

## VIABILIDADE DA CONSTRUÇÃO DE USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM MARÍLIA-SP

BETINA LUDWIG NAVARRO<sup>1\*</sup>, MÁRCIO FERNANDO LUNARDELLI COIADO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia Civil, UNIMAR, Marília -SP. Fone:(14) 99603-5437, [betinanaVARRO12@gmail.com](mailto:betinanaVARRO12@gmail.com)

<sup>2</sup>Prof. Msc. de Engenharia Civil na UNIMAR, Marília -SP. Fone:(14) 99784-5684, [mfluna@terra.com.br](mailto:mfluna@terra.com.br)

**RESUMO:** O objetivo deste estudo foi analisar a viabilidade de implantação de uma usina de reciclagem de Resíduos da Construção Civil (RCC), na cidade de Marília, foi proposto um plano de gerenciamento dos RCC, conforme preconizado pela Resolução 307 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, 2002). Neste plano, foi analisado os tipos, quantidades e modo de produção de resíduos na cidade de Marília, de acordo com a classificação dos mesmos a fim de obter parâmetros e fornecer diretrizes para um correto gerenciamento desses resíduos. A maneira como este material vem sendo recolhido e gerenciado pela prefeitura em participação com empresas particulares, assim como os canteiros de obras devem ser adaptados para este novo plano de gestão dos resíduos. Para isto, foi necessário montar um escopo de coleta, armazenamento, transporte, custo e leis a serem cumpridas tanto pelas empresas que transportam e destinam os resíduos, como os próprios cidadãos produtores dos resíduos, tornando-se uma responsabilidade mútua. Embasado em normas, resoluções, como do CONAMA, modelos de planos e trabalhos de pesquisa, foi proposto um plano de gerenciamento dos resíduos para Marília, ambientalmente e socialmente viável, assim como uma destinação final em local viável de licenciamento para implantação da usina de reciclagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gerenciamento de resíduos, reciclagem, resíduos da construção civil (RCC)

## VIABILITY OF THE CONSTRUCTION OF A RECYCLING PLANT FOR CIVIL CONSTRUCTION WASTE IN MARÍLIA-SP

**ABSTRACT:** The objective of this study was to analyze the viability of a recycling plant implantation for civil construction waste (CCW), in the city of Marília. A management plan was proposed for the CCW, as recommended by Resolution 307 of the National Council for the Environment (CONAMA, 2002). In this plan types, amount and the production of this waste in the city of Marília was analyzed. According to the waste classification it was possible to obtain parameters and guidelines for the correct waste management. The way this material has been collected and managed by the government in participation with private companies and building sites must be adapted to this new waste management plan. It was necessary to set up a collection scope, storage, transport, cost and laws to be reinforced by the transport and destination companies, waste producers, the citizens, and government in order to become a mutual responsibility. Based on the standards, like CONAMA, existing model plans and research project an environmentally and socially viable waste management plan for Marília was proposed, as well as a final viable licensing ground for destination and implantation of the recycling plant.

**KEYWORDS:** Waste management, recycling, civil construction residues (RCC)

## INTRODUÇÃO

Com o crescimento acelerado da urbanização nas últimas décadas no Brasil, notou-se que os resíduos gerados pelo processo de demolição ou de construção de novas edificações tem representado duas vezes, em massa, a quantidade de resíduos domiciliares, segundo Pinto (2005). Observou-se que em Marília os resíduos da construção civil (RCC) são depositados em muitos locais inadequados como terrenos baldios, cursos d'água, áreas periféricas e até mesmo em estradas vicinais. Segundo Pinto (1999), este descarte inadequado provoca diversos impactos ambientais como: degradação das áreas de manancial, ocupação de vias de trânsito, proliferação de agentes vetores de doenças, impedimento de drenagem urbana e assoreamento de rios e córregos. Além disso, este material desperdiçado poderia ser passível de reutilização e reciclagem diminuindo a quantidade de material depositado e consequentemente menor extração de matéria-prima.

A Resolução 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) obriga os Municípios brasileiros e o Distrito Federal a implementação de um Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil. Considerando que os geradores devem assumir a responsabilidade sobre os resíduos produzidos, podendo ser dividida com os agentes de mercado e cabendo ao poder público regulamentar e fiscalizar a atividade de destinação final.

Este estudo teve como objetivo propor um plano de gestão dos resíduos e estudar a viabilidade da implementação de uma usina de reciclagem dos resíduos da construção civil na cidade de Marília/SP, a fim de resolver o problema que a cidade tem enfrentado. O despejo do entulho está sendo realizado em área anexa ao aterro sanitário controlado, porém não possui licença da CETESB, tendo a prefeitura recebido várias multas por estar irregular.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Numa primeira etapa da pesquisa, foi necessário propor um plano de gerenciamento dos RCC, como preconizado pela Resolução 307 do CONAMA, analisando os tipos, quantidades e modo de produção de resíduos na cidade de Marília, de acordo com a classificação dos mesmos a fim de obter parâmetros e fornecer diretrizes para um correto gerenciamento e reciclagem desses resíduos.

O ponto principal discutido foi a montagem de um escopo de coleta, armazenamento, transporte, custo e leis a serem cumpridas tanto pelas empresas transportadoras como os cidadãos geradores destes resíduos, tornando-se uma responsabilidade mútua. Esta responsabilidade mútua de gestão dos resíduos engloba: triagem no canteiro de obras, empresas terceirizadas que transportam o RCC, a área de disposição deste material e a reutilização final do agregado produzido. Criando o plano de gerenciamento adequado para Marília, fica possível a destinação dos resíduos para uma usina de reciclagem.

Podemos definir os Resíduos da Construção Civil (RCC) segundo a Resolução 307 do CONAMA (2002): “Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha;”

Sendo estes resíduos classificados para os efeitos da NBR 15114:2004 e em conformidade com a Resolução 307 do CONAMA com as classes:

- A) Concreto, alvenaria, argamassa, solo;
- B) Madeira, metal, plástico, papel, vidro;
- C) Produtos sem viabilidade de reciclagem como o gesso;
- D) Produtos perigosos como tintas, óleos, solventes, telhas de amianto.

Uma usina de reciclagem dos resíduos da construção civil está apta a receber os materiais da classe A, e as demais classes devem ser encaminhadas para outras empresas recicladoras.

Conforme a figura 1 é observado o funcionamento da usina de reciclagem de resíduos da construção civil, onde o entulho recebido é colocado no vibrador depois segue para um alimentador onde há uma grelha que vai separar o solo e levar por uma correia para a pilha a esquerda. O restante dos resíduos é encaminhado ao britador, onde sairá por um transportador que gira radialmente, de forma que gire hora para a pilha de agregado vermelho, e hora para a peneira vibratória. A peneira vibratória separará os entulhos cinzas de diversos tamanhos.

Figura 1 – Funcionamento da usina de reciclagem dos resíduos da construção civil. Representados por: (1) Vibrador; (2) Grelha; (3) Correia; (4) Britador; (5) Transportador que gira radialmente; (6) Pilha de agregado vermelho; (7) Peneira vibratória; (8) Pilha de agregado cinza.



Fonte: Adaptado de <http://www.yls.net.br/trituradores1.html>. Acesso em: 20 de abril de 2017.

Afim de complementar as ideias propostas foi realizado uma pesquisa diretamente com algumas empresas de caçamba, para se obter dados importantes do transporte realizado e opiniões propostas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o resultado da pesquisa realizada em campo, foi possível definir a quantidade média de resíduos produzidos na cidade, porcentagem de resíduos produzidos e opiniões (Tabela 1).

Tabela 1: Resultado da Pesquisa realizada com as Empresas Coletoras de Marília

Perguntas:	Respostas:	Perguntas:	Respostas:
Volume da Caçamba locada	3m <sup>3</sup>	Destino das Caçambas	Aterro Licenciado Prefeitura
Caçambas locadas por mês	100	É possível descartar o RCC em estradas vicinais?	Mediante autorização da Secretaria do Meio Ambiente
Valor da locação (R\$)	80		
Tempo de Locação	1 semana	Apoiam ideia de segregação dos materiais na Caçamba?	Sim, porém há uma descrença de efetividade
Porcentagem de RCC	75%	Existe a ideia de constituir uma Cooperativa, Associação entre as empresas?	30% SIM
Porcentagem de Lixo Organico	20%		
Porcentagem de Resíduos Perigosos	2%		70% NÃO
Porcentagem de Materiais Recicláveis	3%		
<b>Sugestões e Opiniões</b>			
Falta fiscalização da prefeitura		O locatário descumpra as normas estabelecidas	
O aterro existente é longe, eleva o custo		Falta empenho na criação de ponto de coleta gratuito	
Empresas fazem clandestinamente incorreta destinação dos Resíduos			

Fonte: Do autor, 2013

Para determinar um plano de gestão adequado para a cidade de Marília, foi levantado a quantidade de carga recebida no local de despejo (Tabela 2).

Tabela 2: Movimentação de carga na cidade de Marília

Quantidade empresas de caçambas	Quantidade média de caçambas por empresas /mês	Quantidade de caçambas por empresas /dia	Vol. da Caçamba	Vol. Total/dia	Vol. Total/mês	Vol. Total/ano
30	100 unid	5 unid	3m <sup>3</sup>	450 m <sup>3</sup>	9.000 m <sup>3</sup>	108.000 m <sup>3</sup>

Fonte: Do autor, 2013

Para que a usina de reciclagem seja implementada foram levantados os equipamentos necessários e o seu custo. (Tabela 3).

Tabela 3 – Custo montagem da Usina, Budzinski (2012)

Equipamentos Necessarios	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total
Terreno para a implantação:	1	100.000,00	100.000,00
Máquina retroescavadeira tipo concha(Bob cat) Nova	2	55.000,00	110.000,00
Conjunto de equipamentos Usina (britador, peneiras, esteiras e caixa alimentadora) p/20t/dia	1	185.000,00	185.000,00
Caminhão basculante para transporte (Usado)	2	54.900,00	109.800,00
Valor Total:			504.800,00

Fonte: Budzinski (2012)

A Prefeitura Municipal de Marília vem enfrentando crises na falta de recursos e verbas para a administração da cidade, tendo sempre adiado a destinação de verbas para esta regularização de despejo. Isso porque tem um elevado custo inicial. Porém sabemos que o local para implementação da usina, já

é existente e adquirido pela prefeitura, localiza-se anexo ao aterro sanitário controlado da cidade de Marília e está em análise de licenciamento pela CETESB. Sabe-se ainda que esta área necessita de reformas, preparação e legalização e cumprimento de exigências da CETESB para o correto funcionamento. Tendo uma área de 20.800 m<sup>2</sup> e capacidade nominal de 180.073,65m<sup>3</sup>.

A proposta de um plano de gestão mútua faz que todos tenham responsabilidades sobre os resíduos, e não somente a prefeitura. Desta forma facilita a divisão no processo de implementação.

Cabe ao poder Público, representado pela prefeitura, definir o tipo de gerador de cada obra: pequeno ou grande. Assim o responsável da obra deverá entrar com um plano de gerenciamento pré-dimensionado com base no serviço a ser executado e finalmente a aprovação da prefeitura para o correto descarte, seja ele com indicação para o aterro ou eco-ponto.

Pequenos geradores com menos de 1m<sup>3</sup>, podem encaminhar os resíduos nos eco-pontos: local que a prefeitura cria em regiões da cidade, onde cada empresa de caçamba, irá disponibilizar uma caçamba para despejo de resíduos da construção civil por semana para estes locais. Nestes eco-pontos deve-se também disponibilizar espaços separados para despejo de resíduos das outras classes (papel, vidro, plástico, metal, madeira, óleos, tintas e gesso).

Grande geradores com mais de 1m<sup>3</sup>, pelo grande volume necessitam contratar uma empresa de transporte particular e estas devem encaminhar para o local licenciado de despejo.

Nos canteiros de obras será importante a segregação dos resíduos gerados, garantindo o controle sobre o destino e melhor organização da obra. Uma solução eficaz, é a criação de baias, espaços para esta triagem interna, onde serão armazenados e encaminhados para outras empresas posteriormente. Já os resíduos de classe A serão encaminhados para as empresas privadas de caçambas, que no ato de recebimento deverão fazer o uso do CTR – Controle de Transportes de Resíduos. Responsabilidade esta dos transportadores, que ao receberem preenchem este controle com dados do gerador, do transportador, da área receptora, caracterização dos resíduos, responsabilidades e orientações. Sendo possível de controlar a entrega do material e correto descarte. O gerador deve informar o tipo de material, sendo este de construção, podas de árvores, solo, madeira ou outro a especificar. Se houver uma mistura, o valor cobrado será superior, e se houver uma segregação adequada informar sobre este tipo de caçamba mista.

Na usina receptora dos resíduos da construção, o recebimento das caçambas e do CTR facilitarão a triagem, destinação e retorno da confirmação de recebimento ao carimbar a CTR.

## **CONCLUSÕES**

O entulho reciclado poderá ser utilizado em pavimentação (base, sub-base) como forma de brita corrida, rachão, misturas de resíduo com solo e ainda como pavimentação de estradas rurais; como agregado para o concreto produzindo artefatos de jardinagem, de concreto para passagem de esgoto, blocos de alvenaria e calçamento, estruturas de contenção e argamassas. Existem empresas que já utilizam, porém se nenhuma empresa demonstrar interesse nos resíduos gerados pela usina de reciclagem, o material britado será deixado no aterro da Prefeitura Municipal de Marília.

Os resíduos das classes B devem ser encaminhados para as outras empresas recicladoras já existentes do Município. Já o gesso e produtos perigosos, das classes C e D, devem ser encaminhados para empresas especializadas, fora do Município de Marília.

Afim de contribuir para que a prefeitura exerça sua responsabilidade ambiental cada caçamba devidamente com o material segregado, sem mistura entregue na usina deve pagar um valor de dez reais, sendo este valor acrescentado no custo cobrado atualmente por cada empresa. Já o gerador que entregar todos os resíduos misturados deverá arcar com um valor maior, pois a usina de reciclagem terá que arcar com o custo de mão-de-obra para a devida separação e local coberto adequado.

No cálculo apresentado (Tabela 4), foi considerado o custo total da usina, com o empréstimo do BNDES a uma taxa com juros de 1,0% a.m., o valor da dívida final ficaria em R\$ 680.394,13 para pagamento ao final de 30 meses. Considerando que em 30 meses, o aterro receberia de resíduos, até seu fechamento, contudo com a reciclagem dos resíduos e uma destinação de aproveitamento, o tempo do aterro se prolongará por mais anos.

O valor que a usina/aterro irá receber por cada caçamba entregue foi estimado em R\$10,00 afim de cobrir os custos da implantação e sobrando ainda uma verba para manutenção, imprevisto, pagamento de funcionários (este já bancado pela prefeitura). Subtraindo o valor recebido de R\$30.000,00 reais do valor parcelado R\$22.679,80 (dívida dividida em 30 meses), obtemos sobra de R\$7.320,20.

Tabela 4: Custo x Lucro da Usina de Reciclagem

Estimativa de Custo X Lucro	R\$
Custo da Usina	504.800,00
Montante acumulado com Juros BNDES	680.394,13
Parcelamento de 30 meses	22.679,80
Média de caçambas por mês	3.000,00
Valor arrecado por mês, caçambas entregues	30.000,00
Subtotal ao mês: arrecadado - parcelamento	
30.000,00 - 22.679,80 =	7.320,20

Fonte: Do autor, 2013

Para que o plano seja aplicado, primeiramente é necessário a legalização de abertura do empreendimento, contratação de mão-de-obra para trabalharem na usina, nos eco-pontos e fiscalização. Anteriormente uma implementação das leis municipais que deverão ser criadas como: Lei de responsabilidade pela incorreta destinação final dos resíduos; Lei de segregação nos canteiros de obras; Lei de indicação correto local de despejo e empresas transportadoras; Lei de uso do CTR - Controle de Transporte de Resíduos (posteriormente: devida fiscalização da CTR entre as vias do gerador, transportador e receptor); Lei de aprovação do plano de gerenciamento de cada obra, fechando assim o ciclo da responsabilidade do poder público.

Podemos ainda considerar, que muitas empresas transportadoras, construtoras, canteiros de obras, os geradores de resíduos, funcionários irão questionar estas novas normas e as despesas feitas. Porém, estes sempre se esquecem do meio ambiente, que cada um exerce sua responsabilidade sobre a sociedade, não podendo somente visar o lucro pessoal a qualquer custo. Toda mudança causa impacto, mas deve-se deixar claro que não terão gastos abusivos para que este plano de gestão funcione. Outras cidades no Brasil já implantaram o Plano de Gestão e exercem-no, é possível sim que a cidade de Marília coloque em prática e proteja o meio ambiente.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15114: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Área de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004, 7p.

Budzinski, V. S. Análise da viabilidade para a implantação de um sistema de tratamento de resíduos sólidos da construção civil para Marília-SP. Universidade de Marília, 2012. 73f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso).

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

Pinto, T. P. Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do SindusCon-SP. São Paulo: Obra Limpa:I&T:SindusCon-SP, 2005

Pinto, T. P.; González, J. L. R. Guia profissional para uma gestão correta dos resíduos da Construção. São Paulo: CREA, 2005. 44p.

Pinto, T. P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. São Paulo, 1999. 189f. (Tese Doutorado-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo)

Plano de gestão integrada de resíduos sólidos – PMGIRS MARILIA SP