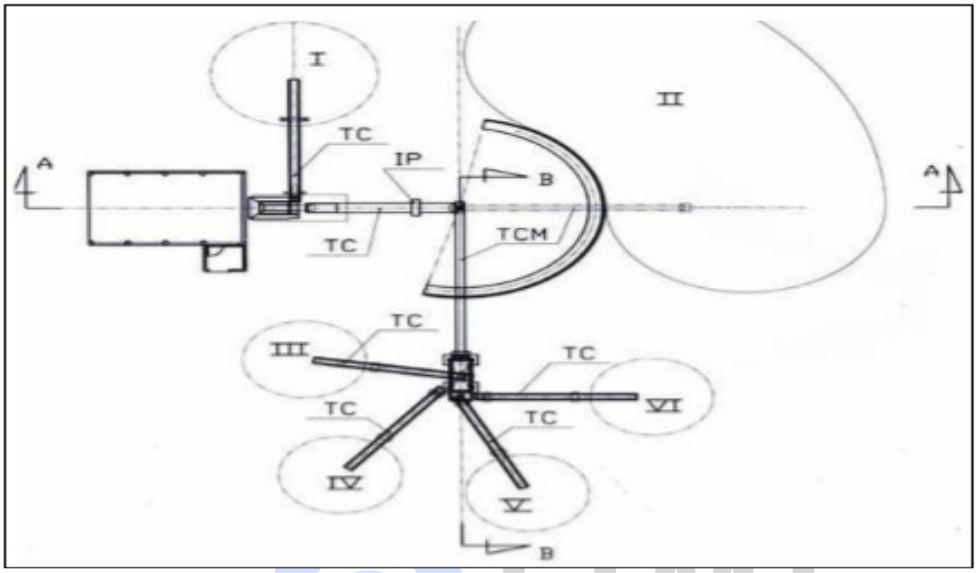
1.2 Esquema de operação de uma Usina de Reciclagem de RCD

Toda iniciativa de aproveitamento de resíduos requer análise previa cuidadosa para implantação de uma unidade de tratamento quer seja pela administração pública ou iniciativa privada. O roteiro apresentado a seguir é baseado em PORTO (2011) e discute um exemplo de layout para uma usina de reciclagem de RCD.

ISSN 2318-0463

Os resíduos da construção civil podem ser beneficiados em três tipos diferentes de plantas de usinagem. Estas plantas são classificadas em Fixas, Semimóveis e Móveis, conforme figuras 1, 2 e 3. (PORTO, 2011).

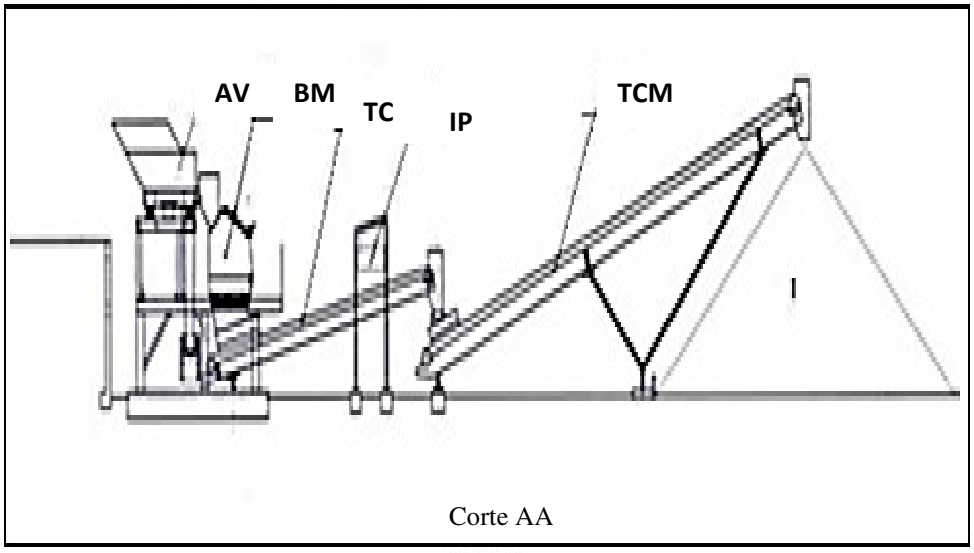
Figura 1 - Esquema de uma Planta Fixa – Usina de Reciclagem de RDC



Fonte: Adaptado de UNIVAP/FEAU (2009).

FIMI
FACULDADES INTEGRADAS
MARIA IMACULADA

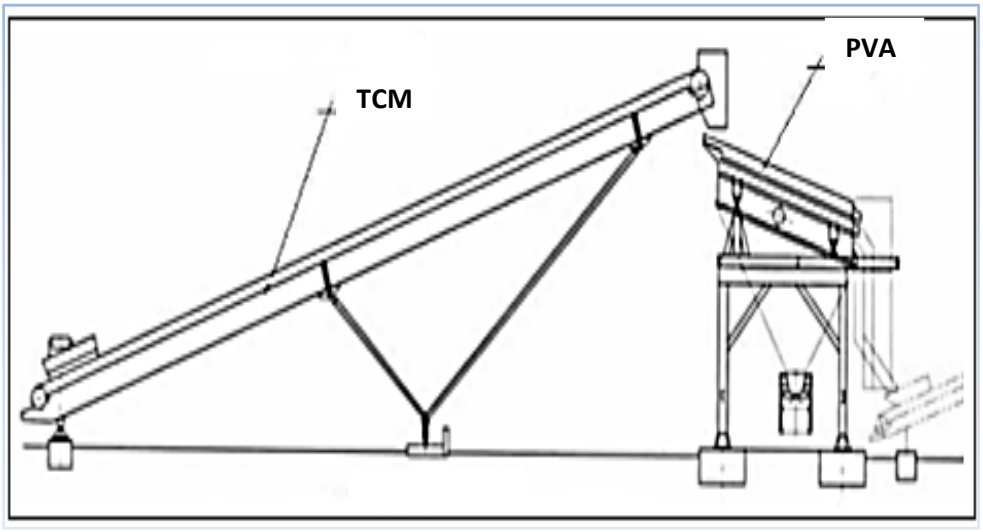
Figura 2 – Vista AA da Usina em planta fixa



Fonte: Adaptado de UNIVAP/FEAU (2009).

ISSN 2318-0463

Figura3 – Vista BB da usina de RCD em Planta Fixa



Fonte: Adaptado de UNIVAP/FEAU (2009).

Tabela 1– Legenda do layout de uma planta fixa

LEGENDA		
PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS	**PRODUTOS**	**ORIGEM**
AV – Alimentador Vibratório	Demolição	AV
BM – Britador de Mandíbula	I Bica corrida reciclada	BI
PVA – Peneira Vibratória	II Bica corrida reciclada	PV
IP – Imã Permanente	III Areia media reciclada	PV
TCM – Transportador de Correia Móvel	IV Pedrisco reciclado	PV
TC – Transportador de Correia Fixo	V Brita reciclada	PV
	VI Rachão reciclado	PV

Fonte: Adaptado de UNIVAP/FEAU (2009).

A sequência de operação do processo de reciclagem do RCD funciona conforme exposto por PORTO (2011):

- "O entulho trazido pelos caminhões de coleta é pesado na balança da usina de reciclagem, de onde é encaminhado para o pátio de recepção;
- No pátio de recepção ele é vistoriado superficialmente por um encarregado para verificar se a carga é compatível com o equipamento de trituração. Caso esteja fora dos padrões, não se permite a descarga do veículo, que é encaminhado para um aterro;
- Caso seja compatível com o equipamento, o veículo faz a descarga no pátio, onde também se processa a separação manual dos materiais inservíveis, como plásticos, metais e pequenas quantidades de matéria orgânica;
- A separação, apesar de manual, é feita com o auxílio de uma pá carregadeira que revira o material descarregado de modo a facilitar a segregação dos inservíveis pela equipe de serventes;
- Os materiais segregados são classificados em comercializáveis (sucata ferrosa) e inservíveis (material restante), sendo depositados em locais separados para armazenamento e destinação futura;

ISSN 2318-0463

- Não são aceitos materiais de grande porte, com dimensões maiores que a boca do alimentador, assim como blocos de concreto com ferragem embutida que podem prejudicar a operação do moinho e quebrar os martelos. Eventualmente, se a quantidade de blocos for pequena, os serventes alocados no pátio de recepção podem efetuar a quebra e separação dos mesmos;
- Em nenhuma hipótese devem ser admitidos materiais contaminados por grande quantidade de plásticos, que podem danificar os equipamentos;
- Entulho de pequenas obras, que normalmente vem ensacado, é desensacado manualmente, prosseguindo-se com a operação de alimentação e trituração;
- Livre dos inservíveis, o entulho é levemente umedecido através de um sistema de aspersão, de forma a minimizar a quantidade de poeira gerada pela trituração. Em seguida, é colocado pela pá carregadeira no alimentador, que faz a dosagem correta do material;
- Passando pelo alimentador, o material segue para o moinho, onde é triturado. Do triturador o material segue numa pequena esteira rolante equipada com separador magnético, onde é feita a separação de resíduos de ferro que escaparam da triagem e foram introduzidos no moinho de impacto;
- Após esta separação inicial, o material é encaminhado à peneira vibratória, que faz a separação do material nas granulometrias selecionadas;
- Da peneira, cada uma das frações é transportada para o seu respectivo pátio de estocagem por meio de uma esteira transportadora, convencional, de velocidade constante.
- As esteiras transportadoras são montadas sobre rodízios, de forma a permitir o seu deslocamento lateral em semicírculo no pátio de estocagem. Essa providência evita que se tenha que efetuar a remoção das pilhas de material triturado com pá mecânica, permitindo a estocagem contínua de material, sem paralisar a operação.
- O deslocamento dos rodízios se faz sobre piso cimentado, dimensionado para suportar os esforços da correia. A operação de deslocamento da correia é feita manualmente pelos serventes alocados no pátio de estocagem e realizada toda vez que a pilha de entulho triturado atinge a altura máxima permitida pela declividade da esteira;
- O material estocado deve ser mantido permanentemente úmido para evitar a dispersão de poeiras e para impedir seu carregamento pelo vento."

1.3 Aspectos de Segurança do Trabalho em Usinas de RCD

A proposta de implantação de uma usina de RCD na cidade de Mogi Guaçu visa atenuar impactos ambientais, sociais e econômicos gerados pela quantidade expressiva de entulho e o seu descarte conforme proposta de gestão integrada do município. No entanto, não se pode deixar de observar os riscos aos quais se submetem os trabalhadores diretamente envolvidos com a remoção, manipulação e beneficiamento desses resíduos. A cidade de Mogi Guaçu deu um passo importante com a aprovação da

ISSN 2318-0463

lei 4.948 de 30 de janeiro de 2015, que instituiu o Programa de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e de Resíduos Volumosos, assim como Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PREFEITURA MUNICIPAL DE MOGI GUAÇU, 2014).

Seria positivo se fosse criado também um Programa Municipal de Vigilância em Saúde do Trabalhador, com o objetivo de identificar os riscos a que estão expostos os trabalhadores e a população do entorno, responsabilizando-se em oferecer capacitação técnica e operacional continuada, observando as questões de segurança e proporcionando um ambiente seguro e decente. Segundo a Organização Internacional do Trabalho (OIT, 2013), trabalho decente é definido por oportunidades de trabalho que ofereçam salário justo, segurança, proteção social para as famílias e liberdade para que possam expressar suas preocupações, organizarem-se e participarem de decisões que afetem suas vidas.

No processo de implantação de uma usina de reciclagem de RCD, a segurança do trabalhador é fundamental e é assegurada por lei, sendo a Lei Federal nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977, que alterou o Capitulo V do Titulo II da Consolidação das Leis do Trabalho e, por meio da Portaria 3.214 de 8 junho de 1978, que aprovou as Normas Regulamentadoras - NR. (BRASIL, 1978).

FIMI
FACULDADES INTEGRADAS
MARIA IMACULADA

Segundo o Ministério do Trabalho e Emprego, atualmente há 36 normas regulamentadoras em vigor. Cabe observar aquelas mais diretamente relacionadas com a operação de usinas de reciclagem de RCD, considerando a natureza do trabalho associado, os riscos envolvidos e as condições mínimas de segurança e higiene do trabalhador.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para atender aos objetivos da presente pesquisa, foram adotadas as seguintes bases de trabalho: primeiramente, foi dimensionada a produção de RCD no município de Mogi Guaçu, interior do Estado de São Paulo. Para isso foram adotadas as informações disponíveis na Prefeitura Municipal e a metodologia proposta por PINTO e

ISSN 2318-0463

GONZÁLES (2005). Na sequência, foi escolhida uma área da cidade que fosse compatível com a produção de resíduos e com a proposta de tratamento e reciclagem, de acordo com o Programa de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e de Resíduos Volumosos, assim como o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PREFEITURA MUNICIPAL DE MOGI GUAÇU, 2014). Foram consideradas ainda regras de uso e ocupação do solo previsto no Plano Diretor de Mogi Guaçu através da Lei nº 1.176 de 23 de dezembro de 2011. Posteriormente, foi feita a proposição de um layout, seguindo o que foi descrito por PORTO (2011), estabelecendo-se diretrizes das normas regulamentadoras para segurança do trabalhador. (PREFEITURA MUNICIPAL DE MOGI GUAÇU, 2014).

O município de Mogi Guaçu situa-se na direção norte, no Estado de São Paulo, a 170 km da capital. Segundo o IBGE (2013), a população da cidade é estimada em 146.114 habitantes.

A prefeitura prevê em seu Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (2014), um projeto para a implementação do programa, visando:

- A segregação dos resíduos e da maior independência na questão do tratamento e disposição final;
- A construção de “ecopontos” para todo tipo de resíduos, inclusive aqueles provenientes da construção civil;
- A construção da Central de Tratamento de Resíduos (CTR), com capacidade para receber a geração média de 123 ton/dia, estimando um investimento total de R$ 41.420.000,00, sendo R$ 1.200.000,00 para a unidade de beneficiamento de RCD, tudo centralizado no atual aterro sanitário municipal.

A metodologia adotada para dimensionar o volume de RCD em Mogi Guaçu foi a mesma proposta por PINTO E GONZÁLES (2005), descrita adiante.

Para obtenção de dados básicos para o cálculo estimado do volume de RCD, é necessário:

- Número de *habite-se* (licença para habitar imóveis, emitida pela prefeitura de um município) emitidos pela Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano (SPDU) num dado período. Este dado permitirá estimar o volume de construções novas na cidade no período considerado.

ISSN 2318-0463

- Número de transformações de ligações de água junto ao Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE), e o número de transformações de ligação de energia junto à concessionária de energia elétrica Elektro. Estas informações permitirão estimar o volume de reformas de imóveis ocorridas no período considerado, no município.

PINTO (1999) propõe uma taxa de geração de 150 kg de entulho por metro quadrado (m^2) de área construída, sendo esta obtida, no presente trabalho, para o período de três anos (2012 a 2014). A geração anual acumulada de resíduos na construção (C) deve ser estimada por dados da somatória média anual, aplicando-se a Equação 1. Esta quantifica a massa de resíduo, multiplicando-se a área construída por um índice de geração de RCD, por unidade de área (m^2 construído), conforme recomendado por COCHRANET al. e SOLIS-GUZMAN et al. (2007 e 2009, apud ANGULO et al., 2011).

$$C = AC * \rho C \qquad \textbf{(Equação 1)}$$

FIMI
FACULDADES INTEGRADAS
MARIA IMACULADA

Sendo:

C: resíduo na construção por ano (t RCD/ano);

AC: área construída por ano (m² construído/ano), obtida utilizando-se a equação 2;

ρc: índice de geração de resíduo na construção (0,150 t RCD/m² construído);

$$AC = MA * MC \qquad \textbf{(Equação 2)}$$

Onde:

MA: Média anual de *habite-se* (emitido pela SPDU) no período de 2012 a 2014;

MC: Estimativa aproximada das construções no Município de Mogi Guaçu.

Para fins de estimativa de geração de RCD de reformas, foram consideradas transformações de ligações de energia solicitadas a Elektro (concessionária dos serviços de fornecimento de energia elétrica em Mogi Guaçu) no período de 2012 a 2014.

ISSN 2318-0463

Aplicando-se uma relação entre a área média reformada para cada ponto de transformação de ligação e o índice de geração por m^2 de área reformada (MORALES et al., 2006), obtém-se uma massa de resíduo gerado por meio da Equação 3:

$$R=P*N*\rho R \qquad \textbf{(Equação 3)}$$

Onde:

R: resíduo gerado na reforma por ano (t RCD/ano);

P: solicitações de transformação nas ligações de água ou de energia (ligações/ano);

N: conversão da área reformada média para cada ligação (30 m² reforma/ligação) conforme ÂNGULO et. al. (2011);

ρR: índice de geração de resíduo na reforma (0,470 t RCD/ m² reforma), obtido de acordo com MORALES, MENDES E ANGULO (2006 apud ÂNGULO et.al 2011).

2.1 Determinação do local de implantação

O local proposto para implantação da usina de reciclagem de RCD segue orientação do Plano Municipal de Gestão Integrada, que prevê um projeto de uma central de tratamento de resíduos (CTR) no atual aterro municipal. Essa orientação prevê o atendimento a demanda dos ecopontos (pontos de coleta dos RCD), previstas no plano.

A área, portanto, está localizado na Estrada Municipal Oscar C. Rodrigues, e tem fácil acesso pela Rua Paula Bueno, que se conecta diretamente ao centro da cidade.

As coordenadas geográficas do local são latitude22°22'2"S sul e longitude 46°54'30"W (Figura 4).

ISSN 2318-0463

Figura 4 – Localização da usina de reciclagem de RCD

Fonte: Adaptado de Wikimapia e Google, 2015.

FIMI
FACULDADES INTEGRADAS
MARIA IMACULADA

3. RESULTADOS

3.1 Estimativa da Quantidade de RCD Gerado em Mogi Guaçu diariamente

Utilizando-se as equações 1, 2 e 3 propostas anteriormente, e utilizando os dados obtidos junto ao SAMAE, Prefeitura de Mogi Guaçu e Elektro (Tabelas 2, 3 e 4), foram obtidos os seguintes valores:

- Geração anual acumulada de resíduos na construção – C (equação 1), obtida a partir da área construída por ano no município (equação 2):

$$AC: 1740 \text{ t/ano} \times 100 \text{ m}^2$$

$$AC= 174.000 \text{ t.m}^2\text{/ano}$$

Assim,

ISSN 2318-0463

$$C= 174.000t.\ m^2\ /ano\ x\ 0,150\ t.m^2$$

$$C= 26.100\ t\ RCD/ano$$

Para estimar a geração de RCD oriundos de reformas, foram consideradas transformações de ligações de água solicitadas ao SAMAE no período de 2012 a 2014. Aplicando-se a Equação 3, tem-se:

$$R= 150,67\ x\ 30\ x\ 0,470$$

$$R = 2.124,40\ t\ RCD/ano$$

Tabela 2– Dados de RCD para construção nos últimos três anos

Fonte	2012	2013	2014	Média
Emissão de habite - se	1.800	1.584	1.836	1.740*
Ligações de água	-	1.783	1.572	1.678
Ligações elétricas	-	1.042	1.664	1.353

*Usado o maior valor obtido com a emissão de habite-se

Tabela 3 – Transformação dos pontos de energia nos últimos três anos.

Fonte	2012	2013	2014	Média
Ligações elétricas pré-existentes	193	114	145	150,67

Tabela 4 – Estimativa do volume de RCD, Construção/Reforma.

Fonte	Reforma	Construção	Total
Habite – se		71,5 ton/dia	
Ligaçoes eletricas	5,8 ton/dia		77,3 ton/dia

Fonte: Autor, 2015

3.2 Elaboração dos Layouts para Implantação

A estimativa obtida pelo método indireto para construção e reforma mostrado nas equações 1, 2 e 3, valores esses divididos pela quantidade de dias por ano (365 dias), resultou na equação 4 em toneladas/dia, ou seja:

$$\text{Geração diária de RCD por dia} = (C+R)\ /365 \qquad \textbf{(Equação 4)}$$

ISSN 2318-0463

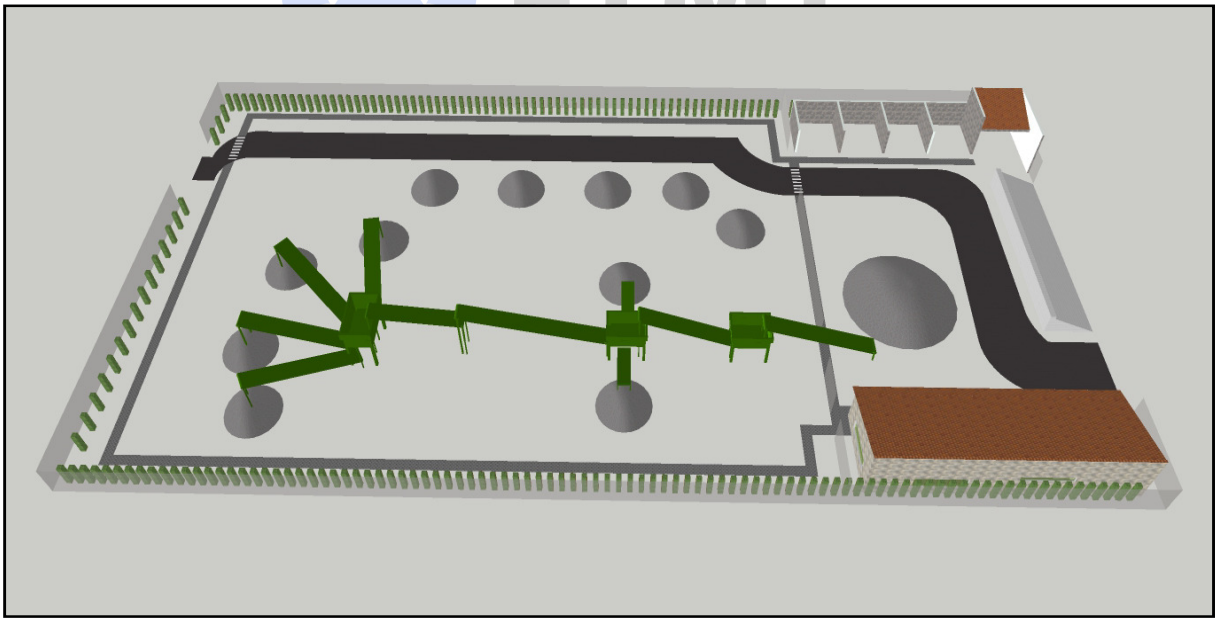
Os layouts estão dimensionados conforme PINTO & GONZÁLES (2005), que afirmam serem necessários espaços representados nas figuras 5,6 e 7 para a movimentação interna de veículos, conforme volume de materiais a serem recebidos e processados, descritos conforme Tabela 5.

Tabela 5 - Área básica demandada para o manejo dos resíduos

Fase do processo	Capacidade	Área demandada
Triagem geral de resíduos	70 m3/dia	1.100 m^2
Triagem geral de resíduos	135 m3/dia	1.400 m^2
Triagem geral de resíduos	270 m3/dia	2.300 m^2
Triagem geral de resíduos	540 m3/dia	4.800 m^2
Reciclagem de RCD classe A	40 m3/dia	3.000 m^2
Reciclagem de RCD classe A	80 m3/dia	3.500 m^2
Reciclagem de RCD classe A	160 m3/dia	7.500m^2
Reciclagem de RCD classe A	320 m3/dia	9.000m^2
Reciclagem de madeira	100 m3/dia	1.000m^2
Reciclagem de madeira	240 m3/dia	1.800m^2
Recuperação de solo (1)	240 m3/dia	2.250m^2

Fonte: PINTO e GONZÁLES, 2005.

Figura 5- Visão Geral da Usina de Reciclagem de RCD



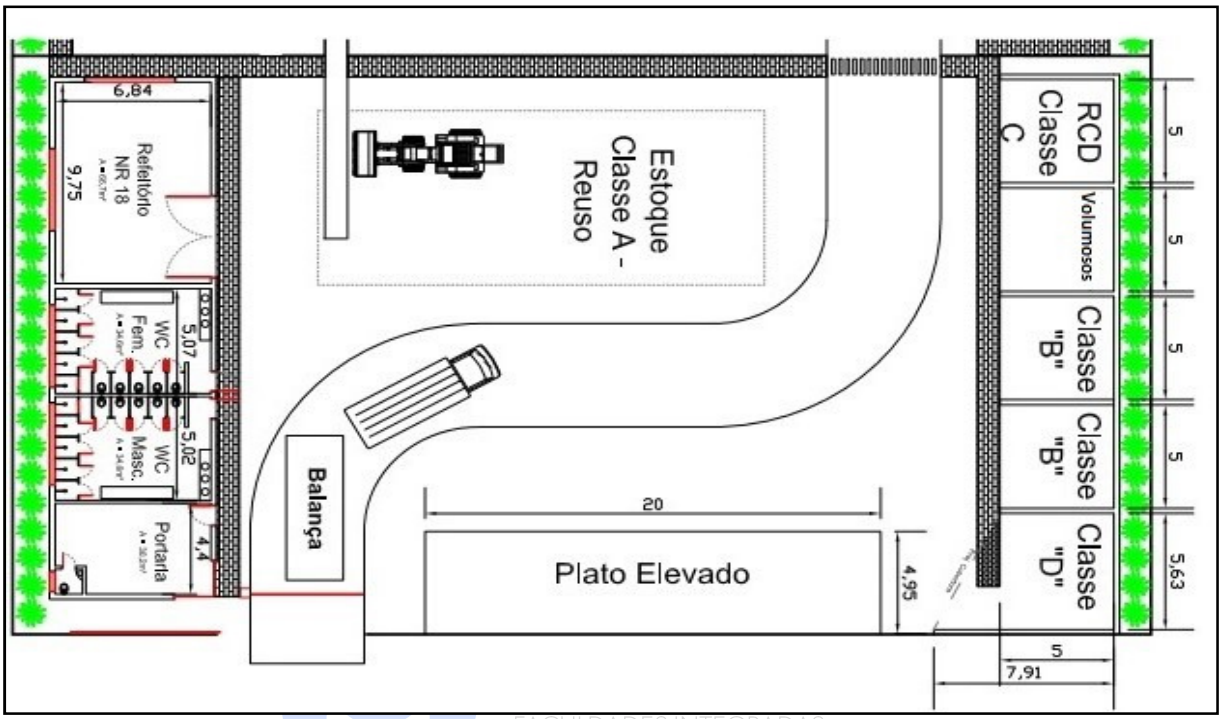
Fonte: Autor, 2015

O layout da figura 6 está dimensionado em conformidade com a NBR 15.112 (ABNT 2004), que fixa os requisitos para projeto, implantação e operação de áreas de transbordo e triagem (ATT) de resíduos da construção civil e resíduos volumosos,

ISSN 2318-0463

identificando–os por classes e considerando as condições de operação, isolamento, identificação, equipamentos de segurança, e sistema de proteção ambiental.

Figura 6 - Layout para áreas triagem e transbordo (ATT)



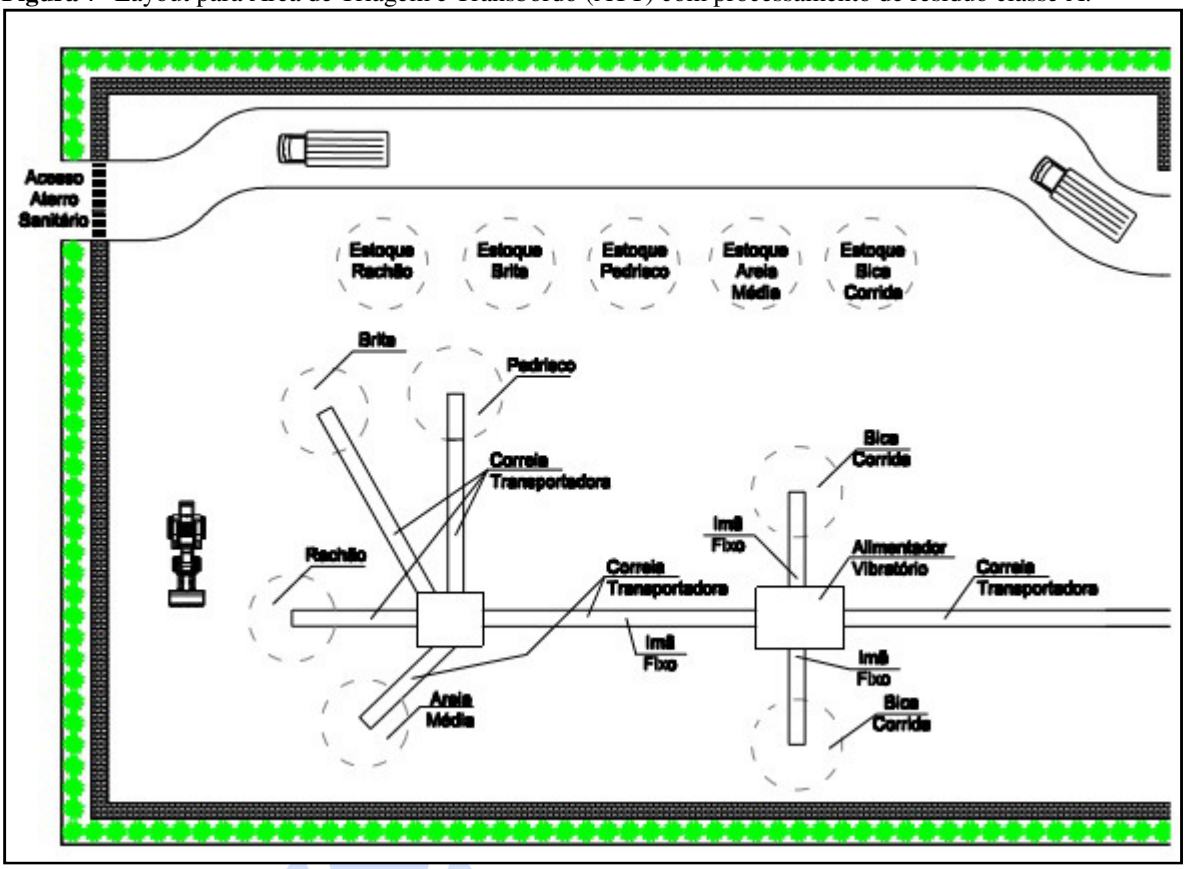
Fonte: Autor, 2015

FACULDADES INTEGRADAS
MARIA IMACULADA

Conforme o layout da figura 7, a usina está dimensionada em conformidade com a NBR 15114 (ABNT, 2004) que fixa o requisito mínimo exigível para projeto, implantação e operação de área de reciclagem de resíduos da construção civil classe A (resíduos que podem ser reutilizados ou reciclados na própria obra); aplica-se na reciclagem de materiais já triados para a produção de agregados com características para a aplicação em obras de infraestrutura e edificações, de forma segura, sem comprometimento das questões ambientais, das condições de trabalho dos operadores dessas instalações e da qualidade de vida das populações vizinhas.

ISSN 2318-0463

Figura 7- Layout para Área de Triagem e Transbordo (ATT) com processamento de resíduo classe A.



Fonte: Autor, 2015

FACULDADES INTEGRADAS
MARIA IMACULADA

4. DISCUSSÃO

A implantação da usina de reciclagem de RCD no município de Mogi Guaçu pode trazer benefícios para a sociedade, para o meio ambiente e para a economia regional, pois agrega valor ao resíduo que atualmente vem sendo desprezado e depositado de forma inadequada.

Embora a legislação brasileira seja clara a respeito de prazos e obrigações dos entes públicos e privados, a mesma não tem sido tratada de maneira adequada. A resolução 307/2002 previa prazo para a elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil em 02/01/2004 e sua implementação em 02/07/2004. Porém, o município de Mogi Guaçu aprovou a lei municipal 4.948/15 onze anos depois, com dependência de sua implementação.

ISSN 2318-0463

A proposta de implantação da usina de reciclagem de RCD atende à diretriz do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, do município de Mogi Guaçu (2014), no qual o município recomenda o atual aterro sanitário municipal como local para implementação do programa, determinando o mesmo local para resíduos provenientes da construção civil. A possível implantação da usina em área do aterro foi exemplificada nas Figuras 5, 6 e 7. O dimensionamento foi feito conforme as Tabelas 2, 3 e 4, que prevê uma área total de 4.900m^2, com capacidade para 135 m^3/dia para triagem e 80 m^3/dia para reciclagem.

Conforme sugerido por PINTO E GONZÁLES (2005), a usina foi dimensionada em função do volume gerado de 77,3 t/dia, de acordo com a estimativa demonstrada nas Tabelas 2, 3 e 4. Embora não estejam visíveis no layout, os riscos aos quais estão expostos os trabalhadores diretamente envolvidos com a remoção, manipulação e beneficiamento desses resíduos foram considerados na proposta do projeto.

Estudos qualitativos e quantitativos realizados em usinas municipais de reciclagem de RCD por PINTO e SILVA (2006) identificaram entre vários riscos possíveis: a exposição de trabalhadores a poeiras e ruídos decorrentes das atividades com os resíduos. Deve-se considerar também que estes impactos são extensíveis às comunidades vizinhas, sendo necessárias, portanto, medidas de proteção coletiva, quais sejam: isolamento, enclausuramento, ventilação de exaustão, equipamentos para umedecer produtos estocados, vegetação ao longo do cercamento, cobertura para material estocado a fim de evitar a dispersão pelo vento. Segundo o Ministério do Trabalho e Emprego, atualmente há 36 normas regulamentadoras em vigor. Cabe observar as mais diretamente relacionadas com a operação de usinas de reciclagem de RCD, considerando a natureza do trabalho associado, os riscos envolvidos e as condições mínimas de segurança e higiene do trabalhador.

5 CONCLUSÃO

A instalação de uma usina de Reciclagem de RCD no município de Mogi Guaçu apresenta-se como uma excelente alternativa para solucionar a questão dos resíduos de

ISSN 2318-0463

construção e demolição gerados no município. A estimativa aponta uma geração de 77,3 t/dia desse tipo de resíduos na cidade, admitindo a instalação de uma unidade de 80 m^3/dia de processamento. O resíduo reciclado poderá voltar à cadeia produtiva na forma de agregado (areia, pedra e pedrisco) para reutilização na construção civil, seja em construções, pavimentos e fabricação de artefatos de cimento. A triagem dos resíduos necessita de uma área com capacidade para 135 m^3/dia para separação de resíduos de Classe A, B, C e D. Destes, os resíduos de classe A seguem para processamento; os de classe B, C e volumosos podem ser encaminhados para a cooperativa de resíduos sólidos existente no município, e os resíduos de classe D devem seguir para tratamento adequado.

Utilizando-se o método de estimativa de geração de RCD proposto por PINTO e GONZÁLES (2005), foram obtidos valores para o município de Mogi Guaçu da ordem de 0,55 kg/hab/dia. Comparando-se com a estimativa de geração de resíduos sólidos urbanos, citada no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (2014), que é de 0,88 kg/hab/dia, o dado obtido no presente estudo representa 62,8% de RCD em relação à massa total dos resíduos sólidos urbanos. Esse dado é muito parecido com outras estimativas de municípios brasileiros, particularmente municípios próximos conforme estudos realizados por PINTO e GONZÁLES (2005).

O objetivo inicial deste trabalho era desenvolver um projeto de implantação de uma usina de RCD considerando aspectos de segurança e meio ambiente do trabalho. Porém, antes de se pensar em detalhes de um projeto, era preciso quantificar a geração de resíduos sólidos no município, o que demonstrou ser uma questão complexa, pois os dados disponíveis em órgãos públicos não permitem um dimensionamento direto, tendo-se que optar por modelos indiretos que podem conter imprecisões que devem ser verificadas.

Assim, é importante salientar a importância do tratamento da informação pelos órgãos públicos, assim como sua disponibilização ao público – acadêmico e não acadêmico – criando condições para o aprimoramento das pesquisas e dos investimentos públicos e privados no setor.

Para continuidade desse estudo seria interessante analisar os custos efetivos de implantação e manutenção de uma usina de reciclagem de resíduos como a que foi proposta no presente trabalho, bem como o desenvolvimento de estratégias de inserção

ISSN 2318-0463

dos produtos reciclados no mercado de construção local e regional. Um estudo de viabilidade econômica pode identificar os problemas decorrentes desse tipo de atividade, e propor soluções para o avanço das pesquisas nessa área do conhecimento.

Outro estudo necessário para o desenvolvimento desse setor de atividade em Mogi Guaçu relaciona-se com a gestão da coleta e tratamento dos resíduos perigosos e àqueles cujo tratamento e reciclagem ainda não dispõem de tecnologias adequadas ou viáveis.

O presente trabalho busca contribuir com o conhecimento científico do setor de resíduos sólidos, trazendo à luz dados e informações importantes para a gestão de resíduos no município, e podendo inclusive, ser base para pesquisas correlatas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGULO, S. C. et al. **Desenvolvimento de novos mercados para a reciclagem massiva de RCD**. In: V Seminário de Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil. CT – 206 – IBRACON, São Paulo, 2002.

ANGULO, Sérgio Cirelli et al. Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 299-306, 2011. Disponível em http://www.scielo.br/pdf/esa/v16n3/v16n3a13. Acesso em 10 Ago.2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15112:2004: **Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15114:2004: **Resíduos sólidos da Construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 307, 5 de julho de 2002. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>. Acesso 17 Ago.2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria Nacional de Recursos Hídricos – SRHU. Programa Internacional de cooperação técnica para a melhoria da gestão ambiental urbana no Brasil– BRA/OEA/08/001. **Manual para implantação de sistema de Gestão de resíduos de construção civil em consórcios públicos**. Brasília, DF, 2010.

BRASIL. **Portaria nº 3214 de 08 de junho de 1978**. Aprova as Normas Regulamentadoras do Ministério de Estado do Trabalho, no uso de suas atribuições

ISSN 2318-0463

legais, considerando o disposto no art. 200, da Consolidação das Leis do Trabalho, com redação dada pela Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Brasília, 1978. Disponível em: < http://www.camara.gov.br/sileg/integras/839945.pdf>. Acesso em: 07 set. 2015.

CORRÊA, Benedito Camilo; CURSINO, Deivis; SILVA, Gilbert. Viabilidade de Implantação de uma usina de reciclagem da construção civil na cidade de São José dos Campos/SP. **São José dos Campos: Encontro Latino Americano de Pós-Graduação**, 2009. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2009/anais/arquivos/RE_0065_0510_01.pdf. Acesso em 7 de Set.2015.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. Escritório no Brasil, **Temas**, 2013 Disponível em <http://www.ilo.org/brasilia/temas/lang--pt/index.htm> Acesso em: 07 abr. 2015.

PINTO, T. C. N. O; SILVA, M. C. E. S. P. **Riscos à Saúde dos Trabalhadores Nos Processos Brasileiros de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição**. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO), São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/saude-residuos.pdf>. Acesso em: 7 set. 2015.

PINTO, T. P.. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese (doutorado) - Escola Politécnica, USP, São Paulo – SP, 1999.

PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. . Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios, v. 1. Parceria técnica entre Ministério das Cidades, Ministério do Meio Ambiente e CEF Brasília, 2005.

PORTO, Maria Edelma Henrique de Carvalho. **Estudo de viabilidade de implantação de uma usina de Reciclagem de resíduos de construção e demolição no Município de Campos dos Goytacazes** – RJ, 2011. Disponível em: <ppea.iff.edu.br/prod-cientifica/2011/...pdf/at_download/file> Acesso em 7 de Set.2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MOGI GUAÇU. Lei nº 1.176 de 23 de dezembro de 2011: Dispõe sobre alteração do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Mogi Guaçu e dá outras providências. Disponível em <http://www.mogiguacu.sp.gov.br/v2/sec_planejamento/arquivos/11762011_alteracao_plano_diretor.pdf> Acesso em 15 fevereiro de 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MOGI GUAÇU. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Mogi Guaçu:** Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Meio Ambiente, SAAMA, 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MOGI GUAÇU: Lei Municipal 4.948 de 30 janeiro de 2015 - **Programa de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e de Resíduos Volumosos,** 2015.

SINDUSCON-SP. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo**

FIMI MARIA IMACULADA

ISSN 2318-0463

(SINDUSCON SP). Gestão ambiental de resíduos da construção civil. São Paulo, 2005: Obra Limpa: I&T: SINDUSCON-SP, 2005.

FIMI
FACULDADES INTEGRADAS
MARIA IMACULADA