

## DESTINAÇÃO AMBIENTALMENTE ADEQUADA PARA RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS DE OBRAS E SERVIÇOS DE SANEAMENTO

**Jose Carlos Vilela**, Engenheiro Civil, Escola de Engenharia de Lins, Especialização e Saúde Pública pela Universidade de Taubaté, Gerente do Departamento Distrital de São José dos Campos – Sabesp. e-mail: [jvilela@sabesp.com.br](mailto:jvilela@sabesp.com.br) (12) 39043202

**André Luiz Couto**, Engenheiro Civil, Pós Graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade de Taubaté. Especialização em Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo – EEL USP. Engenheiro no Setor de Produção de São José dos Campos – Sabesp. e-mail: [acouto@sabesp.com.br](mailto:acouto@sabesp.com.br) Tel.: (12) 39043238

Endereço: Rua Paulo Setúbal, 19 – Vila AdyAna, – São José dos Campos – São Paulo - CEP:12.245-460 – Brasil – Tel: +55 (12)39043202 Fax: +55 (12) 39043205 – e-mail: [jvilela@sabesp.com.br](mailto:jvilela@sabesp.com.br)

### RESUMO

O presente trabalho busca apresentar impacto da geração dos resíduos sólidos oriundos de obras de manutenção dos sistemas de água e esgotos com a gestão de reutilização do mesmo através de reciclagem e sua aplicação como base e pavimentação nas intervenções em vias públicas das cidades operadas pela Sabesp na região do Vale do Paraíba.

Esta aplicação além de atender a Política Nacional de Resíduos Sólidos através da Lei Federal nº 12.305 de 02 de Agosto de 2011 permite a redução do custo final das obras de recomposição de valas, além de dar uma destinação ambientalmente adequada.

**PALAVRAS – CHAVE:** Resíduos Sólidos.

### INTRODUÇÃO

Os serviços de manutenção e ampliação dos sistemas de abastecimento de água e sistemas de esgotamento sanitários geram resíduos que podemos transformar em oportunidades, tomando como base os serviços realizados pela Sabesp no município de São José dos Campos onde são gerados mensalmente 369,99 m<sup>3</sup> de resíduos com potencial de serem recicláveis.

O entulho proveniente de obras de saneamento é basicamente composto por:

- Resíduos de pavimento asfáltico (incluindo base e sub-base).
- Resíduos de argamassa, concreto e ladrilhos em geral que revestem os passeios públicos (BARBOSA, 2005).
- Solo excedente de reaterro, devido ao empolamento e a troca por material granular, como por exemplo, a areia ou outro material similar que não danifique instalações.

A falta de condições de utilização do resíduo em alguns casos e a inexistência de políticas públicas que disciplinam e orientam a melhor destinação aos resíduos até em então, traz problemas e alterações no meio ambiente por ações da atividade humana, como por exemplo:

- Custo com transporte e disposição dos resíduos gerados;
- Redução de vida útil dos aterros sanitários com disponibilização destes resíduos nos mesmos.

Segue nas fotografias nº 1 e 2 exemplos de resíduos provenientes de obras e serviços de saneamento básico:



**Fotografia 1: Resíduo de Asfalto.**



**Fotografia 2: Resíduo de Passeio Cimentado.**

## **LEGISLAÇÃO, NORMAS TÉCNICAS E RESPONSABILIDADES PERTINENTES**

Existem um conjunto de leis, políticas públicas, e normas técnicas fundamentais para gestão dos resíduos da construção civil, contribuindo para minimizar os impactos ambientais, entre elas podemos destacar:

A Resolução CONAMA nº 307 – Gestão dos Resíduos da Construção Civil, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA define, classifica e estabelece os possíveis destinos finais dos resíduos da construção e demolição, além de atribuir responsabilidades para o poder público municipal e também para os geradores de resíduos no que se refere à sua destinação.

Esta Resolução define claramente que os 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.”

Ao disciplinar os resíduos da construção civil, a Resolução CONAMA nº 307 leva em consideração as definições da Lei de Crimes Ambientais, A Lei Federal nº 9605, dos Crimes Ambientais, de 12 de fevereiro de 1998, que prevê penalidades para a disposição final de resíduos em desacordo com a legislação. Essa resolução exige do poder público municipal a elaboração de leis, decretos, portarias e outros instrumentos legais como parte da construção da política pública que discipline a destinação dos resíduos da construção civil.

Entre os principais aspectos dessa resolução de nº 307, temos:

- Definição – Resíduos da construção e demolição são os provenientes da construção, demolição, reformas, reparos e da preparação e escavação de solo.
- Princípios – priorizar a não-geração de resíduos e proibir disposição final em locais inadequados, como aterros sanitários, em bota-foras, lotes vagos, corpos-d’água, encostas e áreas protegidas por lei.

Ela classifica os resíduos da construção civil e determina a destinação, em:

- Classe A – alvenaria, concreto, argamassas e solos. Destinação: reutilização ou reciclagem com uso na forma de agregados, além da disposição final em aterros licenciados.
- Classe B – madeira, metal, plástico e papel. Destinação: reutilização, reciclagem ou armazenamento temporário.
- Classe C – produtos sem tecnologia disponível para recuperação (gesso, por exemplo). Destinação: conforme norma técnica específica.
- Classe D – resíduos perigosos (tintas, óleos, solventes etc.), conforme NBR 10004:2004 (Resíduos Sólidos – Classificação). Destinação: conforme norma técnica específica.

Determina as responsabilidades:

- Municípios - elaborar Plano Integrado de Gerenciamento, que incorpore: a) Programa Municipal de Gerenciamento (para geradores de pequenos volumes); b) Projetos de Gerenciamento em obra (para aprovação dos empreendimentos dos geradores de grandes volumes).
- Geradores – elaborar Projetos de Gerenciamento em obra (caracterizando os resíduos e indicando procedimentos para triagem, acondicionamento, transporte e destinação).

E também, define fixa prazos para atendimento a:

- Plano Integrado e Programa Municipal - devem estar elaborados até janeiro de 2004 e implementados até julho de 2004.
- Projetos de Gerenciamento – devem ser apresentados e implementados a partir de janeiro de 2005.

A Lei Federal 12.305/10 sancionada em 02/08/2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e altera a lei 9605/98. A mesma dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

No Estado de São Paulo, a Resolução SMA nº 41 editada em outubro de 2002, busca disciplinar a destinação dos resíduos em todo o Estado com o estabelecimento de prazos para a adequação das áreas de bota-fora existentes – esses locais devem ser transformados em áreas de aterro para resíduos de construção e inertes, com condições específicas de operação previstas nas normas técnicas já existentes. Desse modo, foram integrados às atividades do órgão de controle ambiental estadual (CETESB) o licenciamento e a fiscalização das áreas utilizadas para aterro dos resíduos da construção.

Quanto as Normas Técnicas, elas são integradas as políticas públicas e são um instrumento para viabilização do exercício da responsabilidade para os agentes públicos e os geradores de resíduos.

Para tornar viável o manejo de forma correta dos resíduos em áreas específicas, foram criadas as seguintes normas técnicas:

Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação – NBR 15112:2004 – possibilitam o recebimento dos resíduos para posterior triagem e valorização. Têm importante papel na logística da destinação dos resíduos e poderão, se licenciados para esta finalidade, processar resíduos para valorização e aproveitamento.

Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação – NBR 15113:2004 – solução adequada para disposição dos resíduos classe A, de acordo com a Resolução CONAMA nº 307, considerando critérios para reservação dos materiais para uso futuro ou disposição adequada ao aproveitamento posterior da área.

Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação – NBR 15114:2004 – possibilitam a transformação dos resíduos da construção classe A em agregados reciclados destinados à reinserção na atividade da construção.

O exercício das responsabilidades pelo conjunto de agentes envolvidos na geração, destinação, fiscalização e controle institucional sobre os geradores e transportadores de resíduos está relacionado à possibilidade da triagem e valorização dos resíduos que, por sua vez, será viável na medida em que haja especificação técnica para o uso de agregados reciclados pela atividade da construção. As normas técnicas que estabelecem as condições para o uso destes agregados são as seguintes:

Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos – NBR 15115:2004.

Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos – NBR 15116:2004.

## **METODOLOGIA**

O trabalho foi embasado em um programa em fase de estudos para melhoria da pavimentação no município de São José dos Campos.

A metodologia científica utilizada para a elaboração deste trabalho foi a de “Estratégia de Pesquisa-ação”, em que Bryman (1989) considera que a pesquisa-ação é uma abordagem a pesquisa social aplicada na qual o pesquisador e o cliente colaboram no desenvolvimento de um diagnóstico e para a solução de um problema, por meio da qual as descobertas resultantes irão contribuir para a base de conhecimento em um domínio empírico particular.

No caso da pesquisa-ação, os problemas colocados são inicialmente de ordem prática. Trata-se de procurar soluções para se chegar a alcançar um objetivo ou realizar uma possível transformação dentro da situação observada. Na sua formulação, um problema desta natureza é colocado da seguinte forma:

- a) Análise e delimitação da situação real do volume gerado com as intervenções em obras de saneamento básico, através de levantamento interno junto aos contratos da Sabesp no município de São José dos Campos, e na delimitação dos municípios operados pela Sabesp na Unidade de Negócios do Vale do Paraíba.
- b) Pesquisa de empresas de reciclagem de resíduos de obras de saneamento básico em regiões próximas.
- c) Visita a unidade de reciclagem de resíduos sólidos (Fremix), objetivando identificar forma de reciclagem e aplicação dos materiais reciclados no município de São Paulo.
- d) Levantamento de custos das alternativas de disposição final sem e com aproveitamento de reciclagem foi utilizado.
- e) Dados de contratos dos meses de dezembro de 2013 à março de 2014.
- f) Pesquisa das empresas de reciclagem foi no mês de dezembro de 2013.
- g) Os levantamentos de custos de disposição dos resíduos foram feitos nos municípios de São José dos Campos e Taubaté no mês de março de 2014.
- h) A visita a unidade de reciclagem no município de São Paulo foi feita no mês de março de 2014.
- i) Delineamento da situação ideal, em função de critérios desejáveis e de factibilidade.
- j) Identificação de todos os problemas a serem resolvidos para permitir a passagem de (a) para (d).
- k) Desenvolvimento do Plano de Negócios.

O delineamento de situações, identificação dos problemas e desenvolvimento do plano foram feitos até mês de junho de 2014.

Os dados utilizados são da amostra de São José dos Campos, que representa aproximadamente 50% da região operada pela Sabesp no Vale do Paraíba. Os dados levantados em outros municípios serão levados em consideração após a definição da proposta.

## **SUMÁRIO EXECUTIVO**

Este Plano de Negócio tem como objetivo definir a melhor alternativa para a solução da destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos dos serviços de manutenção operacionais de redes dos Sistemas de Abastecimento de Água e Sistemas de esgotamento Sanitários, assim como definir as ações necessárias para sua implantação até outubro de 2014, quando entrará em vigor a lei 12.305/10, que determina a prevenção e redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e a reutilização dos resíduos sólidos, isto é, aproveitamento do que tem valor econômico e o que pode ser reutilizado.

A solução a ser definida irá permitir, além de atendimento a exigência legal, redução no custo operacional dos serviços de reposição asfáltica, especificamente na camada suporte e acabamento do pavimento final, e preservação do meio ambiente.

O município de São José dos Campos possui uma área total de 1099,6 Km<sup>2</sup>, sendo desse total 353,9 Km<sup>2</sup> pertencente à área urbana.

Com uma população de 629.921 habitantes, Fonte: Censo 2010 – IBGE, São José dos Campos possui um total de 1.519.471,21 metros de vias pavimentadas, e também um total de 12.135.997,20 m<sup>2</sup> de vias pavimentadas com pavimento asfálticos, ver detalhes por região na tabela nº 1 abaixo:

REGIÃO	EXTENSÃO DAS VIAS (M)	ÁREA PAVIMENTADA TOTAL (M <sup>2</sup> )	ÁREA PAVIMENTADA CAUQ (M <sup>2</sup> )
CENTRO	204.040,00	1.848.307,50	1.638.207,50
LESTE	339.598,46	2.825.443,95	2.782.523,95
NORTE	197.593,00	1.508.902,00	1.244.937,00
OESTE	185.470,00	1.684.459,50	1.568.679,50
SUDESTE	117.277,00	988.500,00	979.350,00
SUL	475.492,75	4.084.859,25	3.922.299,25
TOTAL	1.519.471,21	12.940.472,20	12.135.997,20

**Tabela 1: Extensões e Áreas Pavimentadas das Vias Públicas de São José dos Campos, Fonte: Sabesp ano 2013.**

Em levantamentos efetuados nos últimos cinco (5) anos chegamos a uma quantia média de 2.488 intervenções em vias públicas por mês. Essas intervenções são serviços em redes de água tratada, ramais prediais e cavaletes de medidor de água, onde são realizadas atividades de levantamento de pavimentação, abertura (escavação), reaterro e repavimentação de valas por mês.

Nas atividades de levantamento de pavimentação, na média utilizamos:

- Para redes 3,17 m<sup>2</sup> de pavimentação asfáltica;
- Para ramais 2,50 m<sup>2</sup> de pavimentação asfáltica e 1,42 m<sup>2</sup> de pavimento cimentado de outros, como ladrilho hidráulico;
- Para reparo em cavaletes 1,00 m<sup>2</sup> de pavimento cimentado e de outros, como ladrilho hidráulico.

Portanto considerando a soma destes materiais, e também, considerando uma camada de camada asfáltica e base de brita graduada (BGS) com espessura de 0,13 m, pode considerar a produção mensal de 369,99 m<sup>3</sup> de resíduos com potencial de serem recicláveis.

Nos trabalhos de repavimentação “tapa-buracos”, através de estudos realizados na cidade de São José dos Campos, foram evidenciados três fatores que prejudicam a qualidade dos serviços sendo, o aterro da vala, a base de brita graduada (BGS), e também, a dificuldade em manter a temperatura da massa asfáltica a + de 100<sup>o</sup> C.

Todas estas situações podem impactar negativamente a imagem da companhia.

Com o intuito de equacionar estes problemas, bem como atender a Lei Nº 12.305/10, iniciamos um trabalho de análise e busca de alternativas e determinação de uma melhor alternativa com viabilidade econômica.

## PLANO DE DESENVOLVIMENTO

Com o objetivo de promover a reciclagem do entulho gerado da escavação de valas buscando atender às legislações ambientais, foi realizado um estudo de soluções práticas, que apontem para a reciclagem do entulho das obras de saneamento e construção civil, contribuindo para amenizar os problemas urbanos gerados pelos depósitos, aterros e propondo introduzir novos processos, proporcionando melhorias não apenas ambientais e sociais, mas também econômicas.

## LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO

As instalações de obras de saneamento, em sua maior parte, são executadas através de tubulações enterradas. Portanto para quaisquer intervenções nesses sistemas, tanto para manutenção como para expansão, é necessária escavação de vala, que inicia-se com o rompimento e posterior levantamento do pavimento existente (BARBOSA, 2005).

O entulho proveniente de obras de saneamento é basicamente composto por:

- Resíduos de pavimento asfáltico (incluindo base e sub-base);
- Resíduos de argamassa, concreto e ladrilhos em geral que revestem os passeios públicos (BARBOSA, 2005);
- Solo excedente de reaterro, devido ao empolamento e a troca por material granular, como por exemplo, a areia ou outro material similar que não danifique instalações;

Em levantamentos realizados nos municípios de São José dos Campos, Taubaté e Pindamonhangaba, evidenciamos que a quantidade de pavimentação a ser levantada, mensalmente:

- São José dos Campos, média de 4.568,59 m<sup>2</sup>/mês, capa asfáltica de 4,0 cm e BGS de 13,0 cm.
- Taubaté/Tremembé, média 3.191,09 m<sup>2</sup>/mês, capa asfáltica varia de 4 a 5 cm e BGS de 13,0 a 15,0 cm.
- Pindamonhangaba, média 1.490,00 m<sup>2</sup>/mês, capa asfáltica varia de 4 a 5 cm e BGS de 13,0 a 15,0 cm.

Portanto, considerando como capa de 4,0 cm, e 13,0 cm de BGS, podem considerar uma produção mensal de 369,99 m<sup>3</sup> de resíduos de capa asfáltica, e também, 1.202,46 m<sup>3</sup> de BGS, ver fotografia nº 3, serviço de manutenção em vias públicas acabado com o recapeamento.



**Fotografia 3: Serviço de Recapeamento.**

## ESTUDOS DE ALTERNATIVAS PARA DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS IDENTIFICADOS

Foram realizados estudos das alternativas para destinação dos resíduos buscando um melhor reaproveitamento dos resíduos de provenientes de intervenções nos sistemas de abastecimento de água e sistemas de esgotamento sanitário.

Foram investigadas, três alternativas para a destinação, sendo:

- Aterro sanitário, destinando integralmente todos os resíduos gerados para aterros licenciados.
- Empresa autorizada para destinação de resíduos de pavimentação (capa asfáltica + BGS) sem qualquer tratamento como segregação ou britagem.
- Reciclagem e reutilização de materiais sólidos através de britagem de entulho e adequação granulométrica, e reciclagem com espuma de asfalto.

Foram realizadas visitas em uma em um canteiro de obras, na Rodovia Airton Senna, canteiro de obras de empresa especializada em reaproveitamento de materiais em pavimentação, e também outra na empresa Fremix, fotografias nº 4 e 5.



**Fotografia 4: Usina de reciclagem**



**Fotografia 5: Usina de Reciclagem**

Na visita ocorrida em 02 de abril de 2014, pudemos comprovar a eficiência técnica do aproveitamento do resíduo gerado em obras de saneamento promovendo sua reciclagem através do britamento, onde a empresa indicou as obras já utilizadas com estes materiais, e também, o processo da empresa, como, os materiais utilizados, fotografias nº 6 e 7.



**Fotografia 6: material bruto**



**Fotografia 7: material reutilizável**

Foi realizado um estudo econômico comparativo entre uma empresa de destinação dos resíduos no município de São José dos Campos e uma empresa de reaproveitamento do material reciclado, temos a seguinte comparação para destinação:

1- Para o descarte dos resíduos sem qualquer tratamento em uma empresa autorizada:

Produção mensal estimada de resíduo de material asfáltico: 370 m<sup>3</sup>

Custo do acondicionamento final em aterro licenciado na região: R\$ 610,00/m<sup>3</sup>

Custo mensal para disposição do material asfáltico em aterro: R\$ 225.700,00

Produção mensal estimada de resíduo de concreto: 200 m<sup>3</sup>

Custo do acondicionamento final em aterro licenciado na região: R\$ 120,00/m<sup>3</sup>

Custo mensal para disposição do material concreto em aterro: R\$ 24.000,00

Custo total mensal para a companhia para descarte integral do resíduo gerado: R\$ 249.700,00

2- Para o reaproveitamento dos materiais, através de uma empresa de reciclagem especializada:

Produção mensal estimada de resíduo de material asfáltico: 370 m<sup>3</sup>

Custo do processamento e destinação do resíduo do material asfáltico através empresa de reciclagem especializada: R\$ 290,00/m<sup>3</sup>

Custo mensal para reaproveitamento do resíduo do material asfáltico através de empresa de reciclagem especializada: R\$ 107.633,00.

Produção mensal estimada de resíduo de concreto: 200 m<sup>3</sup>

Custo do processamento e destinação do resíduo de concreto através de empresa de reciclagem especializada: R\$ 43,40/m<sup>3</sup>.

Custo mensal para reaproveitamento do resíduo de concreto através de empresa de reciclagem especializada: R\$ 8.680,00

Custo total mensal para a companhia para reaproveitamento através de empresa de reciclagem especializada: R\$116.313,00

Os valores são referenciais de junho de 2013, e quantitativos de concreto gerados em São José dos Campos (Sabesp 2013).

Portanto considerando a eficiência do processo, aproveitamento dos resíduos, atendimento a legislação, e econômica, entendemos que o processo de reciclagem dos materiais sólidos com reaproveitamento nos serviços de pavimentação é a melhor alternativa.

O processo de reaproveitamento dos resíduos sólidos consiste em:

Selecionar os materiais recebidos para o processamento de britagem, o qual é executado por equipamento especializado vide fotografia nº 4.

Após reciclagem o material recebe cal/cimento para preparar para aplicação e o mesmo poderá ficar estocado por até 90 dias para ser aplicado, fotografia7

Concluindo procede-se a execução de pavimentação através de usina móvel, vide fotografia 5 e acabamento com capa asfáltica, ver fotografias 8 e 9.



**Fotografia 8: Execução da Base da Pavimentação. Fotografia 9: Pavimentação acabada.**  
**APLICAÇÃO DO MATERIAL RECICLADO**

Para definir a aplicação passaremos a fazer uma análise com comparativo entre a forma utilizada hoje para execução de base e pavimentação e execução com utilização do material reciclado.

O preço referencial Sabesp para reposição asfáltica de valas para tráfego médio indica para a composição de preços uma espessura de BGS (brita graduada seca) de 15 cm e uma espessura de CBUQ (CAUQ - Concreto Asfáltico Usinado a Quente) de 4 cm.

Esta composição tem um coeficiente estrutural 23 e para utilização do material reciclado no lugar do BGS esse coeficiente deve ser mantido.

Para tanto propõe-se uma base de 17 cm em material reciclado e 3 cm de capa asfáltica.

Para um metro quadrado de recomposição nas espessuras do preço Sabesp tem um volume (no corte) de 0,04 m<sup>3</sup> de capa asfáltica e 0,15 m<sup>3</sup> de BGS.

O preço Sabesp nº 100.04.32 para material e aplicação de sub-base em BGS é R\$ 159,63/m<sup>3</sup> e o preço Sabesp nº 100.04.36 para material e aplicação de capa de concreto asfáltico é R\$ 696,82/m<sup>3</sup> (valores referenciais de junho de 2013).

Para a composição de preço Sabesp para reposição asfáltica de valas para tráfego médio tem os seguintes valores por m<sup>2</sup>.

Custo para aplicação de BGS (0,15 m<sup>3</sup> x R\$ 159,63/m<sup>3</sup>): R\$ 23,94/m<sup>2</sup>.

Custo de aplicação de CBQU/CAUQ (0,04 m<sup>3</sup> x R\$ 696,82/m<sup>3</sup>): R\$ 27,87/m<sup>2</sup>.

Custo total a preço Sabesp para tráfego médio R\$ 51,81/m<sup>2</sup>.

Considerando o valor para reciclagem dos resíduos de levantamento de pavimento asfáltico, R\$ 290,00/m<sup>3</sup> temos para a composição proposta para reposição asfáltica de valas para tráfego médio, temos os seguintes valores por m<sup>2</sup>.

Custo de material reciclável (0,17 m<sup>3</sup> x R\$ 290,00/m<sup>3</sup>): R\$ 49,30/m<sup>2</sup>.

Custo da mão de obra para aplicação do material (0,17/m<sup>3</sup> x R\$ 94,63/m<sup>3</sup>): R\$ 16,09/m<sup>2</sup>

Custo de aplicação de CBQU/CAUQ (0,03 m<sup>3</sup> x R\$ 696,82/m<sup>3</sup>): R\$ 20,90/m<sup>2</sup>.

Custo total para tráfego médio na composição proposta: R\$ 86,29/m<sup>2</sup>.

Embora o custo por m<sup>2</sup> da alternativa proposta seja maior do que a atualmente utilizada, na composição atual deve-se incluir os custos de disposição final do resíduo que em não sendo utilizado deverá ser descartado.

O valor do descarte por m<sup>2</sup> seria o volume total do resíduo multiplicado pelo custo da disposição final, assim temos:

Custo da disposição final de resíduo gerado por m<sup>2</sup> em um pavimento de tráfego médio Sabesp ((0,04+0,15 m<sup>3</sup>) x R\$ 610,00/m<sup>3</sup>): R\$ 115,90/m<sup>2</sup>

Assim sendo temos comparativamente:

Custo total incluindo o descarte de resíduo por m<sup>2</sup> para composição Sabesp para reposição asfáltica de valas para tráfego médio (R\$ 51,81/m<sup>2</sup> + R\$ 115,90/m<sup>2</sup>): 167,71/m<sup>2</sup>.

Custo total com utilização do resíduo por m<sup>2</sup> para composição proposta para reposição asfáltica de valas para tráfego médio: R\$ 86,29/m<sup>2</sup>.

Além disso, a proposição economiza 25% da capa asfáltica, diminuindo o passivo futuro e economizando no material de maior valor para ser adquirido e aplicado.

## **DIFICULTADORES**

A Reciclagem dos resíduos pela própria Companhia esbarra em problemas específicos da Sabesp.

A atividade fim da Companhia é saneamento básico, captação, tratamento, distribuição de água, coleta, afastamento e tratamento de esgoto não e pavimentação.

A estrutura física necessária a operação de transformação dos resíduos implica em área física (terreno), aquisição e manutenção dos equipamentos necessários, pessoal para administrar, operar e manter as instalações com cargos e serviços não constantes da gama de serviços e cargos atual, além do que o equipamento necessário processa uma quantidade muito superior a quantidade de resíduo produzido pela operação dos sistemas de água e esgoto que criaria uma ociosidade na planta de processamento.

Além disso, o regime de contratação de pessoal, altamente regulamentado da Companhia não permite a agilidade necessária para operacionalizar uma planta de reciclagem de materiais fora da atividade fim.

## **PLANO OPERACIONAL**

Para implementação do “negócio” no Vale do Paraíba partimos das premissas: Existem duas possibilidades para o processamento do resíduo, o material é armazenado e periodicamente a empresa de reciclagem mobiliza-se até a área de armazenamento e efetua o processamento, e o produto processado fica a disposição na área para utilização; a outra possibilidade é o armazenamento do resíduo e periodicamente este resíduo é transportado até a usina da recicladora em São Paulo e os veículos retornam com material reciclado, esta alternativa leva a áreas de acúmulo menores mas o custo do transporte e a incerteza da origem do material que pode não se adequar as necessidades da Sabesp e inviabilizar a utilização do lote e ainda ser necessário descartar o material com todos os custos inerentes deste descarte. Diante desses fatos a segunda alternativa foi descartada.

1- Para atendimento a toda região, duas áreas distintas de processamento devem ser instaladas, minimizando os custos de transporte, uma atendendo a região de São José dos Campos e uma na região de Pindamonhangaba para atendimento a região de Taubaté e Pindamonhangaba.

2- As áreas de depósito e armazenamento para recepção dos resíduos sólidos devem ter em torno de 5.000 m<sup>2</sup>, para suportar o acúmulo de material reciclado e resíduo para reciclagem pelo tempo necessário para o consumo e o tempo entre as mobilizações da usina móvel a ser contratada.

3- No Vale de Paraíba 80% da execução dos serviços de prolongamento de rede, ligações e manutenções são contratados com a responsabilidade da destinação final e apenas 20% são realizados com mão de obra própria, ficando, portanto a responsabilidade pela viabilização das áreas e operação das plantas fique para as contratadas.

4- As contratadas absorverão os resíduos gerados diretamente pela Sabesp, com a inclusão de preço unitário em seus contratos para remuneração do processamento do resíduo gerado pela Companhia.

5- As questões legais e regulatórias devem ser atendidas pelas contratadas, assim como a administração e controle de entrada e saída de material.

## **PLANO PILOTO**

Implantado um piloto na unidade de São José dos Campos, onde utilizamos material de reciclagem para substituição da camada de BGS fornecido pela empresa Fremix de São Paulo.

No mês de maio de 2014 estes materiais foram aplicados em serviços de recapeamento na Rua Araguari no bairro Jardim Ismênia, na Rua Maria Adolfina A. Tomás no bairro Jardim Paraíso do Sol, na Rua 29 de Junho

no bairro Cerejeira na Rua São Vitalino no bairro São Judas Tadeu e na Rua Quatro do bairro Coqueiro, esta em fase de avaliação técnica do comportamento e resistência, ver fotografias 10, 11, 12 e 13.

Em uma prévia análise podemos verificar que não ocorreram recalques diferenciais do material, portanto este material é apropriado para substituição da brita graduada simples.



**Fotografia 10: Base com material reciclado.**



**Fotografia 11: Pavimentação após 6 meses.**



**Fotografia 12: Base com material reciclado.**



**Fotografia 13: Pavimentação após 6 meses.**

## **EQUIPE GERENCIAL**

### **ORGANIZAÇÃO**

A Estrutura organizacional da Unidade de Negócio do Vale do Paraíba - RV está subdividida em três (3) macro regiões, sendo: São José dos Campos, Taubaté e Pindamonhangaba.

A proposta para gerenciar esta atividade é manter a divisão regional da RV, onde cada responsável pela área operacional do município fara gestão na destinação do material gerado sob sua administração às sedes das macro regiões, ou seja uma para atender São Jose dos Campos e outra para atender Pindamonhangaba e Taubaté, locais para estocagem e britagem.

### **ESTRUTURAÇÃO**

Considerando que os contratos de manutenção operacionais possuem administradores nesta três unidades, os mesmos deverão ficar responsáveis pela reutilização dos materiais reciclados em suas respectivas unidades.

## CONCLUSÃO

Os resíduos das intervenções em sistemas de abastecimento de água e sistemas de esgotamento sanitário com a remoção e reciclagem se tornam geradores de serviços, e diminuição nos custos final dos serviços de manutenção.

Considerando todos os levantamentos de custos acima ilustrados e as exigências legais a destinação inicialmente disponível, através de aterro sanitário agregaria acréscimo ao custo final dos serviços de manutenção dos sistemas de água e esgotos em vias públicas.

A proposta de reciclar, mesmo tendo um custo para ser processada demonstra que permite um menor impacto no custo final dos serviços de manutenção de seus sistemas em vias públicas, bem como ambientalmente correto, desta forma permite afirmar que o Plano de Negócios proposto é bom negócio.

A reciclagem visa não apenas reduzir os custos da sociedade, mas também preservar os recursos naturais, além de diminuir áreas de contaminação, já que há falta de lugares adequados ou soluções que absorvam esta demanda de produção.

Para todas as aplicações destes materiais, é possível obter similaridade de desempenho em relação a produtos convencionais, com custos muito competitivos, tornando uma alternativa economicamente viável.

A aplicabilidade deste material vem sendo avaliada no município de São José dos Campos, com o objetivo de contribuir com o meio ambiente.

## GLOSSÁRIO

Resíduos Sólidos – os resíduos sólidos são materiais, substâncias, objetos ou bens.

Descartados resultantes de atividades humanas em sociedade, aos quais a destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder.

Sistemas de abastecimento de água – Conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável a uma comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos.

Sistemas de esgotamento sanitários - Conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados a propiciar a coleta, afastamento, condicionamento, tratamento e disposição final do esgoto sanitário de uma comunidade, de forma contínua e sanitariamente segura.

Sabesp – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

Aterros Sanitários – Espaço destinado a deposição final de resíduos sólidos gerados pela atividade humana.

CETESB – Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e Controle de Poluição das Águas.

CAUQ – Concreto Asfáltico Usinado a Quente.

Bota-fora – Material ou substância que não tenha mais utilidade.

NBR – Norma Técnica Brasileira.

Unidade de reciclagem – Local onde se faz a transformação dos materiais usados em novos produtos.

Reciclagem – Reciclagem é o processo que visa transformar materiais usados em novos produtos com vista a sua reutilização. Por este processo materiais que seriam destinados a lixo permanente podem ser reaproveitados.

RVS – Departamento Distrital de São José dos Campos.

RVSS2 – Setor Administrativo de São José dos Campos.

RVSS31 – Setor de Produção de São José dos Campos.

RVO – Departamento de Gestão e Desenvolvimento Operacional do Vale do Paraíba.

RVDT – Divisão de Taubaté.

Plano de Negócios – Documento que se especifica, em linguagem escrita, um negócio que se quer iniciar ou que já está iniciado.

IPPLAN – Instituto de Pesquisa Administração e Planejamento.

PMSJC – Prefeitura Municipal de São José dos Campos.

Pavimentação asfáltica – Revestimento de chão de uma estrada.

Ladrilho hidráulico – Um tipo de revestimento artesanal feito a base de cimento usado em pisos e paredes;

BGS – Brita Graduada Simples.

Redes de distribuição de água - O conjunto das canalizações destinadas a distribuir água potável numa cidade.

Adutoras – Canalizações dos sistemas de abastecimento de água que conduzem a água para as unidades que precedem a rede de distribuição.

Ligações – Ligação de água ou esgotos que pode ser executada sem o estudo prévio das condições e volumes dos sistemas de abastecimento e coleta de esgotos, por se tratar de disponibilização de pequeno volume de água ou coleta de pequeno volume de esgotos.

Empolamento - Aumento de volume verificado, em trabalhos de terraplenagem, nos materiais resultantes de escavação.

Segregação – ato de separar, por de lado ou de isolar.

Britagem – ação de britar.

Canteiro de obras – Construção de tamanho variável, que se faz nos lugares onde vão ser realizadas obras, para guarda dos materiais.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. CUNHA, A. P. Reciclagem de Entulhos de Obras de Saneamento, São Paulo 2006.
2. BONFIM, V. Pavimentação Sustentável, São Paulo 2012.
3. SINDUSCON Manual de Resíduos Sólidos, São Paulo 2005.
4. SINDUSCON Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil, Ceara 2011.
5. BRASIL. Resolução CONAMA N° 307 05 de julho de 2002.
6. CETESB. Resolução SMA 41, 17 de Outubro de 2002.
7. BRASIL. LEI FEDERAL N°12.305/2010 de 02 e Agosto de 2010.
8. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
9. SABESP. NTS: Normas Técnicas Sabesp.
10. SABESP. Programa de Melhoria de Pavimentação de São José dos Campos, 2013.
11. SABESP. TAP: Trabalho de Aplicação Prática.
12. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Censo 2010.
13. PMSJC, Prefeitura Municipal de São Jose dos Campos.