

## COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA, CLASSIFICAÇÃO E POTENCIAL DE RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL PRODUZIDOS EM JI-PARANÁ/RO

Margarita María Dueñas Orozco(\*), Fábio Henrique Frederico

\* Universidade Federal de Rondônia - UNIR, *Campus* de Ji-Paraná, margarita.unir@gmail.com

### RESUMO

São poucas as iniciativas para dar adequada destinação aos resíduos gerados na construção civil, mesmo que uma parcela expressiva destes possa ser reaproveitada ou reciclada. Para tanto, é preciso conhecer em detalhe os componentes que estão inseridos nos entulhos, suas quantidades e seus destinos possíveis. Dessa maneira, o presente estudo teve como objetivo determinar a composição gravimétrica, a classificação e o potencial de reciclagem dos resíduos de construção civil (RCC) produzidos em Ji-Paraná (RO). A composição gravimétrica foi realizada através do processo de identificação, segregação e quantificação dos resíduos provenientes de oito caçambas, sendo três destas de obras novas e cinco de reforma e/ou demolição. A partir desse procedimento, foi possível classificar e indicar o potencial de reciclagem dos resíduos, conforme a Resolução CONAMA 307/2002. Obteve-se, como resultado, que a geração de calça aproxima-se de 55% dos resíduos gerados e que, argamassa, terra bruta e tijolo, são parcelas também predominantes. Através da classificação, identificou-se que os resíduos Classe A representaram expressivos 97% do total de RCC analisados. O estudo mostrou que 99,35% dos resíduos gerados em Ji-Paraná (RO), podem ser reciclados ou reutilizados. Ressalta-se, desta forma, a relevância de uma gestão eficiente dos resíduos de construção e demolição, a qual promova seu adequado manejo, assim como o investimento em usinas de reciclagem de RCC e aterros específicos, gerando renda, emprego e diminuindo a degradação ao ambiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** RCC, RCD, reciclagem, composição física, gerenciamento de resíduos.

### INTRODUÇÃO

No setor da construção civil, grande quantidade das matérias primas que entram nas obras, termina saindo em forma de resíduos sólidos. Tais resíduos compõem-se de uma mistura heterogênea, composta principalmente por materiais inertes como areia, tijolos, argamassa, concreto, dentre outros (BARROS, 2012; MONTEIRO et al., 2001). Nesse sentido, deve-se ter a preocupação com a destinação adequada dos resíduos de construção civil (RCC), pois estes são gerados em grande escala e ocasionam sérios impactos ao meio ambiente.

Uma maneira de se reduzirem os danos que esses resíduos causam ao ambiente é a implantação de usinas de reciclagem, que, segundo Miranda (2013), em pesquisa realizada para a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição, existem apenas cerca de 310 de usinas deste tipo no país. A mesma pesquisa apontou que 80% destas pertencem à iniciativa privada. Este fato pode ser explicado pelos obstáculos derivados da burocracia quando são envolvidas verbas públicas, pela dificuldade de encontrar pessoal técnico preparado para operar a usina, pela demora na reposição de peças defeituosas ou desgastadas e pela possível perda de interesse da administração pública, principalmente quando há mudança de gestão (MIRANDA et al., 2009). Isso, também é fruto de uma política lenta, que despertou o interesse acerca do meio ambiente tardiamente. Reflexo disto pode ser a Lei que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a qual só foi decretada no ano de 2010.

A reciclagem, além de ser uma eficiente alternativa para a destinação dos resíduos de construção civil, é também foco de vários estudos que demonstram o potencial de reciclagem dos RCC, dos quais pode-se citar o Programa de Habitação de São Carlos S/A (PROHAB, 2013) que recicla fragmentos cerâmicos, blocos de concreto, lajes, pisos, argamassas, tijolos, entre outros produtos, que são posteriormente utilizados em artefatos de concreto, argamassa e concreto não estrutural, pavimentação e recuperação de estradas rurais, controle da erosão e fundações.

Nos países europeus, a utilização de agregados reciclados não acontece apenas em pavimentação de vias, concretos reciclados já estão sendo utilizados no concreto armado de casas residenciais, em portos marítimos e até em concretos de alta resistência (VIEIRA e DAL MOLIN, 2004). O mesmo autor acrescenta que no Brasil é necessário transpor barreiras legais, de regulamentação, educacionais e tecnológicas, pois o setor da construção civil é um tanto conservador, dificultando a aceitação de produtos que contenham resíduos em sua composição.

Além da reciclagem, existem outras formas de mitigação dos impactos gerados pelos resíduos de construção civil, um bom exemplo, é o desenvolvido pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SindusCon-SP), que implantou o Programa de Gestão Ambiental de Resíduos em Canteiros de Obras. Segundo Vasconcellos Neto et al. (2005), coordenadores da equipe técnica, o programa tinha o desafio de conciliar a atividade produtiva da Construção Civil com ações que conduzissem ao desenvolvimento sustentável consciente. Dentre os objetivos do programa podem-se destacar: treinamento e capacitação das pessoas envolvidas, redução do desperdício, promoção da segregação dos materiais para reutilização no próprio canteiro, encaminhamento dos resíduos para reciclagem ou destinação adequada, melhoramento das condições de limpeza do canteiro contribuindo para maior organização da obra, diminuição dos acidentes de trabalho, entre outros benefícios inerentes ao processo.

Os resultados apresentaram vários aspectos positivos como: aperfeiçoamento da logística da obra, mudança de cultura, melhoria da imagem da empresa, redução de custos dos processos. Desta forma, destaca-se a importância de programas e campanhas de conscientização para que os envolvidos no ramo da construção civil possam melhorar suas técnicas de trabalho e assim gerar benefícios ao meio ambiente, bem como benefícios econômicos.

Atualmente, o município de Ji-Paraná em Rondônia, vem passando por um momento de grande desenvolvimento com a abertura de novos loteamentos e residenciais para moradias, instalação de grandes empresas, construção de um Batalhão do Exército, além de várias obras civis de ampliação e pavimentação de ruas e avenidas, bem como a expansão da área urbana, que já cogita a formação de um terceiro distrito. No entanto, segundo Carvais (2011), a cidade de Ji-Paraná (RO) não possui adequado gerenciamento dos RCC, depositando-os muitas vezes em áreas irregulares, utilizando áreas de bota-foras inadequadas, afetando em vários pontos a qualidade do ambiente urbano.

Somente em agosto de 2012 foi lançado o relatório final do Plano Municipal de Saneamento Básico, que contempla o Plano Setorial de Limpeza Urbana, Manejo e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Ji-Paraná. No obstante, pouca coisa mudou, pois ainda não existe um sistema de coleta seletiva e muitos RCC continuam sendo destinados para o aterro controlado municipal. A cidade conta com uma Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis, a COOCAMARJI, mas, os entulhos de construção civil não estão inclusos nos materiais por eles coletados.

Com este panorama, o objetivo do estudo consistiu em determinar a composição gravimétrica, a classificação e o potencial de reciclagem dos resíduos de construção civil (RCC) produzidos em Ji-Paraná (RO).

## **METODOLOGIA**

### **ÁREA DE ESTUDO**

A área em estudo insere-se na zona urbana do município de Ji-Paraná, Rondônia, que se localiza na porção centro-leste do estado. Segundo o censo realizado em 2010, o município tinha uma população de 116.610 habitantes, com estimativa de 128.000 habitantes em 2013 (IBGE, 2010). A Figura 1 mostra o mapa de localização de Ji-Paraná (RO).

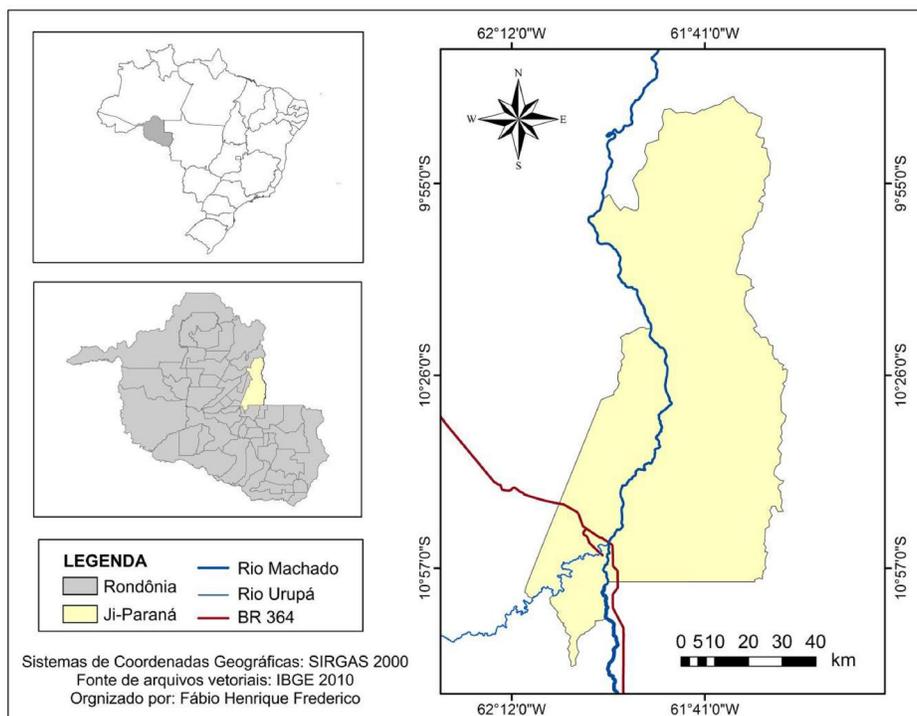


Figura 1 - Mapa de localização do município de Ji-Paraná (RO).

Devido a sua localização, Ji-Paraná (RO) possui um grande fluxo populacional, sendo considerada polo industrial e comercial da região. Das atividades econômicas desenvolvidas, destacam-se a criação de bovinos com 319.452 cabeças; a ordenha de leite, produzindo aproximadamente 30 mil litros de leite/dia e o cultivo de café, com 827 toneladas/ano (IBGE, 2006). A cidade está inserida na bacia do rio Machado, e os rios Machado e Urupá atravessam a área urbana do município.

### COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

A composição gravimétrica dos RCC foi baseada em estudo realizado por Bernardes et al. (2008), que consistiu, primeiramente, no levantamento de informação sobre a origem das caçambas que recolhem tais resíduos, as quais podem ser de obras novas, reforma/demolição e outros que incluem a limpeza de terrenos e a retirada de terra bruta. Posteriormente, realizou-se a segregação dos materiais por tipo de resíduo (concreto, tijolo, argamassa, madeira, aço, plástico, papel, gesso etc.) e em seguida, fez-se sua pesagem, determinando assim, a quantidade de cada material. Desta maneira, o peso de cada componente foi dividido pelo peso total da amostra para se conhecer o percentual do componente em relação ao todo.

A realização desta pesquisa contou com a colaboração das cinco empresas coletoras de resíduos de construção civil que se encontram regularizadas ante a prefeitura do município de Ji-Paraná (RO). Entretanto, para a determinação da composição gravimétrica foi selecionada apenas uma empresa para fornecer os RCC em caçambas, pois esta atua por toda a cidade diversificando de maneira satisfatória a origem dos resíduos. Previamente, identificou-se a origem das caçambas; após a identificação, as mesmas foram despejadas integralmente na área de transbordo da empresa em questão, onde se realizou a separação manual do material. Foi utilizada uma peneira com abertura de aproximadamente 7 mm para a separação dos finos de argamassa e tijolos dos materiais de menor granulometria, como também para separar as pedras da terra (Figura 2). Outros utensílios, como carrinho de mão e pás, foram empregados para o manuseio dos resíduos.



**Figura 2 - Etapa de peneiramento.**

Após a etapa de segregação e identificação dos resíduos, estes foram quantificados por meio de pesagem em balança mecânica, com capacidade de 300 kg (Figura 3). Foram realizadas análises de oito caçambas, sendo três provenientes de obras novas e cinco de reforma/demolição. Estas caçambas foram entregues de forma aleatória pela empresa, tendo o cuidado de não trabalhar com mais de uma caçamba de uma mesma obra.



**Figura 3 - Balança mecânica com capacidade para 300 kg.**

### **CLASSIFICAÇÃO E POTENCIAL DE RECICLAGEM DOS RCC**

A classificação e determinação do potencial de reciclagem são dependentes da composição gravimétrica dos resíduos, explicada anteriormente. Assim, após esta etapa, procedeu-se à classificação e determinação do potencial de reciclagem dos materiais, conforme a Resolução N° 307, do CONAMA (BRASIL, 2002), da seguinte maneira:

- Classe A: resíduos reutilizáveis/recicláveis como agregados (tijolo, concreto etc.);
- Classe B: resíduos reutilizáveis/recicláveis em outras indústrias (papel, vidro etc.);
- Classe C: resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias viáveis que permitam sua reciclagem (gesso e outros) e;
- Classe D: resíduos perigosos (tintas, solventes etc.), ou contaminados (de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros).

## RESULTADOS OBTIDOS

### COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RCC

Para a determinação da composição gravimétrica foram analisadas oito caçambas, dentre essas, três de obras novas e cinco de reforma e demolição. A composição das amostras analisadas está descrita nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1 - Caracterização dos resíduos provenientes de obras novas no município de Ji-Paraná (RO) em 2013.**

Resíduos	Massa (kg)	%
Concreto	1.494,5	14,53
Argamassa	242	2,35
Tijolo	271	2,63
Madeira cerrada	50	0,48
Papel	37	0,35
Cerâmica	68,5	0,66
Plástico, PVC e sacos	79,5	0,77
Ferro, fios e arames	76	0,73
Material agregado	918	8,92
Terra	3.016,5	29,33
Pedra	633	6,15
Caliça retida	1.980	19,25
Caliça peneirada	1.296	12,60
Gesso	110,5	1,07
Material orgânico e galhos	89	0,86
<b>Total</b>	<b>10.282</b>	<b>100</b>

Conforme exposto na Tabela 1, o descarte de terra se destaca chegando quase a 30% da massa total dos resíduos oriundos de obras novas, isso se deve ao fato de que no início de obras ocorre a etapa de nivelamento do terreno e do contra piso. Outros resíduos que tiveram destaque foram o concreto, a calíça peneirada e a calíça retida (pó ou fragmentos de argamassa, tijolos e outros materiais - Figura 4), chegando a 45% do total de resíduo gerado. Estes resíduos normalmente são encontrados em menor quantidade, pois são característicos de obras de reforma e demolição, entretanto, isto pode variar em função das técnicas construtivas aplicadas.



**Figura 4 - Carrinhos contendo calíça retida e calíça peneirada.**

Comparando os valores encontrados por Bernardes et al. (2008) para resíduos provenientes de obras residenciais novas na cidade de Passo Fundo - RS, destacou-se a quantidade de tijolos descartados chegando a 27% do total, seguido pela argamassa com 21,3% e os finos de argamassas com 17,1%. Os valores encontrados em Passo Fundo diferenciam-se dos encontrados em Ji-Paraná pelo fato dos municípios estarem em regiões distintas, fazendo com que as práticas construtivas sejam diferentes e as características das obras também variem.

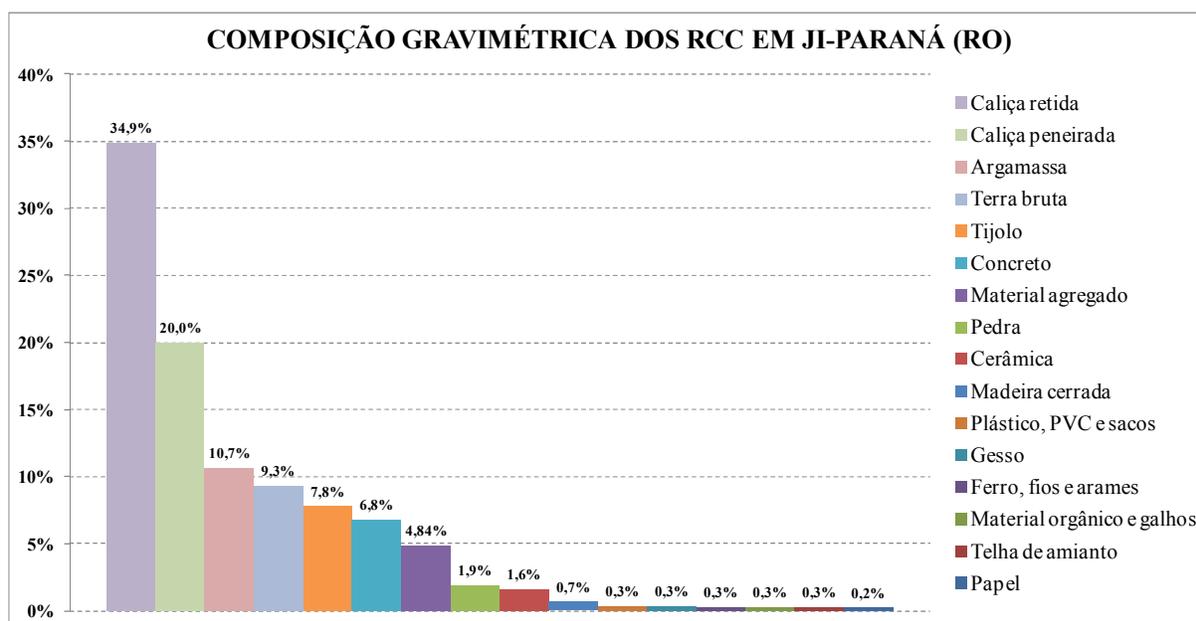
**Tabela 2 - Caracterização dos resíduos provenientes de reformas e demolições no município de Ji-Paraná (RO) em 2013.**

Resíduos	Massa (kg)	%
Concreto	728	3,22
Argamassa	3.254	14,43
Tijolo	2.292	10,16
Madeira cerrada	170	0,75
Papel	40	0,17
Plástico, PVC e sacos	35	0,15
Ferro, fios e arames	20	0,08
Material agregado	671	2,97
Terra bruta	40	0,17
Caliça retida	9.484	42,07
Caliça peneirada	5.272	23,38
Telha de amianto	90	0,39
Cerâmica	460	2,04
<b>Total</b>	<b>22.543</b>	<b>100</b>

Analisando as caçambas oriundas de reformas e demolição apresentadas na tabela 2, destacou-se a geração da calíça, perfazendo mais de 60% do resíduo gerado, isso se deve ao fato de a calíça ser um material proveniente da quebra e destruição de paredes e pisos, fato que realça e confirma os valores encontrados para os resíduos gerados em reformas e demolição. Os tijolos e argamassas juntos chegaram a uma proporção de 25% da geração de resíduos.

Comparando os resultados encontrados por Bernardes et al. (2008) para resíduos provenientes de reformas e demolição na cidade de Passo Fundo – RS, sobressaíram os valores de argamassa, tijolo e concreto, com 25,4%, 24,5% e 20,4% respectivamente. Dessa forma, entendendo que a calíça é proveniente da quebra da argamassa, tijolo e outros materiais, ocorre uma aproximação nos valores encontrados nos resíduos de Ji-Paraná – RO, que indicaram que mais de 60% dos resíduos gerados a partir de reformas e demolição eram compostos por este material.

Fazendo a junção das duas origens de RCC analisadas anteriormente, obteve-se a composição gravimétrica dos resíduos de construção civil gerados em Ji-Paraná (RO), a qual pode ser visualizada na Figura 4.



**Figura 4 - Composição gravimétrica dos resíduos gerados no município de Ji-Paraná (RO) em 2013.**

Analisando a composição gravimétrica média, observa-se que a geração da calça, tanto retida quanto peneirada, perfaz aproximadamente 55% dos resíduos gerados; isso se deve ao fato da calça ser um material proveniente da quebra e destruição de paredes e pisos, questão que se sustenta no maior número de caçambas provenientes de reformas e demolições. A argamassa, terra bruta e tijolo, foram parcelas também predominantes.

Recorrendo à composição gravimétrica dos resíduos, foi possível apontar os diversos materiais descartados na construção civil, permitindo a classificação de tais. O potencial de reciclagem foi estabelecido mediante a identificação de materiais que poderiam receber como destinação final a reciclagem. Estas duas ações foram feitas, conforme a Resolução N° 307 de 2002, do CONAMA (BRASIL, 2002). A Tabela 3 descreve a classificação e o potencial de reciclagem obtidos.

**Tabela 3 - Classificação e potencial de reciclagem dos RCC gerados em Ji-Paraná – RO em 2013.**

Resíduos	Classificação	Destinação	%
Concreto	A	Reciclagem	6,77
Argamassa	A	Reciclagem	10,65
Tijolo	A	Reciclagem	7,80
Madeira cerrada	B	Recicláveis para outras destinações	0,67
Papel	B	Recicláveis para outras destinações	0,23
Plástico, PVC e sacos	B	Recicláveis para outras destinações	0,34
Ferro, fios e arames	B	Recicláveis para outras destinações	0,29
Material agregado	A	Reciclagem	4,84
Terra bruta	A	Reciclagem	9,31
Pedra	A	Reciclagem	1,92
Calça retida	A	Reciclagem	34,92
Calça peneirada	A	Reciclagem	20,00
Telha de amianto	D	Armazenamento/aterro industrial	0,27
Gesso	C	Criar aterro específico	0,33
Material orgânico e galhos	B	Aterro sanitário	0,27
Cerâmica	A	Reciclagem	1,61
<b>Total</b>	---	---	<b>100</b>

Dentre os materiais encontrados, a maior parte classifica-se como recicláveis, sendo estes os da Classe A, que podem ser reinseridos na construção civil como agregados. Os da Classe B, que são resíduos como plástico, papel, madeira e outros, podem ser enviados para reciclagem em diversos processos produtivos. Os resíduos de Classe A representaram expressivos 97,82% do total dos resíduos e os de Classe B apenas 1,81%. Foi também encontrado o gesso, material que ainda não possui tecnologia viável que possibilite sua reciclagem, sendo este pertencente à Classe C. Para a Classe D, foram identificadas apenas as telhas de amianto, material que contém resíduo perigoso em sua formação, o qual já foi comprovado que pode provocar vários tipos de câncer e a asbestose (CAPELOZZI, 2001).

Conforme a resolução CONAMA 307 (BRASIL, 2002), 97,82% dos resíduos gerados em Ji-Paraná (RO) seguiriam para processos de reciclagem sendo utilizados como agregados e 1,53% iria para reciclagem em outras destinações. O restante dos resíduos, que representam 0,87%, deveria ser armazenado ou destinado a aterros específicos. Dessa forma, destaca-se que o município apresenta 99,35% dos resíduos gerados na construção civil com potencial de reciclagem, seja como agregado ou em outras áreas de aplicação. Valores próximos foram encontrados por Bernardes et al. (2008) na cidade de Passo Fundo (RS), onde mais de 94% dos resíduos gerados poderiam ser reciclados ou reaproveitados.

Logo, esse valor evidencia a importância da implantação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil que conte com um sistema de coleta específico, usinas de triagem e reciclagem e aterros necessários para a disposição final, além da conscientização da população sobre a importância do aproveitamento desses resíduos e os prejuízos que eles podem causar se mal gerenciados.

## CONCLUSÕES

A realização da composição gravimétrica dos Resíduos de Construção Civil permitiu identificar que materiais como calça, argamassa, terra bruta e tijolos são predominantes. Da mesma maneira, com esta composição foi possível a classificação e determinação do potencial de reciclagem dos resíduos foco de estudo, sendo que 99,35% destes apresentaram tal potencial.

Os dados encontrados na pesquisa reforçam a necessidade da implantação de um Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil, que preveja a destinação adequada dos mesmos, explorando inclusive seu potencial de reutilização como agregado na construção civil, assim como o aproveitamento de resíduos potencialmente recicláveis em outros setores como na indústria de vidro, madeira, metais e plástico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARROS, R.T.V. Elementos de gestão de resíduos sólidos. Belo Horizonte: Tessitura, 2012. 424 p.
2. BERNADES, A.; THOMÉ, A.; PRIETTO, P.D.M.; ABREU, Á. G. Quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição coletados no município de Passo Fundo, RS. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 65-76, jul./out. 2008.
3. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. Brasília: Diário Oficial da União, 2002.
4. CAPELOZZI, V. L. Asbesto, asbestose e câncer: critérios diagnósticos. J Pneumol, v. 27, n. 4, 2001.
5. CARVAIS, W. A. Cenário da gestão dos resíduos da construção civil no município de Ji-Paraná – RO. Ji-Paraná: UNIR, 2011. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental), Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia, 2011.
6. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. Disponível em: < [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas\\_pdf/total\\_populacao\\_rondonia.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_rondonia.pdf) > Acesso em: 01 Set. 2013.
7. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006. Disponível em: < <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=110012&search=rondonia|ji-parana> > Acesso em: 01 Set. 2013.
8. MIRANDA, L. F. R. Relatório 1. Pesquisa Setorial 2013 ABRECON. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil. 2013
9. MIRANDA, L. F. R.; ÂNGULO, S. C.; CARELI, A. D. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 57-71, jan./mar. 2009.
10. MONTEIRO, J.H.P. ; FIGUEIREDO, C.E.M.; MAGALHÃES, A.F.; MELO, M.A.F.; BRITO, J.C.X.; ALMEIDA, T.P.F.; MANSUR, G.L. Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM. 2001.
11. PROHAB. Usinas de reciclagem. Disponível em: < <http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/usina-de-reciclagem.html> > Acesso em: 18 Nov. de 2013.
12. VASCONCELLOS NETO, F. A.; CAMPOS, A. A.; SARROUF, L. Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil. A experiência do SindusCon-SP. São Paulo. 2005.
13. VIEIRA, D. L.; DAL MOLIN, D. C. C. Viabilidade técnica da utilização de concretos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 47-63, out./dez. 2004.