

DESTINO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE LAMBARI - MG

Professora Laísa Cristina Carvalho*

Luiz Leonardo Pereira Borges**

RESUMO

O presente artigo científico analisa os resíduos sólidos da construção civil no município de Lambari- MG. Por se tratar de uma cidade pequena, que não possui uma infraestrutura adequada em relação à destinação dos resíduos da construção, se faz necessário o estudo referente a tais materiais. O objetivo deste artigo é buscar uma solução que minimize o descarte irregular dos resíduos sólidos da construção civil no município, diminuindo assim os problemas causados por esse ato incorreto. Com o auxílio de normas e do conhecimento adquirido durante o curso será proposta a implantação de uma usina de reciclagem no município. A análise quantificou, mediante os dados adquiridos na Prefeitura Municipal e nas empresas coletoras dos resíduos, o provável volume de entulho gerado na cidade. Através das visitas realizadas nos bairros do município, comprovou-se o descarte dos resíduos em pontos inadequados, como: ruas, terrenos baldios, beira de córregos, e no lixão municipal, assim como demonstrou que a instalação da usina de reciclagem contribui no gerenciamento correto dos resíduos sólidos da construção civil produzidos em Lambari - MG.

Palavras-chave: Resíduos sólidos da construção civil. Usina de reciclagem. Lambari - MG.

1 INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos são os materiais produzidos por atividades realizadas pela sociedade, popularmente chamados de lixo. A produção dos resíduos sólidos cresce proporcionalmente ao crescimento da população. Junto a esse crescimento, encontra-se uma preocupação: a deposição correta de tais materiais, já que seu descarte irregular ocasiona poluição visual, doenças e danos ao meio ambiente.

* Professora orientadora do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG

** Aluno do décimo período de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG

Um dos resíduos sólidos existentes é o proveniente das construções, também conhecido como entulho. Entende-se por resíduos sólidos da construção civil aqueles gerados em construções, reformas, demolições e os produzidos nas escavações e preparo dos terrenos. O setor da construção civil é um dos mais importantes do país, e um de seus maiores desafios é realizar uma obra sustentável, com o descarte de seus resíduos sólidos em locais apropriados.

O desafio abordado não está presente somente em grandes centros, que produzem uma enorme quantidade de resíduos. Pequenas cidades também se deparam com tal transtorno, como é o caso de Lambari, localizada no sul de Minas Gerais, onde a falta de uma infraestrutura adequada, é levantada como uma das possíveis causas do descarte incorreto dos resíduos da construção. Dessa forma, torna-se relevante analisar os resíduos sólidos da construção civil, e sua deposição final no município, bem como propor uma solução que minimize os transtornos causados pelo descarte incorreto desses materiais.

Neste contexto, esse artigo teve como objetivo propor a implantação de uma usina de reciclagem em Lambari, buscando amenizar os problemas gerados ao município, devido à deposição incorreta dos entulhos. Também é objetivo deste trabalho quantificar o provável volume dos resíduos sólidos provenientes da construção civil gerados na cidade, e identificar o destino dado a eles.

Assim, o estudo é fundamental para a cidade, pois revela o quanto é importante saber lidar com os resíduos sólidos da construção, na busca de seu destino correto, fazendo com que os profissionais da área sejam responsáveis, e toda a população possa usufruir de uma cidade limpa e sustentável. Os resultados encontrados poderão ser utilizados em pesquisas futuras, em que outras soluções serão propostas na minimização do descarte irregular na cidade.

2 RESÍDUOS SÓLIDOS

Os resíduos sólidos se originam de diversas atividades realizadas nas cidades. Restos de comida, jornais, garrafas, latas e roupas são alguns exemplos de resíduos sólidos.

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) - Lei 12.305/2010, os resíduos sólidos são classificados quanto à origem em:

Resíduos domiciliares, resíduos de limpeza urbana, resíduos sólidos urbanos, resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, resíduos industriais, resíduos de serviço de saúde, resíduos da construção civil, resíduos agrossilvopastoris, resíduos de serviços de transportes e resíduos de mineração. (PNRS, 2010, p. 16-17).

De acordo com a Constituição Federal, os incisos VI e IX do art. 23, estabelece ser “competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer das suas formas, bem como promover programas de construção de moradias e a melhoria do saneamento básico”.

No Brasil, a gestão dos resíduos sólidos, especificamente, é de responsabilidade do município, inclusive os produzidos pelo serviço de saúde. Já os resíduos provenientes das indústrias não são de competência do município, e sim de seus geradores.

2.1 Resíduos sólidos da construção civil

Conforme a Resolução 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), 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. (CONAMA, 2002, p. 1).

Uma preocupação pertinente na construção civil é em relação aos resíduos sólidos produzidos pelo setor. Da forma que é realizada no Brasil, a construção civil gera muitos resíduos, onde suas etapas construtivas são manuais e executadas praticamente no canteiro de obras, sendo assim, os resíduos proporcionam malefícios ao meio ambiente além de prejudicar a logística e as finanças. (NAGALLI, 2014).

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2012), foram coletados no ano de 2012 nas cidades brasileiras mais de 35 milhões de toneladas de resíduos sólidos da construção civil, representando aproximadamente 55% do total de resíduos sólidos urbanos coletados durante o ano.

2.2 Resíduos sólidos da construção civil no estado de Minas Gerais

A deposição dos resíduos sólidos da construção civil no estado de Minas Gerais é realizada de maneira incorreta, tendo em vista que o estado possui poucas unidades de reciclagem, usadas pelas prefeituras. (SIAM, 2014; SNIS, 2014).

Poucas cidades mineiras realizam o descarte dos resíduos sólidos provenientes das construções em aterros. A maioria dos municípios mineiros que possuem aterro de resíduos da construção civil é de médio e grande porte.

2.3 Resíduos sólidos da construção civil em Lambari - MG

A cidade mineira de Lambari vem se desenvolvendo ao longo dos anos, loteamentos são criados para atender a demanda de novos moradores, e muitas construções estão em andamento nesses locais. Por todo o município reformas são realizadas em residências, prédios e comércios. Demolições também são executadas para que novas construções sejam desenvolvidas.

Apesar de se tratar de um município de pequeno porte, o volume dos resíduos sólidos da construção produzido é grande, e o transtorno causado por tais materiais é frequente. Leis municipais foram criadas na busca de amenizar o problema.

O Artigo 27 do Plano Diretor do Município de Lambari de 2008 estimula o uso, reutilização e reciclagem dos resíduos, especialmente dos resíduos inertes da construção civil, e responsabiliza, de maneira cível e criminal, o prestador de serviço, produtor, importador ou comerciante, pelos danos ambientais causados pelos resíduos sólidos provenientes de sua atividade.

2.4 Descarte irregular dos resíduos sólidos da construção civil

O descarte irregular dos resíduos sólidos da construção civil vem se tornando cada vez mais um hábito corriqueiro, realizado pelos profissionais que lidam com esse tipo de material. Muitos desses profissionais nem se dão conta do mau exemplo dado, e das consequências que causam ao agirem de maneira errônea, com a deposição dos resíduos em locais inadequados.

Além de proporcionar uma poluição visual, o descarte irregular desses materiais prejudica o meio ambiente e consequentemente a população, por isso a importância de agir com responsabilidade com tais resíduos. Segundo Silva e Fernandes (2012, p. 337) “depositar e destinar de maneira correta os RCD (Resíduos de Construção e Demolição) é uma ação que trará benefícios não somente ambientais, mas também sociais, econômicos e melhorias para a saúde pública”.

No município de Lambari é comum se deparar com os resíduos sólidos da construção depositados em lugares inapropriados. Locais como ruas, terrenos baldios, beira de córregos e o lixão municipal ainda em funcionamento, são utilizados como pontos de descarte desses materiais.

Portanto, é de suma importância propor uma solução na tentativa de amenizar o problema na cidade.

2.5 Usina de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil

A elevada geração de resíduos sólidos da construção civil proporciona vários problemas ambientais, econômicos e sociais, pois a maioria desses materiais é destinada de maneira inadequada. Por isso, a busca por soluções referentes à deposição incorreta dos resíduos da construção, se torna essencial para que os municípios tenham meios de lidar com os chamados entulhos, sem que eles causem transtornos.

A Resolução 307/2002 do CONAMA estabelece que:

Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. (CONAMA, 2002, p. 4).

Desta forma, a reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil é uma possível solução na minimização dos impactos gerados pela produção desordenada de tais materiais, sendo a maneira mais simples de reaproveitar o entulho.

Segundo a PNRS, “reciclagem é o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos”.

As usinas de reciclagem dos resíduos sólidos da construção processam e transformam os entulhos, na busca de sua reutilização. As usinas podem ser fixas ou móveis, portanto os resíduos podem ser reciclados na usina ou no próprio local onde foi gerado. Primeiramente para que os resíduos possam ser reciclados, a coleta seletiva precisa ser realizada, separando assim as classes dos materiais provenientes das construções, pois geralmente todas as classes são descartadas na mesma caçamba coletora de entulho.

De acordo com a Resolução 307/2002 do CONAMA, os resíduos da construção civil deverão ser classificados, desta maneira:

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;

IV - Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas,

instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (CONAMA, 2002, p. 3).

Com o processo da coleta seletiva realizado, os entulhos são triturados, proporcionando aos resíduos um pequeno valor agregado, pois suas frações foram misturadas. Logo após a separação das frações, também conhecida como granulagem, os resíduos reciclados terão um destino correto. Os novos materiais serão classificados como areia, pedrisco, brita entre outros, conforme o tamanho da fração, podendo assim ser vendidos como materiais de segunda. Os materiais reciclados também são utilizados na fabricação de produtos como tijolos e blocos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia desenvolvida na referida pesquisa em relação à finalidade é aplicada, pois o problema envolvido foi estudado em uma situação real da construção civil, em locais que os resíduos das obras estão presentes, onde tal pesquisa buscou respostas de forma prática.

Pesquisa quantitativa: considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão etc). (PRODANOV e FREITAS, 2013, p. 69).

Por isso, o problema teve a abordagem do tipo quantitativa, os dados coletados foram analisados e calculados na estimativa do volume de entulho produzido no município.

De acordo com Gil (2008, p. 51) “a pesquisa documental vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa”. Portanto, foi realizado o procedimento documental, os dados foram obtidos nos alvarás de construção e habite-se, para a quantificação do provável volume dos resíduos sólidos da construção gerados na cidade. Também foi feita uma pesquisa de campo realizada nos bairros do município, na busca dos pontos onde esses materiais são descartados incorretamente, e nas empresas coletoras.

A pesquisa aconteceu no município de Lambari, localizado no sul de Minas Gerais, pois se trata de uma cidade pequena com aproximadamente 20.000 habitantes, sem uma infraestrutura adequada para receber os resíduos das construções, e foi iniciada a partir do mês de agosto de 2018.

Foram realizadas pesquisas bibliográficas em artigos, livros, leis e normas para o devido desenvolvimento do trabalho.

Quando o assunto são os resíduos sólidos da construção civil deve-se quantificá-los para se ter uma estimativa da geração desses materiais no local analisado. Por isso, os resíduos sólidos da construção produzidos no município de Lambari foram quantificados. Neste caso, foi usado o método indireto proposto por Pinto (1999) que estima uma taxa de geração de 150 kg de resíduos sólidos da construção por cada metro quadrado construído, levando em consideração que cada metro cúbico de resíduo possui 1,2 toneladas de entulho.

A multiplicação da área construída pela taxa de geração resulta no provável volume dos resíduos produzidos. Para a realização do método foram adquiridos na Prefeitura Municipal de Lambari, através dos alvarás de construção e habite-se, dados referentes à área total construída anualmente no município. Os dados pertencem aos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017, pois Marques Neto (2005) relata que a média calculada dos últimos quatro anos, tem uma melhor representatividade na variação da taxa de geração.

O método de movimento de cargas por coletores, conhecido como método direto por Cardoso et al. (2014), também foi desenvolvido, através de entrevistas nas duas empresas que coletam os resíduos da construção no município de Lambari, na primeira empresa visitada os dados foram obtidos com o motorista que coleta e transporta os resíduos, já na segunda, foi o proprietário da empresa que forneceu os dados. Foram adquiridos dados relacionados ao total de caçambas que a empresa possui, tamanho em m³ das caçambas e número de caçambas recolhidas por dia, para se chegar ao volume total de resíduos coletados pelas empresas no município. Informações sobre qual o destino dos resíduos da construção após serem coletados pelas empresas, também foram obtidas.

A fim de se conhecer os pontos inadequados de descarte mais utilizados na cidade, foi realizada uma pesquisa de campo, onde todos os bairros da zona urbana foram visitados, bem como um bairro da zona rural que abriga o lixão municipal, assim foi comprovada a destinação em tais pontos.

Os dados adquiridos foram analisados e conseqüentemente o provável volume de entulho gerado no município foi quantificado, assim como os pontos mais usados no descarte irregular dos resíduos sólidos das construções em Lambari - MG foram conhecidos. Também foi proposta a implantação de uma usina de reciclagem no município para os resíduos provenientes das construções, por meio de um projeto, buscando minimizar assim os transtornos causados pelos chamados entulhos.

4 RESULTADOS

Os dados adquiridos na Prefeitura Municipal de Lambari foram analisados com o intuito de estimar um provável quantitativo de resíduos sólidos da construção civil gerado no município. A princípio as áreas coletadas nos alvarás de construção (Tabela 1) e habite-se (Tabela 2), foram calculadas e comparadas na busca do volume de resíduos produzidos na cidade.

Tabela 1 - Provável geração de resíduos em Lambari de 2014 a 2017 com base nos alvarás

ANOS	2014	2015	2016	2017
Área com licença para construção (m ² /ano)	27.841,32	19.855,15	19.046,41	17.904,55
Taxa de geração (Kg/m ²)	150	150	150	150
Provável geração anual (t/ano)	4.176	2.978	2.856	2.685
Provável geração diária (t/dia)	15,81	11,28	10,81	10,17
População de Lambari (/1000)	20,564	20,671	20,773	20,870
Provável geração habitante dia (Kg/hab./dia)	0,77	0,55	0,52	0,49

Fonte: o autor.

Tabela 2 - Provável geração de resíduos em Lambari de 2014 a 2017 com base nos habite-se

ANOS	2014	2015	2016	2017
Habite-se (m ² /ano)	12.282,72	12.704,54	9.329,68	8.864,89
Taxa de geração (Kg/m ²)	150	150	150	150
Provável geração anual (t/ano)	1.842	1.905	1.399	1.329
Provável geração diária (t/dia)	6,97	7,21	5,29	5,03
População de Lambari (/1000)	20,564	20,671	20,773	20,870
Provável geração habitante dia (Kg/hab./dia)	0,34	0,35	0,25	0,24

Fonte: o autor.

Analisando as Tabelas 1 e 2, observa-se uma queda na área total licenciada para construção e habite-se no decorrer dos anos.

Na realização dos cálculos referentes ao método indireto desenvolvido por Pinto (1999), foram considerados 22 dias úteis no mês, e a população anual foi obtida conforme as estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

De 2014 a 2017, baseado nos alvarás de construção foi encontrada uma área total com licença para construção no município de 84.647,43 m², e de habite-se de 43.181,83 m². O ideal seria que os valores das áreas fossem aproximados, para se confirmar o volume gerado no município. Essa diferença nas áreas possivelmente ocorre, pois muitas obras nem são iniciadas ou não são executadas até o final, e pelo fato de muitos proprietários após o encerramento da construção não solicitarem o habite-se.

Em relação a provável geração de resíduos, o ano que apresentou os maiores valores foi 2014, o qual produziu 4.176 t de resíduos da construção, sendo 15,81 t por dia, com uma provável geração de 0,77 Kg/hab./dia, em contrapartida o ano de 2017 teve os menores valores.

No entanto, como proposto por Marques Neto (2005), o cálculo da média dos quatro últimos anos, representa melhor a variação da taxa de geração dos resíduos, então se fez necessário calcular a média dos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017, para se chegar a uma geração satisfatória.

Primeiramente foi realizada a média dos valores da Tabela 1, e encontrou-se uma área total licenciada para construção de 21.161,86 m²/ano, uma provável geração anual de 3.174 t, e diária de 12,02 t, e a provável geração habitante por dia de 0,58 Kg. Da mesma maneira foram feitos os cálculos para a Tabela 2, chegando aos resultados de uma área total de habite-se de 10.795,46 m²/ano, uma provável geração anual de 1.619 t, e diária de 6,13 t, além da provável geração habitante por dia de aproximadamente 0,30 Kg.

As informações utilizadas no desenvolvimento do método direto foram obtidas nas duas empresas que realizam o serviço de coleta dos resíduos da construção no município. As reformas, ampliações e demolições são atividades construtivas realizadas de maneira informal, por isso, a necessidade do volume dos resíduos gerados nessas atividades serem verificados nas empresas coletoras. (PINTO, 1999). Durante a aquisição dos dados utilizados no método indireto, confirmou-se essa constatação, pois o número de alvarás para reformas, ampliações e demolições encontrado foi insignificante.

Os nomes das empresas não foram expostos, sendo assim nomeadas como empresa A e B. Os dados referentes à movimentação de cargas realizadas pelas empresas foram analisados e calculados na busca da quantidade de resíduos coletados (Tabela 3). Na realização dos cálculos também se considerou 22 dias úteis no mês.

Tabela 3 - Movimentação de cargas realizadas pelas empresas em Lambari

EMPRESAS	A	B	Total
Quantidade de caçambas	35	15	50
Volume das caçambas (m ³)	5	4	
Caçambas coletadas por dia	8	2	10
Caçambas coletadas por ano	2.112	528	2.640
Volume coletado por dia (m ³ /dia)	40	8	48
Volume coletado por ano (m ³ /ano)	10.560	2.112	12.672

Fonte: o autor.

As duas empresas existentes na cidade possuem um total de 50 caçambas, e realizam a coleta de 48 m³/dia e 12.672 m³/ano. Segundo Pinto (1999), cada m³ de resíduo sólido da construção civil possui 1,2 toneladas, portanto foi estimada a coleta de 57,6 t/dia e 15.206 t/ano.

Levando em consideração o volume encontrado no método indireto, referente à área dos alvarás, obteve-se o provável volume total de resíduos da construção gerado no município, que foi de 18.380 t/ano ou 15.316 m³/ano, 69,92 t/dia ou 58,02 m³/dia, e uma provável geração de 3,35 Kg/hab./dia. Pinto (1999) estabelece uma variação de 0,80 a 2,64 Kg/hab./dia para as cidades Brasileiras. Portanto, o valor encontrado na cidade de Lambari está acima do intervalo proposto para o Brasil.

Nas empresas também foram obtidas informações relacionadas ao destino dado aos resíduos após sua coleta. O motorista do caminhão da empresa A, responsável pela coleta das caçambas, relatou que os resíduos são encaminhados diretamente para o aterro sanitário da cidade, mas em Lambari não há um aterro sanitário, e sim um lixão a céu aberto ainda em funcionamento, sendo assim os resíduos são descartados sem a realização de uma triagem, e em um local inadequado.

Já na empresa B, o proprietário informou que os resíduos coletados são transportados para a sede da empresa, onde passam pelo processo de triagem, separando devidamente cada classe, a informação foi comprovada na visita a empresa (Figura 1). Após a triagem, os resíduos classe A são vendidos para pavimentação de estradas rurais, as madeiras são dadas a moradores que utilizam fogão a lenha, os metais vendidos para o ferro velho, e os demais resíduos são levados ao lixão municipal, portanto mesmo com a triagem e a reutilização de

alguns resíduos, falta a cidade locais apropriados para a reciclagem, e o descarte correto de tais materiais.

Figura 1 - Resíduos coletados pela empresa B.



Fonte: o autor.

Foram realizadas visitas nos bairros da cidade, a fim de identificar quais são os pontos utilizados no descarte incorreto dos resíduos sólidos da construção civil. Durante as visitas, foi observado que o terreno baldio é o ponto mais usado na deposição irregular dos entulhos das obras (Figura 2).

Figura 2 - Resíduos descartados em terreno baldio.



Fonte: o autor.

Os resíduos da construção também foram encontrados em outros lugares como: ruas, passeios e beira de córregos (Figura 3). Em todos os bairros, inclusive no centro da cidade,

havia pelo menos um ponto, onde os resíduos estavam descartados de forma incorreta. Os bairros Pitangueiras (Figura 4) e Vista Verde II foram os bairros visitados com mais pontos irregulares de descarte, cada um possuía 10 pontos.

Figura 3 - Resíduos descartados na beira de um córrego.



Fonte: o autor.

Figura 4 - Resíduos descartados no bairro Pitangueiras.



Fonte: o autor.

O bairro Serrote, situado na zona rural da cidade também foi visitado, pois lá se encontra o lixão municipal, que recebe todos os tipos de resíduos sólidos gerados pela população. Na visita ao lixão a céu aberto, constatou-se que os resíduos provenientes das construções realizadas na cidade também são descartados no local, juntamente com as demais classes de resíduos (Figura 5).

Figura 5 - Resíduos descartados no lixão municipal.



Fonte: o autor.

Portanto, torna-se necessário buscar soluções que amenizem os problemas causados pelos entulhos gerados no município.

A falta de um local adequado para a deposição dos resíduos sólidos da construção civil na cidade é considerada como um dos possíveis fatores que levam a população a descartar inadequadamente os entulhos.

Os resíduos sólidos da construção civil depositados nos aterros de inertes podem contaminar o ambiente e proporcionar riscos de acidentes. Os aterros desvalorizam as áreas vizinhas, e possuem uma vida útil limitada, necessitando de novos territórios para a deposição dos entulhos. Sendo assim a solução proposta para Lambari foi a implantação de uma usina de reciclagem fixa, pois além da minimização do descarte irregular, os resíduos reciclados serão reutilizados. Na usina serão reciclados somente os resíduos da construção classe A, e não será realizada a produção de novos produtos com os materiais processados.

Segundo a Resolução 307/2002 do CONAMA, “área de reciclagem de resíduos da construção civil, é a área destinada ao recebimento e transformação de resíduos da construção civil classe A, já triados, para produção de agregados reciclados”. A NBR 15114:2004, é a norma que fixa os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil classe A.

4.1 Projeto de usina de reciclagem proposta para Lambari - MG

O projeto proposto da usina de reciclagem para o município de Lambari – MG teve como objetivo mostrar o seu funcionamento, e os benefícios que ela trará para a cidade, como

sendo uma solução na minimização do descarte irregular dos entulhos. A viabilidade da usina não foi avaliada, podendo ser estudada em trabalhos futuros com os resultados encontrados no presente artigo.

Conforme o levantamento quantitativo da provável geração de resíduos sólidos da construção civil em Lambari foi considerado que a usina de reciclagem proposta realizará por dia o processamento de 58,02 m³ de resíduos. A área necessária para a construção da usina foi obtida com base na tabela do Manual da Caixa Econômica Federal (Tabela 4).

Tabela 4 – Área básica demandada para o manejo dos resíduos

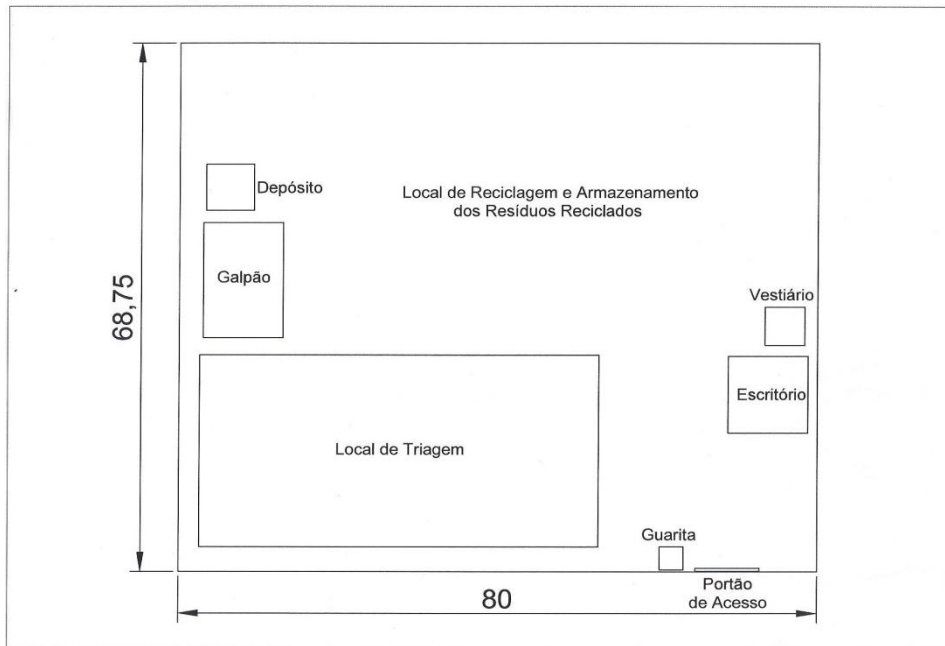
Fase do processo	Capacidade	Área demandada
Triagem geral de resíduos	70 m ³ /dia	1.100 m ²
Triagem geral de resíduos	135 m ³ /dia	1.400 m ²
Triagem geral de resíduos	270 m ³ /dia	2.300 m ²
Triagem geral de resíduos	540 m ³ /dia	4.800 m ²
Reciclagem de RCD classe A	40 m ³ /dia	3.000 m ²
Reciclagem de RCD classe A	80 m ³ /dia	3.500 m ²
Reciclagem de RCD classe A	160 m ³ /dia	7.500 m ²
Reciclagem de RCD classe A	320 m ³ /dia	9.000 m ²

Fonte: I & T Informações Técnicas apud PINTO e GONZÁLES, 2005, p. 48.

Na triagem dos resíduos, a área demandada é de 1.100 m² a 1.400 m² (considerando o valor de 70 m³/dia), e para a reciclagem dos materiais necessita-se de uma área entre 3.000 m² e 3.500 m². Portanto, a área total demandada na realização dos processos gira em torno de 4.100 m² a 4.900 m², sendo assim adotada a área média de 4.500 m². Foi acrescentado a esse valor mais 1000 m² para comportar os outros elementos estruturais, logo, a área total necessária para a implantação da usina é de 5.500 m². O terreno usado para a usina deve estar conforme a legislação de uso do solo e legislação ambiental. (NBR 15114:2004, p. 3).

A usina de reciclagem será composta por portão de acesso, guarita, escritório, vestiário, depósito, local de triagem, galpão com baias de concreto para a disposição de resíduos triados, e local de reciclagem e armazenamento dos resíduos reciclados (Figura 6), de acordo com o estabelecido por Pinto e Gonzáles (2005).

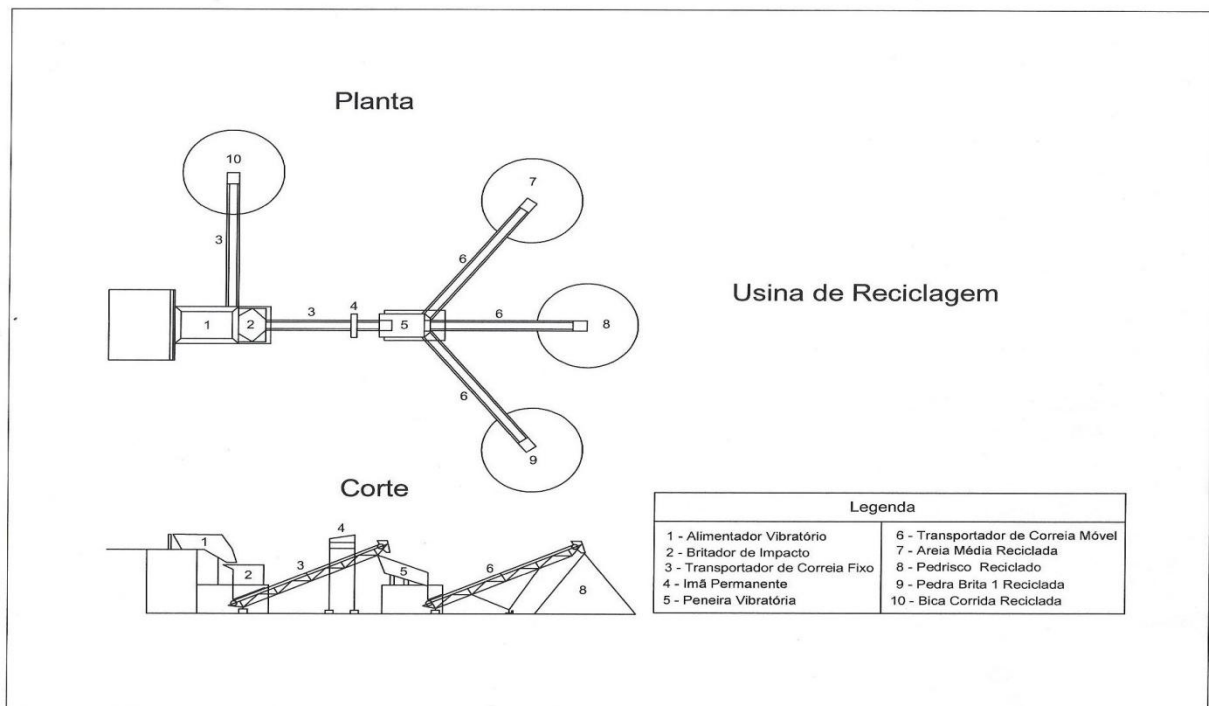
Figura 6 - Layout projetado para a instalação da usina de reciclagem.



Fonte: o autor.

O conjunto de reciclagem será constituído por alimentador vibratório, britador de impacto, transportador de correia fixo e móvel, ímã permanente e peneira vibratória (Figura 7).

Figura 7 – Projeto da usina de reciclagem proposta para Lambari – MG.



Fonte: o autor.

O funcionamento da usina acontecerá da seguinte maneira: após os resíduos chegarem ao local, levados pelas empresas coletoras através de caminhões, os materiais serão triados manualmente pelos colaboradores, sendo assim separados em suas devidas classes. Os materiais classe A irão para o processo de reciclagem, já os resíduos das demais classes serão encaminhados para empresas que lidam com esses materiais de maneira adequada.

Com o processo de triagem encerrado, os resíduos classe A, serão transportados através de uma máquina escavadora até o alimentador vibratório, que irá introduzir aos poucos os resíduos até o britador de impacto, onde o entulho será triturado, e levado pelo transportador de correia fixo. No trajeto os resíduos passarão pelo ímã permanente que tem a função de retirar os metais do entulho. Em seguida, os resíduos irão para a peneira vibratória que processa os grãos triturados pela granulometria, ou seja, por seu tamanho, sendo assim mais uma vez, os resíduos já reciclados serão levados, agora pelo transportador de correia móvel até suas devidas pilhas, e logo após armazenados nos locais adequados.

Como mencionado anteriormente, os materiais reciclados são classificados conforme o tamanho das peneiras. Na usina em questão, os resíduos processados serão: areia média, pedrisco, também conhecido como pedra brita 0, pedra brita 1, e bica corrida, que terá como origem o alimentador vibratório.

Os agregados reciclados na usina poderão ser utilizados em obras de pavimentação viária: em camadas de reforço de subleito, sub-base e base de pavimentação ou revestimento primário de vias não pavimentadas, e no preparo de concreto sem função estrutural, como estabelece a NBR 15116:2004.

Com a instalação da usina de reciclagem, o município de Lambari terá um local adequado para o descarte dos resíduos sólidos da construção civil. Além disso, os materiais reciclados serão reutilizados em obras na cidade, proporcionando benefícios ambientais, sociais e econômicos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A deposição irregular dos resíduos sólidos da construção civil não acontece somente em municípios de médio e grande porte. Na pequena cidade de Lambari, situada no sul do estado de Minas Gerais, a destinação incorreta dos resíduos é uma realidade que causa inúmeros transtornos. A quantidade de resíduos gerados no município não é tão significativa, comparada às grandes metrópoles, mas o fato da cidade não possuir um local adequado para sua deposição, faz com que seu manejo seja dificultado.

Portanto, a implantação de uma usina de reciclagem trará vários benefícios ao município de Lambari - MG, como: geração de empregos, preservação do meio ambiente, reduzindo a exploração de jazidas naturais, redução dos custos das obras realizadas no município, bem como o objetivo do trabalho, ser uma solução na minimização do descarte em pontos inadequados, diminuindo a poluição visual, a desvalorização das áreas, o risco de enchentes, a contaminação de solos e águas, entre outros.

Contudo não basta somente implantar a usina, campanhas educativas precisam ser realizadas na cidade, para que as pessoas possam lidar com tais materiais de maneira consciente, na busca de evitar desperdícios, evitando a sua geração, bem como separar as classes dos resíduos na própria obra, e descartá-los corretamente nas caçambas ou em outros meios adequados. A fiscalização por parte do município, também precisa ser realizada, verificando se há pontos irregulares de descarte, e punindo os infratores, só assim com a contribuição de todos o processo dará resultado.

DESTINATION OF SOLID WASTE FROM CIVIL CONSTRUCTION IN THE MUNICIPALITY OF LAMBARI - MG

ABSTRACT

The present scientific article analyzes the solid waste of the civil construction in the municipality of Lambari - MG. Because it is a small city, which does not have an adequate infrastructure in relation to the destination of the construction waste, it is necessary to study the materials. The objective of this article is to find a solution that minimizes the irregular disposal of solid waste from construction in the municipality, thus reducing the problems caused by this incorrect act. With the help of standards and the knowledge acquired during the course will be proposed the implementation of a recycling plant in the municipality. The analysis quantified, through the data acquired in the City Hall and in the companies collecting the waste, the probable volume of rubble generated in the city. Through the visits made in the districts of the municipality, the disposal of the waste in inappropriate places, such as: streets, vacant lots, streams, and the municipal dump was demonstrated, as well as demonstrated that the installation of the recycling plant contributes to the correct management of solid construction waste produced in Lambari - MG.

Keywords: Solid waste from construction. Recycling plant. Lambari - MG.

REFERÊNCIAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15114, de 30 de junho de 2004. Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-15.114-RCC-e-%C3%81reas-de-Reciclagem.pdf>>. Acesso em: 04 outubro 2018.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15116, de 31 de agosto de 2004. Disponível em: <<http://areiaovitoria.com.br/download/NBR%2015116.pdf>>. Acesso em: 04 outubro 2018.
- ABRELPE - Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. Disponível em: <www.abrelpe.org.br>. Acesso em: 25 abril 2018.
- CARDOSO, A. C. F.; GALATTO, S. L.; GUADAGNIN, M. R. Estimativa de geração de resíduos da construção civil e estudo de viabilidade de usina de triagem e reciclagem. **Revista brasileira de ciências ambientais**, n. 31, mar. 2014.
- CONAMA -- Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 307, de 05 de julho de 2002. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em: 23 abril 2018.
- Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 de outubro de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 21 abril 2018.
- GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas de população**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 02 outubro 2018.
- MARQUES NETO, José da Costa. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Carlos: Rima, 2005. 162 p.
- Metso Brasil Indústria e Comércio Ltda. Disponível em: <<https://www.metso.com/br/brasil/>>. Acesso em: 03 outubro 2018.
- NAGALLI, André. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. São Paulo: Oficina de textos, 2014.
- PINTO, Tarcísio de Paula; GONZÁLES, Juan Luís Rodrigo (coord.). **Manejo e gestão dos resíduos da construção civil**. Brasília: CAIXA, 2005.
- PINTO, Tarcísio de Paula. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999. 189f.
- PMF – Prefeitura Municipal de Lambari. **Leis municipais de Lambari**. Disponível em: <www.lambari.mg.gov.br>. Acesso em: 22 abril 2018.

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010. 2. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012. 73 p. Disponível em: <http://fld.com.br/catadores/pdf/politica_residuos_solidos.pdf>. Acesso em: 10 setembro 2018.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013.

SIAM – Sistema Integrado de Informação Ambiental. 2014. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br>>. Acesso em: 27 abril 2018.

SILVA, Vinícius Arcanjo da; FERNANDES, André Luís Teixeira. **Cenário do gerenciamento dos resíduos da construção e demolição (RCD) em Uberaba – MG**. Disponível em: <www.redalyc.org>. Acesso em: 24 abril 2018.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. 2014. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br>>. Acesso em: 27 abril 2018.

ANEXO A – Áreas referentes aos alvarás e habite-se

Licenças para construção no município de Lambari – MG de 2014 a 2017

ANOS	2014	2015	2016	2017
Área com licença para construção (m ² /ano)	27.841,32	19.855,15	19.046,41	17.904,55

Dados adquiridos na Prefeitura Municipal de Lambari - MG

Habite-se de construção no município de Lambari – MG de 2014 a 2017

ANOS	2014	2015	2016	2017
Habite-se (m ² /ano)	12.282,72	12.704,54	9.329,68	8.864,89

Dados adquiridos na Prefeitura Municipal de Lambari - MG

Lambari, 12 de setembro de 2018

ASS.: _____

ALESSANDRO SALES RAMBALDI
SETOR DE TRIBUTAÇÃO
MATRÍCULA 007