

Aprovechamiento de residuos de la construcción civil en reparaciones de carreteras rurales

Use of waste from civil construction in repairs of rural roads

Rivelino Rodrigues, Dora Inés Kozusny-Andreani, Danila Fernanda Rodrigues Frias

Resumen

El objetivo del trabajo fue verificar la viabilidad del uso de residuos sólidos de la construcción civil para el mantenimiento de carreteras rurales. Se realizaron encuestas de datos correlacionados con la producción y destino de los RCC en el municipio. Se constató que hay, aproximadamente, 50 kilómetros de carreteras rurales que presentan condiciones muy malas de tráfico en el período de las lluvias. Por lo tanto, se realizó la pavimentación de un tramo de aproximadamente 350 metros, obteniéndose como resultado final un valor de R \$ 27,00 / m³ de RCC. Ya utilizándose piedra brita para realizar la misma pavimentación se obtuvo un costo de R \$ 76,00 / m³. La aplicación del RCC en la pavimentación del tramo de la carretera rural seleccionada presentó solución para dos graves problemas que los habitantes del municipio poseen actualmente (destinación adecuada para el escombros generado y mejoras de las condiciones de uso de las vías en tierra, optimizando el flujo de la producción agrícola y la economía local). De esta forma, el uso de los residuos de la construcción civil, generados en la ciudad de Jales / SP, para el mantenimiento de carreteras rurales del municipio presentó viabilidad ambiental y económica.

Palabras clave: Residuos sólidos; Construcción; Pavimentación; Carreteras rurales; Sostenibilidad

Abstract

The objective of the work is to verify the feasibility of the use of solid waste from the construction industry for the maintenance of rural roads. Data were collected correlating with the production and destination of RCC in the municipality. It was noted that there are approximately 50 kilometers of rural roads that present very bad traffic conditions during the rainy season. Therefore, a 350-meter, was paved, resulting in an RCC value of R\$27.00/m³. If using stone crushed stone to perform the same paving, a cost of R\$ 76.00/m³. The application of the RCC in the pavement of the section of the selected rural road presented solution for two serious problems that the residents of the municipality currently have (adequate destination for the rubble generated and improvements of the conditions of use of the roads on land, optimizing the flow of agricultural production and the local economy). In this way, the use of construction waste, generated in the city of Jales - SP, for the maintenance of rural roads of the municipality presented environmental and economic viability.

Keywords: Solid waste; Construction; Paving; Rural Roads; Sustainability

1 Introducción

Los empresarios y gestores de la construcción civil, relatan que el sector pasa por constantes transformaciones, principalmente en los aspectos referentes a las cuestiones ambientales, específicamente en relación al descarte de los residuos sólidos generados durante la construcción.

El aumento tanto de la población mundial como de las construcciones civiles generan cada vez más residuos sólidos. Así, reciclar y reaprovechar ese material se ha convertido en una actividad cada vez más importante para el mantenimiento de la calidad de vida, para la salud pública y para la actividad económica de la sociedad (SABESP, 2017).

Las actividades de la construcción civil, desde la extracción de materias primas para la construcción hasta el final de la vida útil de la edificación, generan residuos y alteran el medio ambiente (CARNEIRO et al., 2001). Sin embargo, este sector tiene un papel importante en el desarrollo social y económico del país, siendo responsable por significativa parte del producto interno bruto (PIB) brasileño. Sin embargo, las obras civiles han ocasionado un gran problema medioambiental para la sociedad y las administraciones de las ciudades debido al excesivo volumen de residuos sólidos generados por nuevas construcciones y demoliciones (ABDOU & BERNUCCI, 2005).

Estos residuos necesitan un trato peculiar, cuyas acciones deben enfocarse en la sostenibilidad económica, social y ambiental (SCHERRER et al., 2014). Así, una de las grandes problemáticas enfrentadas por la industria de la construcción civil es en relación al tratamiento de los residuos debido a la naturaleza física de los mismos. Esta situación se agrava por el hecho de que el sector es un gran generador de residuos (VAHAN, 2011, SCHERRER et al., 2014).

En el caso de Brasil, el 60% de la basura sólida de las ciudades proviene de la construcción civil, de acuerdo con la Asociación Brasileña para Reciclaje de Residuos de Construcción Civil y Demolición (ABRECON, 2011), Brasil desperdicia ocho mil millones de reales al año por no reciclar sus productos, y el 70% de ese total podría reutilizarse.

Se destacó en el Ministerio de Medio Ambiente que la gestión integrada de los residuos sólidos incluye todas las acciones dirigidas a la búsqueda de soluciones, incluyendo los planes nacionales, estatales, microrregionales, intermunicipales, municipales y los de gestión. Los planes de gestión bajo responsabilidad de los entes federados (gobiernos federal, estatales y municipales) deben tratar cuestiones como colecta selectiva, reciclaje, inclusión social y participación de la sociedad civil (Brasil, 2014).

Entre las diversas opciones, se puede destacar el uso de residuos de la construcción civil para pavimentar las carreteras rurales, ayudando con ello a los productores a comercializar su producción agrícola y el movimiento de la población rural a través de las carreteras no pavimentadas, que generalmente no se preservan y, que sufren serios daños principalmente en los períodos lluviosos del año. De este modo, es importante establecer

una estrategia de acción para la utilización de residuos provenientes de la construcción civil en la reparación de la malla vial rural, para que este objetivo sea alcanzado. En este contexto, este trabajo tuvo como objetivo el análisis de la viabilidad del uso de residuos sólidos de la construcción civil en el mantenimiento de carreteras rurales de la región de Jales-SP.

2 Material y métodos

El estudio fue desarrollado en el municipio de Jales, SP. La ciudad de Jales está ubicada en el noroeste paulista a 585 km de la capital y en las proximidades de los estados de Minas Gerais y Mato Grosso. Se encuentra cerca de las cuencas hidrográficas del río Turvo, del río Grande y del río São José dos Dourados, tiene 368,57km², una población estimada de 49.110 habitantes y densidad demográfica 133,25 hab / km². De la población, cerca del 91% reside en la zona urbana del municipio (IBGE, 2017).

El levantamiento de datos inicial fue realizado junto al órgano responsable del municipio por la limpieza pública, para verificar los procedimientos referentes a la recolección y destino final del RCC del municipio. Después se realizaron visitas al órgano responsable por la limpieza pública, con el objetivo de recolectar datos referentes a los movimientos de carga, destino final dado, tipos de equipos utilizados, etc. Para alcanzar los objetivos propuestos, se desarrollaron las siguientes etapas:

Paso 1 - Caracterización del municipio de estudio. Para la caracterización del municipio de Jales se realizó un levantamiento junto a las Secretarías de Agricultura y Abastecimiento, Medio Ambiente y Secretaría de Obras y Servicios Públicos y, también, datos y estadísticas del IBGE (2017) y levantamientos in loco.

Paso 2 - Levantamiento de datos sobre la recolección y transporte de escombros. Se realizaron investigaciones y adquisición de datos junto a los organismos públicos del municipio y empresas prestadoras de servicio de transporte de escombros. Además, fueron recolectadas informaciones sobre el mantenimiento de las carreteras rurales con profesionales y servidores municipales de carrera de la alcaldía municipal de Jales.

Paso 3 - Análisis de las condiciones de las carreteras rurales del municipio. Para el análisis de las condiciones de las carreteras rurales del municipio se realizaron levantamientos in loco con productores rurales y conductores de camión lechero y de autobuses escolares, además de levantamientos ante la Secretaría Municipal de Agricultura y Abastecimiento.

Paso 4 - Análisis de costo: Viabilidad de la utilización del RCC generado o utilización de piedra para pavimentación de las carreteras rurales. Para el análisis de la viabilidad de la utilización de RCC en pavimentaciones de carreteras rurales, se realizó un levantamiento de costos relacionados con el valor de separación del RCC, cargamento, transporte y esparcimiento, así como el valor del m³ de la piedra brida, servicios de transporte y de dispersión.

Paso 5 - Selección del local con posibilidad de apli-

cación de la solución propuesta. Después de analizar los datos obtenidos sobre las condiciones de las carreteras rurales municipales, se seleccionó un tramo de una carretera para la implementación de la solución estudiada.

Paso 6 - Aplicación estrategia de acción. Se realizó la pavimentación con el material RCC seleccionado.

3 Resultados y discusión

3.1 Residuos sólidos

El municipio de Jales optó por adoptar la visión de gestión de residuos sólidos como el conjunto de alternativas y soluciones técnicas que permitan la reducción, reciclaje, recuperación y disposición. En esta visión, las iniciativas de carácter legal y administrativo quedan bajo responsabilidad del poder público insertándose en el conjunto de las actividades de gestión.

Los aspectos de operación del vertedero se pasan a la iniciativa privada. Los servicios de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos urbanos domiciliarios son hechos por una empresa tercerizada.

En 2007, se elaboró un Plan de Gestión y Gestión Integrada de Residuos Sólidos Urbanos para el municipio de Jales. Este plan propone preservar la salud pública, proteger y mejorar la calidad del medio ambiente, asegurar la utilización adecuada y racional de los recursos naturales, disciplinar el manejo de los residuos y generar beneficios sociales y económicos. En el plano, la gestión integrada de residuos contempla las siguientes actividades: reducción de residuos (incluyendo reutilización de los productos), reciclaje de materiales (incluyendo compostaje); y disposición final (en vertedero sanitario).

Sin embargo, a pesar de que los rellenos sanitarios son uno de los medios más utilizados y de menor costo para el almacenamiento de RSU, el hecho de estar almacenados no quiere decir que estén inactivos, pues los mismos son responsables de la formación de biogás, olores y lixiviados afirma Castilhos Junior et al. (2003).

En el municipio de Jales, todavía existen pocas acciones de políticas públicas ligadas a la educación ambiental que orientan a la población sobre el destino de los residuos y para la necesidad de adoptar actitudes para reducir la

producción. El relleno sanitario del municipio de Jales entró en operación en julio de 2008 y fue proyectado para tener una vida útil de 10 años, siendo gestionado por empresa contratada por el Ayuntamiento Municipal, a través de proceso licitatorio.

3.2 Residuos de la construcción civil (RCC)

La Figura 1 evidencia el vertedero de residuos de la construcción civil de Jales - SP, en el cual hay disposición de los residuos de las obras de construcción y reformas en todo el perímetro urbano. La recolección se da por las empresas de alquiler de cucharones de escombros, además de empresas que poseen camiones basculantes y palas cargadoras, que son contratadas para limpiar el RCC en los terrenos.

La Tabla 1 presenta las empresas responsables de los servicios de cucharones en la ciudad de Jales. Son aproximadamente 50 cucharones con RCC depositados diariamente en el espacio, de los cuales el 50% es transportado y depositado en el relleno de RCC por dos de las seis empresas participantes.

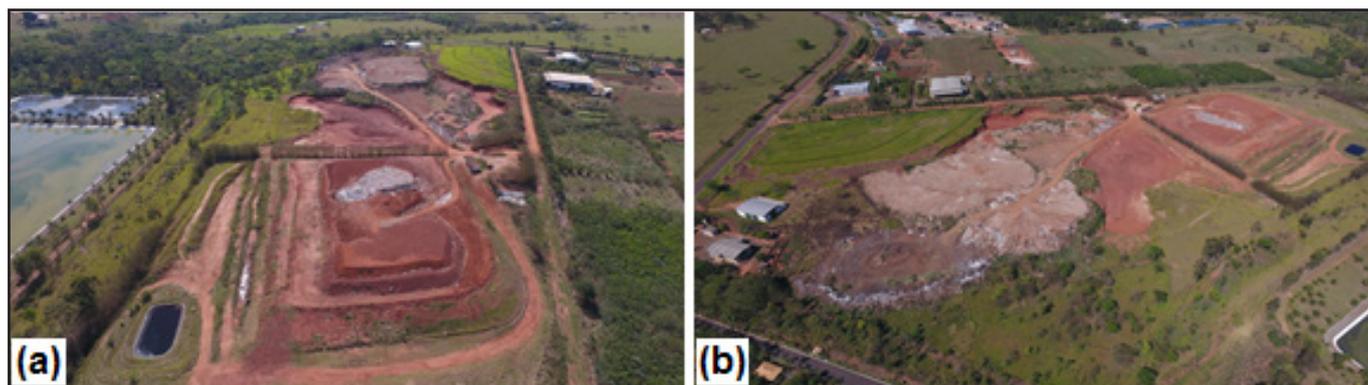
Tabla 1 - Porcentajes de RCC recogidos por empresas del municipio de Jales / SP

Empresa	% escombros transportados
Empresa 1	27%
Empresa 2	23%
Empresa 3	16%
Empresa 4	14%
Empresa 5	11%
Empresa 6	9%

Fuente: Propio autor, 2017

Se constató, por medio de visitas al local, que además del RCC depositado, había ramas de árboles, latas de tinta, plásticos, neumáticos, basura doméstica, animales muertos, vidrios entre otros que materiales depositados en las cucharas, como muestra la Figura 2. La NBR 10004 describe que la clasificación de residuos sólidos involucra la identificación del proceso o actividad que les dio origen, de sus constituyentes

Figura 1 - Vertedero de residuos de Jales - SP. (a) Vertedero de RCC; (b) Vertedero de RSU



Fuente: Propio autor, 2017

y características y, éstos son partes integrantes de los laudos de clasificación.

Se destaca que toda la responsabilidad por el no control de los residuos, no debe ser atribuida única y exclusivamente a

los profesionales. Muchas veces, éste no tiene conocimiento del grado de la importancia de esta práctica. Cabe a los gestores responsables, por medio de entrenamientos, buscar la adecuación de la práctica de segregación de estos residuos.

Figura 2 - Disposición inadecuada de materiales en el relleno de (RCC) - (a): neumáticos; (B): colchones; (c): RCC; (d): objetos de madera.



Fuente: Propio autor, 2017

Figura 3 - Separación de los materiales entregados en el relleno de RCC - (a): ramas; (b): triturador de ramas acoplado a un tractor; (c) d): equipo separando el RCC.



Fuente: Propio autor, 2017

En el caso de que la regularización no ocurriera, el relleno de RCC fue interrumpido por la Compañía Ambiental del Estado de São Paulo (CETESB) durante 60 días (06/2017 a 08/2017), imponiendo multa si la regularización no ocurría en un corto espacio de tiempo (La Tribuna). La liberación fue concedida sólo después de que el Ayuntamiento Municipal contratar una empresa especializada en el segmento de recepción y separación de residuos sólidos, por un proceso licitatorio, para realizar la separación de los materiales, Figura 3.

Figura 4 muestra la disposición de los residuos entregados en el relleno de Jales, los cuales son separados por una empresa tercerizada, de acuerdo con su clase A, B, C, D, Voluminosos y Lenhosos.

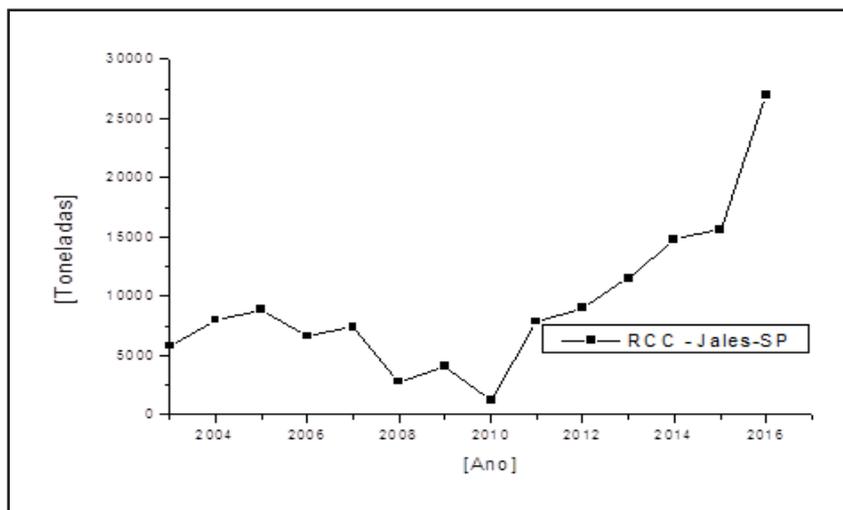
De acuerdo con un relevamiento realizado en la Secretaría Municipal de Obras, Servicios Públicos y Vivienda, para la serie histórica de 2003 hasta 2016, el municipio de Jales - SP presentó un significativo aumento en la recolección de residuos sólidos de la construcción civil, conforme muestra la Figura 5.

Figura 4 - Separación de los residuos y disposición de acuerdo con su clase en el relleno de Jales / SP - (a): Clase A - RCC; (b): Clase B - Reciclables; (c): Clase C - Yeso; (d): Clase D - Pinturas, disolventes y aceites; (e): Clase Lenhosos; (f): Clase voluminosos.



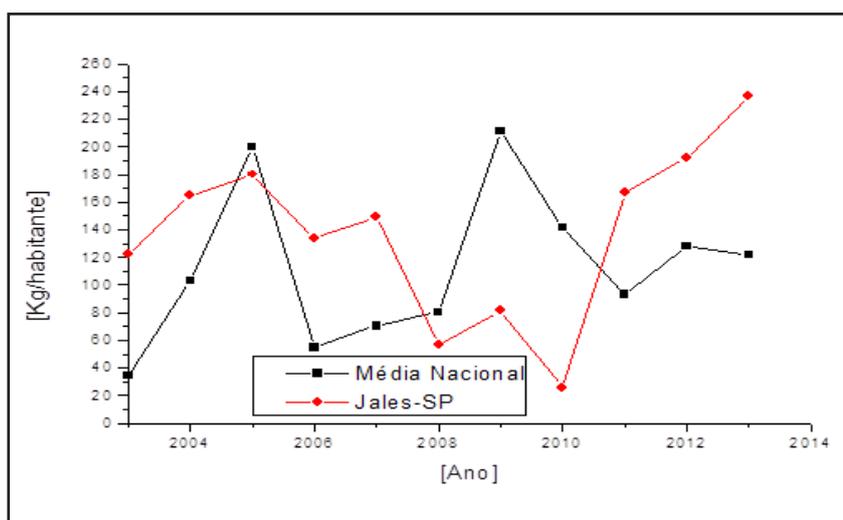
Fuente: Propio autor, 2017

Figura 5 - Cantidad de residuo sólido de la construcción civil recogida en Jales - SP / Serie histórica - [toneladas] / [Año]



Fuente: Deepask (2016) [Adaptado]

Figura 6 - Masa de residuos sólidos de la construcción civil recolectada per cápita.



Fuente: Deepask (2016) [Adaptado]

En cuanto a la masa de residuos sólidos de la construcción civil recogida per cápita, según Deepask (2016), Jales presentó una producción promedio de 25,53 kg de RCC / habitante para el año 2010, mientras que la media en Brasil para el mismo año fue de 141 kg de RCC / habitante. Y en el año 2013 el promedio Brasil residuos sólidos de la construcción civil recolectada per cápita alcanzó los 121,83 kg / habitante. Y para ese mismo año Jales ya presentó prácticamente el doble recogiendo 237,18 kg de RCC / habitante, mostrando así un aumento en la recolección de RCC desde el año 2010, aliado al inicio de los programas de incentivo a la construcción civil dados por el gobierno federal, como el programa Mi casa, mi vida (Figura 6).

De acuerdo con el levantamiento realizado en la Secretaría Municipal de Obras, Servicios Públicos y Vivienda, se entregan en promedio 50 cucharones en el relleno por día y considerando que cada una de estas cucharas tiene capacidad de carga de 3 metros cúbicos, el monto totaliza 150 metros cúbicos, / día, que multiplicados por

1.500 kilos cada metro cúbico, se tienen 225 toneladas de RCC por día. Con ello, se calculó que actualmente Jales obtiene cerca de 4,582 kg de RCC por habitante / día.

3.3 Planta de reciclaje de escombros

El escombro de la construcción civil es un residuo de gran volumen que, si está dispuesto clandestinamente, afecta la calidad de vida de todos, pues causa la degradación del medio ambiente, la contaminación visual y la proliferación de vectores y enfermedades. Además, hay un gran desperdicio cuando el escombro no es reciclado, ya que muchos de los materiales pueden ser transformados en agregados para la propia construcción, preservando materia prima y reduciendo costos (Oliveira & Mendes, 2008).

La Unidad de Tratamiento de Residuos, realiza la remoción y destino final de los residuos de la construcción civil, para tanto, posee una planta de reciclaje de escombros. Después de la clasificación, el escombro es triturado por un equipo que hace la separación en agre-

gados de alta calidad, como arena, piedras, pedregales y rachón. Todo este proceso atiende al Plan Nacional de Residuos Sólidos (PNRS), ley n.º 12.305 / 2010.

El reciclaje de escombros trae innumerables ventajas, entre las cuales está la reutilización del material que iba al relleno, que se convierte en materia prima para ser reaprovechada en la producción de mortero, contrapiso, sub-base para asfalto, guías y ladrillos ecológicos (Simoni et al. al 2015). En este contexto, de acuerdo con levantamientos realizados en la secretaría de planificación del municipio, el ayuntamiento de Jales / SP está demandando una planta de reciclaje de escombros a través del Fondo Estatal de Recursos Hídricos (FEHIDRO) y el Ministerio de las Ciudades.

3.4 Posibilidades para aplicaciones del RCC

El reciclaje es una medida necesaria en función de la existencia de residuos de la construcción civil, pero, para ser viable, se deben tener en cuenta las condiciones en que los residuos serán segregados (Arruda, 2005). Conforme afirmó Carneiro et al. (2001) el reciclaje en sustitución de las deposiciones irregulares de RCC presenta ventajas económicas, claramente notadas en los costos de limpieza urbana para las administraciones municipales debido al alto costo del descarte irregular, corrección de la deposición con puesta a tierra y control de enfermedades. Los costes de reciclado son en promedio un 25% menor.

El reuso de los RCC generados en Jales, históricamente, era realizado para aplicaciones en puntos con grandes erosiones, tanto en el área urbana y rural. Sin embargo,

con la correcta separación, la propuesta es aplicar en las carreteras rurales, porque, además de disminuir la cantidad de residuos dentro de los vertederos, trae beneficios como:

- Disminución de los costos de pavimentación;
- Mejora de las condiciones de uso de las vías en tierra;
- Optimización del flujo de la producción y mejor desplazamiento de los productores rurales;
- Ahorro de recursos minerales naturales, consecuente, disminución de agresión al medio ambiente;
- Disminución de los costes de funcionamiento de los vertederos;
- Necesidad de áreas menores para el mantenimiento de rellenos, en función de la prolongación de la vida útil de los existentes;

Con el fin de que estos beneficios se implementaron el uso del RCC generados en la ciudad de Jales para pavimentar un trecho de una carretera rural, para verificar la viabilidad de la propuesta anhelada.

3.5 Evaluación de las carreteras rurales de Jales y costes de la pavimentación con RCC

Las carreteras rurales del municipio totalizan el total de 675,4 kilómetros y de éstos, sólo el 30%, cerca de 200 kilómetros están perenizados (en óptimo estado de conservación) y el 70% restante, necesitan de aplicación de productos para su mejora.

Se realizó un levantamiento, junto a la Secretaría Municipal de Agricultura y Abastecimiento, productores rurales, y relatos de conductores de camión lechero y de

Figura 7 - Local seleccionado para la pavimentación con RCC - (a): Mapa del cuenco del arroyo del aceroita caballo; (b): Inicio del lugar seleccionado; (c): Local seleccionado - antes de la aplicación del RCC



Fuente: Propio autor, 2017

autobuses escolares junto al Ayuntamiento Municipal, en el cual se constató que existen, aproximadamente, 50 kilómetros de carreteras que presentan condiciones muy de tráfico. Y, en el período de las lluvias presentan ateros, dificultades de tránsito próximas a las cajas de contención, además de azudes, arroyos y arroyos, que desbordan.

El uso del RCC, en primer plano, sería en esos lugares de más problemas de tráfico. En los municipios con prioridad de intervención y, por lo tanto, aplicación de la solución propuesta con utilización del RCC, se seleccionó un tramo de aproximadamente 350 metros de la carretera Municipal Jal 350, de la cuenca del Corriente

del Corriente del Açoita Caballo, que interconecta la Ruta Elyeser Montenegro Magallanes (SP-463) hasta la sede de la Hacienda Boa Esperanza, conforme presenta la Figura 7.

Por tratarse de una carretera rural con movimiento intenso, concentrando en su trayecto decenas de propiedades rurales, desde agricultores familiares hasta haciendas con cultivo de caña de azúcar, por presentar uno de los puntos críticos de mayor extensión, cuando el período de las lluvias, llegando a 350 metros de extensión y por acumular el mayor número de reclamaciones de los usuarios, los cuales solicitan al poder público que el problema sea resuelto. Las figuras 8 y 9 evidencian,

Figura 8 - RCC transportado hasta el local - (a): Camión depositando el RCC; (b): RCC depositado para el inicio de la nivelación.



Fuente: Propio autor, 2017

Figura 9 - Motoniveladora - tramo de la carretera rural pavimentada con RCC - (a): Inicio de la nivelación; (b): Motoniveladora realizando la nivelación con el RCC depositado; (c) y (d): Tramo nivelado.



Fuente: Propio autor, 2017

Tabla 2 - Costes de la utilización de RCC y Piedra Brita en la reparación del tramo de la carretera rural seleccionado

Mão de obra e materiais [R\$/m ³]	Carregamento e transporte [R\$/m ³]	Espalhamento [R\$/m ³]	Custo Total [R\$/m ³]
RCC	14,00	7,00	27,00
Material / Custo - Pedreira [R\$/m ³]	Carregamento e transporte [R\$/m ³]	Espalhamento [R\$/m ³]	Custo Total [R\$/m ³]
Pedra brita nº 1 ou nº 2	50,00	20,00	76,00

Fuente: Propio autor, 2017

respectivamente, el RCC transportado y depositado en el local Motoniveladora - tramo de la carretera rural pavimentada con RCC.

Los costos involucrados con el uso del RCC en la reparación del tramo seleccionado de la carretera rural, tabla 2, fueron levantados por el propio autor *in loco*.

Para la comparación, también, se realizó un levantamiento de costos para la utilización de piedra triturada número 1 o número 2, usualmente, utilizada en la pavimentación de carreteras rurales. Los costos de la piedra triturada presentados en la tabla 2, fueron obtenidos a través de levantamiento junto a las empresas de transporte y canteras ubicadas en la región de Jales / SP.

Se puede observar que el costo de la utilización de la piedra triturada es muy superior en comparación con la pavimentación utilizando RCC. De esta forma, se evidencia que la utilización del RCC para pavimentación de carreteras rurales, además de todas las ventajas socioambientales ya citadas, también posee viabilidad económica.

4 Conclusiones

Se concluye que el uso de los residuos de la construcción civil para el mantenimiento de carreteras rurales en Jales / SP presenta viabilidad ambiental y económica, solucionando dos graves problemas, el del escombros generado por la evolución natural de la ciudad en relación al recogimiento y almacenamiento y el flujo de la producción agrícola de la región.

Además, la viabilidad económica de la aplicación permitirá ahorrar recursos financieros para el Ayuntamiento Municipal que dejará de gastar con la conservación de las carreteras, ya que el uso de estos materiales no se perderá durante la época de lluvia formando una capa permeable que no sufrirá cambios significativos.

Referências

A TRIBUNA- Empresa Jornalística da Região de Jales. **Em menos de 15 dias, Prefeitura transfere duas vezes o depósito de resíduos da construção civil.** Jornal Online. Notícia: Douglas Zílio. 8 de Agosto 2017. Disponível em <http://atribunanaweb.com.br/noticia/em-menos-de-15-dias-prefeitura-transfere-duas-vezes-o-deposito-de-residuos-da-construcao-civil>. Acesso em 10 ago. 2017.

ABDOU, M. R.; BERNUCCI, L. L. B. Pavimento Ecológico: uma opção para a pavimentação de vias das grandes cidades. **Sinal de Trânsito**, 2005. Disponível em: http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/pavimento_ecologico.pdf. Acesso em: 28 set 2017.

ABRECON. Brasileiro produz por ano meia tonelada de resíduos de construção civil. **Brasil Atual**, 2011. Disponível em <https://abrecon.org.br/brasileiro-produz-por-ano-meia-tonelada-de-residuos-de-construcao-civil/>. Acesso em 15 out. 2017.

ARRUDA, P. T. M. **Responsabilidade Civil decorrente da poluição por Resíduos Sólidos Domésticos**. São Paulo: Ed. Método, 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos: Instrumento de Responsabilidade Socioambiental na Administração Pública**. Brasília, 2014. Disponível em: https://www.comprasgovernamentais.gov.br/images/conteudo/ArquivosCGNOR/cartilha_pgrs_mma.pdf. Acesso em: 20 set. 2017.

CARNEIRO, A. P., BURGOS, P. C., ALBERTE, E. P. V. **Uso do agregado reciclado em camadas de base e sub-base de pavimentos**. Projeto Entulho Bom. Salvador: Caixa Econômica Federal, 2001. pp.190-227.

CASTILHOS JUNIOR, A. B. de, et al. **Resíduos Sólidos Urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte**. Rio de Janeiro: ABES/RiMa, 2003, 294p.

DEEPASK. **Quantidade de lixo coletados por cidade do Brasil**. Disponível em: <http://www.deepask.com/goes?page=jales/SP-Lixo-construcao-civil:-Veja-quantidade-de-residuos-coletados-por-cidade-do-Brasil>. Acesso em: 25 out. 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Cidades**, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/jales/panorama>. Acesso em: 15 jul. 2017.

OLIVEIRA, E. G.; MENDES, O. **Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição: estudo de caso da resolução 307 do CONAMA**, 2008. Disponível em: http://pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/Continua/GERENCIAMENTO%20DE%20RES%20C3%8DDUOS%20DA%20CONSTRU%20C3%87%20C3%83O%20CIVIL%20E%20DEMOLI%20C3%87%20C3%83O%20-%20ESTUDO%20DE%20CASO%20DA%20RESOL____.pdf. Acesso em: 12 out. 2017.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Meio Ambiente**. Disponível em <http://site.sabesp.br/site/interna/Default.aspx?secaold=112>. Acesso em: 22 out. 2017.

SCHERRER, A.; SILVA, J. L. G.; BRITO, L. A. P. F. Estudo da influência do crescimento da construção civil na deposição de resíduos sólidos: estudo de caso no município de Caraguatatuba. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, 10(2), 243-263, 2014.

SIMONI, J. H.; ALENCAR, J. L. S.; FIORELLI, M. N.; ANGELIS NETO, G. Gerenciamento de resíduos da construção civil: estudo de caso em usina de reciclagem em Maringá - PR. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria**, 19(2), 568-574, 2015.

VAHAN, A. **O desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**. Vol. 5. São Paulo: Blucher, 2011.