

# **Parâmetros operacionais para implantação de uma recicladora de resíduos da construção civil**

**Aline Fátima Iensen de Cristo** (UFSM) - alinecristo1@hotmail.com

**Ney Izaguirry Freitas Junior** (UFSM) - neyifj@gmail.com

**Marcieli FREITAS DE PAULA** (UFSM) - marci.fp@gmail.com

**Yvelise Piccinin** (UFSM) - yvelisepiccinin@hotmail.com

## **Resumo:**

*A construção civil desenvolve-se rapidamente e com ela aparecem os impactos ocasionados pela inadequada destinação dos resíduos provenientes desta atividade, ao meio ambiente e à sociedade. A reciclagem surge como alternativa para amenizar tais impactos. Neste sentido, este estudo exploratório e descritivo, buscou desenvolver parâmetros operacionais para a instalação de uma recicladora de resíduos da construção civil. Estes foram elaborados a partir de um levantamento realizado com a empresa GR2 - Gestão de Resíduos Ltda., com a finalidade de obter conhecimento sobre as atividades, informações legais, operacionais, para seu devido funcionamento. Verificou-se que os parâmetros que atendem à problemática do trabalho, a partir dos objetivos propostos são: estrutura física para operacionalização do projeto; máquinas, equipamentos e veículos; matéria-prima; licenciamento; despesas administrativas; gastos com combustíveis; consumo de energia elétrica dos equipamentos no processo produtivo; e mão-de-obra.*

**Palavras-chave:** *Parâmetros operacionais. Construção Civil. Reciclagem.*

**Área temática:** *Custos como ferramenta para o planejamento, controle e apoio a decisões*

## **Parâmetros operacionais para implantação de uma recicladora de resíduos da construção civil**

### **RESUMO**

A construção civil desenvolve-se rapidamente e com ela aparecem os impactos ocasionados pela inadequada destinação dos resíduos provenientes desta atividade, ao meio ambiente e à sociedade. A reciclagem surge como alternativa para amenizar tais impactos. Neste sentido, este estudo exploratório e descritivo, buscou desenvolver parâmetros operacionais para a instalação de uma recicladora de resíduos da construção civil. Estes foram elaborados a partir de um levantamento realizado com a empresa GR2 - Gestão de Resíduos Ltda., com a finalidade de obter conhecimento sobre as atividades, informações legais, operacionais, para seu devido funcionamento. Verificou-se que os parâmetros que atendem à problemática do trabalho, a partir dos objetivos propostos são: estrutura física para operacionalização do projeto; máquinas, equipamentos e veículos; matéria-prima; licenciamento; despesas administrativas; gastos com combustíveis; consumo de energia elétrica dos equipamentos no processo produtivo; e mão-de-obra.

**Palavras-chave:** Parâmetros operacionais. Construção Civil. Reciclagem.

**Área temática:** Custos como ferramenta para o planejamento, controle e apoio a decisões.

### **1 INTRODUÇÃO**

No Brasil, o setor da construção civil desenvolve-se em ritmo acelerado. Fatores como a intensa industrialização, o advento de novas tecnologias, crescimento populacional e aumento da urbanização possuem evidente participação para a ocorrência de tal fato.

Com o crescimento das cidades, a indústria da construção civil tornou-se uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social do País, impulsionada pela demanda por obras de infraestrutura (BASEGGIO, 2013). No entanto, os impactos ambientais ocasionados pelas atividades do setor podem ser de grande magnitude, principalmente pelo consumo de recursos naturais, pela modificação da paisagem e, principalmente, pela inadequada destinação dos resíduos gerados nas atividades quando estes são alocados em locais como aterros clandestinos, margens de rios, córregos e terrenos baldios.

Os Resíduos da Construção Civil (RCC) são um dos responsáveis pelo esgotamento dos aterros nas cidades, uma vez que correspondem de 13% a 65% dos resíduos sólidos urbanos (JOHN, 2000; ÂNGULO 2005). Muitas vezes estes decorrem de projetos mal elaborados, demolições, materiais de qualidade duvidosa, transporte ou armazenamento inadequado, mão-de-obra inexperiente e até mesmo obras em processos de reformas.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), na prerrogativa de estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para uma correta gestão dos resíduos da construção civil, editou, em 05 de julho de 2002, a Resolução nº 307 a qual versa sobre as responsabilidades dos geradores de RCC, como empresas privadas de construção, que deverão elaborar projetos especificando quais as alternativas para o gerenciamento dos resíduos produzidos em suas atividades.

As recicladoras de RCC surgem como alternativa para as empresas que necessitam destinar estes materiais. Caramalac (2013) afirma que com a reciclagem dos entulhos da construção civil podem-se obter vantagens de ordem econômica, ambiental e de qualidade, visto que produtos como a areia e brita reciclada custam em torno de 20% a menos, sem deixar de atender os requisitos e normas técnicas vigentes. Além disso, podem-se citar como possíveis utilidades destes materiais reciclados, o uso em pavimentação de estradas, contenção de encostas e canalização de córregos; artefatos à base de material reciclado

(tijolos, blocos e meio-fio); matéria-prima (ou agregados) para reutilização na própria construção civil (areia, brita 1, brita 2, pedriscos), entre outros.

Diante da importância das recicladoras no contexto da destinação dos resíduos das atividades da construção civil, das exigências legais e dos destacados benefícios econômicos, sociais e ambientais obtidos com o processo de reciclagem, insere-se a seguinte problemática da pesquisa: quais os parâmetros operacionais necessários para a instalação de uma Recicladora de Resíduos da Construção Civil?

O objetivo geral do estudo consistiu na definição de parâmetros operacionais necessários para a implantação de uma indústria recicladora de materiais provenientes de resíduos da construção civil. Especificamente a pesquisa buscou caracterizar o processo de reciclagem dos resíduos da construção civil; identificar os gastos para a implantação de uma empresa recicladora; e, estabelecer e propor parâmetros operacionais que considerem os custos de reciclagem.

Além da introdução, ora apresentada, o trabalho abordará os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa, a realidade e as iniciativas de reciclagem de resíduos da construção civil e, sequencialmente, a seção dos resultados, que tem por fim apresentar e propor os parâmetros operacionais para instalação de uma recicladora de Resíduos da Construção Civil. Por último, as considerações finais acerca do estudo e as referências bibliográficas que serviram de base teórica.

## **2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O presente trabalho foi desenvolvido através de um estudo exploratório e descritivo, tendo como finalidade pesquisar e construir parâmetros operacionais para implantação de uma recicladora de resíduos da construção civil.

Para Cervo e Bervian (2002, p. 69), estudo exploratório

é normalmente o passo inicial do processo de pesquisa pela experiência e um auxílio que traz a formulação de hipóteses significativas para posteriores pesquisas. Recomenda-se o estudo exploratório quando há poucos conhecimentos sobre o problema a ser estudado.

Já a pesquisa descritiva tem por finalidade observar, registrar e analisar os fenômenos sem, entretanto, entrar no mérito do seu conteúdo. Gil (2010) comenta que a função da pesquisa descritiva é descrever as características de determinadas populações ou fenômenos. Uma de suas peculiaridades está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática.

Quanto à abordagem do problema, a pesquisa é classificada como qualitativa, pois as informações foram coletadas por meio de um roteiro. As opiniões e respostas dos participantes foram obtidas através de entrevistas estruturadas e posteriormente analisadas. Segundo Lakatos e Marconi (2008, p. 269),

a metodologia qualitativa preocupa-se em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano. Fornece análise mais detalhada sobre as investigações, hábitos, atitudes, tendências de comportamento etc.

No que se refere aos procedimentos metodológicos utilizados, a pesquisa desenvolvida neste trabalho utilizou-se de entrevistas estruturadas, análise de conteúdo, análise documental e observação. A entrevista constitui-se em uma técnica alternativa para se coletarem dados não documentados sobre determinado tema, como uma forma de conversação informal de natureza profissional para se tomar conhecimento mais aprofundado da temática. Já a análise do conteúdo representa, segundo Bardin (1979, p. 42),

um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

Do ponto de vista operacional, a análise de conteúdo inicia pela leitura das falas, realizada por meio das transcrições de entrevistas e documentos. Por sua vez, a pesquisa documental se refere a uma técnica importante na pesquisa qualitativa, seja complementando informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema (LUDKE e ANDRÉ, 1986). Oliveira (2007, p. 69), ressalta que a pesquisa documental

(..) caracteriza-se pela busca de informações em documentos que não receberam nenhum tratamento científico, como relatórios, reportagens de jornais, revistas, cartas, filmes, gravações, fotografias, entre outras matérias de divulgação.

Outro procedimento metodológico que foi utilizado neste trabalho foi a observação sistemática do processo produtivo da reciclagem. Isso possibilitou entender como e porque os processos são na realidade realizados. No estudo, quando foi realizada a visita à GR2 - Gestão de Resíduos Ltda., empresa que cooperou com a realização desse estudo, funcionando como parâmetro no fornecimento de dados e informações sobre o tratamento de resíduos da construção civil, procurou-se observar como ocorrem os processos de recebimento, triagem, produção e disposição do produto reciclado. Também foram observadas as instalações e o funcionamento dos equipamentos utilizados.

A partir dos métodos de pesquisa descritos, procurou-se abordar aqueles que melhor se enquadraram para a construção e proposição dos parâmetros operacionais necessários para a instalação de uma usina recicladora de resíduos da construção civil, classe A. Com o método de análise de documentos foram levantados os gastos das licenças e os incentivos fiscais, do objeto em questão. A interpretação dos dados ficou por conta da análise de conteúdo.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

Nesta seção abordar-se-á uma visão geral sobre a problemática atual dos resíduos da Construção Civil, bem como uma revisão conceitual sobre a Contabilidade de Custos.

#### **3.1 Realidade e iniciativas com relação à problemática dos Resíduos da Construção Civil**

A indústria da construção civil ocupa posição de destaque na economia nacional, quando considerada a significativa parcela do Produto Interno Bruto (PIB) do país pela qual é responsável e também pelo contingente de pessoas que, direta ou indiretamente, emprega. Por outro lado, esta indústria é responsável por cerca de 50% do CO<sub>2</sub> lançado na atmosfera e por quase metade da quantidade dos resíduos sólidos gerados no mundo (JOHN, 2000). No Brasil, as políticas públicas voltadas ao gerenciamento de Resíduos de Construção Civil (RCC) buscam impulsionar as empresas geradoras de resíduos a tomarem uma nova postura gerencial e implementar medidas que visem a redução da quantidade de resíduos produzidos.

Na construção civil, entulho é o conjunto de fragmentos ou restos de tijolo, concreto, argamassa, aço, e outros materiais provenientes da construção civil e obras de demolição em geral. A Resolução 307 do CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente – de 05/07/2002 classifica os resíduos conforme suas características físico-químicas, conforme apresentado no Quadro 1.

Classe do Resíduo	Descrição da Classe do Resíduo
A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas, 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, placa 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.
B	São os resíduos recicláveis para outras destinações, como papel, plásticos, papelão, metais, vidros, madeiras, gesso, etc.
C	São os resíduos onde não foram desenvolvidos tecnologias de reciclagem economicamente viáveis.
D	São os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, como tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais, telhas e demais objetos que contenham amianto.

Fonte: Resolução 307/2002 do CONAMA.

Quadro 1 - Classificação dos resíduos sólidos.

Ainda, a já referenciada resolução do CONAMA, e suas alterações, estabelecem que o gerador de resíduos da construção civil deve:

- a) ser responsável pelo gerenciamento de todos os resíduos;
- b) segregar os resíduos nas diferentes classes estabelecidas pela resolução;
- c) encaminhar os resíduos para reciclagem ou disposição final adequada;
- d) nunca dispor os resíduos em aterros de resíduos sólidos urbanos, em encostas, corpos d'água, lotes vagos ou áreas protegidas por lei.

A reciclagem e o reaproveitamento dos resíduos da construção civil são extremamente importantes para o controle e a atenuação dos problemas ambientais. Observando esses aspectos, a cidade de São Paulo, geradora de uma grande quantidade de entulho diária (cerca de 17 mil toneladas) acabou tornando obrigatório o uso de material reciclado de resíduos da construção civil em obras e serviços de pavimentação de vias públicas da cidade. A determinação é de que toda obra pública use pelo menos 30% de material reciclado e as obras privadas pelo menos 20% (JORNAL TRIBUNA, 2012). Segundo o mesmo jornal, materiais reciclados de construção civil foram muito utilizados nas obras da Arena Corinthians, em São Paulo, onde, só em 2012, as mesmas consumiram mais de 7 mil toneladas de entulho.

Caramalac (2013) afirma que “prefeituras de algumas cidades, como Belo Horizonte, já fazem uso desse recurso e tem gerado inúmeros retornos. Além de esvaziar os aterros, os materiais reciclados são bem mais baratos e com a mesma qualidade”.

Antigamente as empresas não priorizavam questões ambientais na tomada de decisões, seu enfoque estava na maximização do lucro. Atualmente, as organizações adotam uma postura mais responsável para com o meio ambiente e a sociedade, criando medidas preservacionistas e de cunho social. Esse posicionamento não se deve apenas pelo senso de responsabilidade, mas também porque ações nesta área estão sendo valorizadas pela sociedade.

Dado que “a escala da população e da atividade econômica já é tão grande que os impactos ambientais que já foram locais e negligenciáveis agora são globais e inevitáveis” (MAZON, 1998, p. 84), o que se tem procurado mais recentemente é avaliar como o uso de cada um dos elementos da natureza tem causado impacto na saúde e no bem-estar do ser humano.

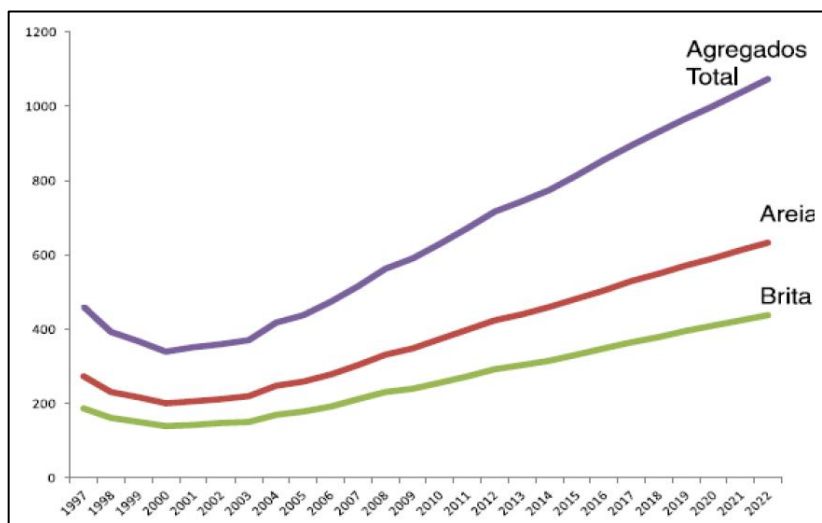
Especificamente, no caso da construção civil, a produção de resíduos provém de sobras e do desperdício dos materiais de construção, que se constituem nos entulhos, fator principal dos danos causados ao meio ambiente. O custo do impacto para a empresa é representado por penalidades como multa, ressarcimentos a terceiros por prejuízos causados, recuperação de áreas degradadas, entre outros fatores que são usados para penalizar as empresas pela má disposição dos resíduos.

Em seus estudos, Caramalac (2013) verificou que os materiais provenientes de resíduos reciclados custam aproximadamente 20% a menos quando comparados a matérias-primas utilizadas nos processos da construção civil. Sendo assim, todas as ações que tenham como objetivo permitir a reutilização de materiais e/ou produtos, de modo a estender seu ciclo de vida e diminuir os problemas com a forma de deposição dos resíduos ou de emissão de poluentes são consideradas atividades de reciclagem. Nesse sentido, as empresas recicladoras de materiais da construção civil destacam-se como alternativas para o cumprimento das normativas legais, bem como para uma destinação mais adequada dos resíduos gerados.

Também, ressalta-se que o entulho de construção reciclado pode substituir em grande parte os agregados naturais empregados na produção de concreto, blocos e base de pavimentação. O Instituto Brasileiro de Mineração – IBRAM (2013) apresenta a quantidade de toneladas que algumas atividades consomem:

- para cada km de uma linha do metrô são consumidos 50.000 toneladas (t) de agregados;
- a construção de cada km de estrada pavimentada consome cerca de 9.800 toneladas;
- em casas populares de 50 m<sup>2</sup> são consumidas 68 t;
- em edifícios são consumidos 1.360 t para cada 1.000 m<sup>2</sup>.

Estudos de Lacerda e Valverde (2013) relatam que o crescimento em toda a cadeia produtiva do setor de agregados, em 2012, verificou um aumento de demanda de 6% em relação ao ano de 2011. Já a estimativa de agregados para 2012 era de cerca de 716 milhões de toneladas. Para o ano de 2013, a projeção indicou um crescimento da ordem de 5% a 6% para o setor de agregados no país, dado que os projetos de infraestrutura e habitação prosseguem em ritmo mais acentuado.



Fonte: ANEPAC (2013).

Figura 1 – Previsão de consumo de agregados no Brasil (milhões de toneladas).

Através da Figura 1, verifica-se a expansão do consumo de agregados, o que seria devastador para as fontes de recursos naturais dado que não são renováveis, mas por outro

lado seria um bom momento para a expansão do setor da reciclagem de resíduos da construção civil, pois existirão em abundância, a demanda estará em alta e o fato de que este material reciclado possui um preço de venda mais baixo do que o do material genuíno configura-se como uma vantagem competitiva.

### **3.2 Revisão de fundamentos da Contabilidade de Custos**

Conceitualmente, a Contabilidade de Custos corresponde, segundo Leone (2000), ao ramo da Contabilidade que se destina a produzir informações que auxiliem a gestão das funções de desempenho, planejamento, controle e de tomada de decisão das operações e de tomadas de decisões, para os diversos níveis gerenciais de uma entidade.

O primeiro elemento da Contabilidade de Custos a ser definido é o Gasto, que para Martins (2010, p. 24) é entendido como sendo “a compra de um produto ou serviço qualquer, que gera sacrifício financeiro para a entidade (desembolso), sacrifício esse representado por entrega ou promessa de entrega de ativos (normalmente dinheiro)”.

Segundo Passarelli e Bomfim (2003, p. 31), os gastos são “valores monetários de todos os desembolsos e compromissos assumidos pela empresa no desempenho de suas operações de produção de bens e serviços”. Por sua vez Dutra (2003, p. 33), define gasto como

o valor pago ou assumido para obter a propriedade de um bem, incluindo ou não a elaboração e a comercialização, considerando as diversas quantidades adquiridas, elaboradas ou comercializadas. O gasto é genérico, não necessitando, portanto, ter ligação com os objetivos sociais da empresa. Pode-se incorrer em um gasto tanto na aquisição de matéria – prima para a produção de um bem como na aquisição de uma obra de arte. Ele se efetiva no momento do conhecimento da obrigação (quando ocasionará um desembolso futuro) ou na redução de um ativo como pagamento (quando o desembolso é imediato).

Assim o gasto apresenta um conceito bem amplo e se aplica a todos os bens e serviços adquiridos, como por exemplo, compra de matéria-prima, de imobilizado, honorários, empregados. Esses gastos podem ocorrer a qualquer momento e representam dispêndios com o ativo da empresa, ou seja, um desembolso monetário da organização.

O segundo elemento a ser caracterizado na Contabilidade de Custos é o Investimento, que segundo Martins (2010, p. 25) é um “gasto ativado em função da sua vida útil ou de benefícios atribuíveis a futuro(s) período(s)”. Exemplos de investimento são a compra de máquinas destinadas a produção, veículos, equipamentos de informática, gastos para implantação da empresa, entre outros.

Outro elemento da Contabilidade de Custos a ser definido é o Custo, que de acordo com Bruni e Famá (2012), podem ser definidos como medidas monetárias dos sacrifícios com os quais uma organização tem que arcar a fim de atingir seus objetivos, ou seja, todos os recursos consumidos no processo produtivo e que são necessários para deixar o produto ou serviço em condições de entrega ao cliente.

## **4 RESULTADOS**

Nesta seção apresentar-se-á a caracterização do processo de reciclagem de Resíduos da Construção Civil, bem como a identificação dos custos e proposição de parâmetros operacionais para implantação de uma recicladora de RCC. Destaca-se que os parâmetros propostos se enquadram a uma usina recicladora de entulhos classificados na Classe A, conforme classificação estabelecida pela Resolução nº 307 do CONAMA, de 2002.

### **4.1 A organização parâmetro**

Este trabalho serviu-se de dados obtidos junto à empresa GR2 - Gestão de Resíduos Ltda., a qual serviu de referência para construção dos parâmetros ora apresentados. Esta

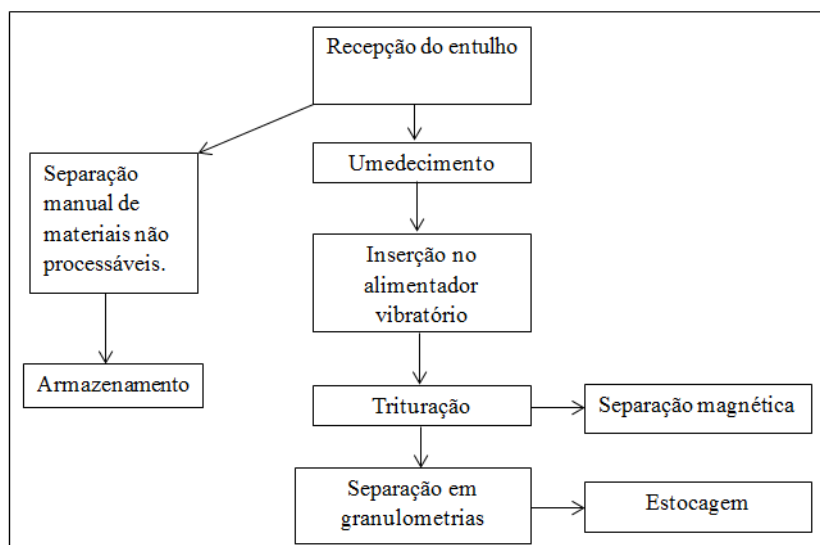
empresa é especializada na gestão dos Resíduos da Construção Civil, além de atuar como gestora na área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil – ATT. Possui uma área de triagem, transbordo e reciclagem de resíduos da construção civil, classe A, na cidade de Santa Maria – RS.

#### 4.2 Caracterização do processo de reciclagem de RCC

As operações de uma usina de reciclagem de resíduos com origem na construção civil, desde o recebimento dos materiais brutos até a separação e estocagem, são caracterizadas pela seguinte sequência de atividades:

- 1) O entulho trazido pelos caminhões de coleta é depositado no pátio de recepção.
- 2) Após ser realizada a descarga no pátio, ocorre o processo de triagem manual dos materiais que não fazem parte das etapas de reciclagem do entulho, como plásticos, metais, papelão e pequenas quantidades de matéria orgânica. Além do processo manual de separação, há o auxílio de uma pá carregadeira para revirar o material descarregado de modo a facilitar a segregação dos que não serão utilizados pela equipe de serventes.
- 3) Os materiais segregados que não serão aproveitados no processo de reciclagem como gesso, madeira, ferro, papelão, plástico, entre outros, são separados e armazenados em locais específicos para destinação futura.
- 4) Estando o entulho livre dos materiais não reaproveitados, é levemente umedecido através de um sistema de aspersão, de forma a minimizar a quantidade de poeira gerada na futura trituração. Em seguida, é inserido, com auxílio da pá carregadeira, no alimentador vibratório que faz dosagem correta do material que passará no britador.
- 5) Passando pelo alimentador, o material segue para o britador, onde é triturado. Do britador o material segue numa pequena esteira rolante equipada com separador magnético, onde é efetuada a separação de resíduos de ferro que não foram identificados na triagem e, conseqüentemente, incluídos ao material britado;
- 6) Após essa separação inicial, o material é encaminhado à peneira vibratória, que executa a separação do material em granulometrias selecionadas.
- 7) Da peneira, cada uma das frações é transportada para o seu respectivo pátio de estocagem por meio de uma esteira transportadora convencional, de velocidade constante.

A Figura 2 proporciona uma visão completa do sistema de reciclagem dos resíduos provenientes da atividade da Construção Civil:



Fonte: elaboração própria.

Figura 2: Sistema de reciclagem de resíduos na construção civil.



Assim, a matéria-prima obtida pode ser novamente utilizada na indústria da construção civil no formato de: base e sub-base de rodovias; peças pré-moldadas não estruturadas; briquetes para calçadas; blocos muros e alvenaria de casas populares; agregados miúdos para revestimento; agregados para a construção de meios-fios; bocas-de-lobo e sarjetas; entre outros (Manual de Gerenciamento Integrado, IPT: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995).

Conforme Abdou e Bernucci (2007) são vários os tipos de matéria gerada a partir da reciclagem de RCC, para os resíduos de Classe A:

1) Bica corrida - granulometria variável, utilizada para sub-base de pavimentações, recuperação de vias rurais e serviços de tapa-buracos;

2) Areia grossa - granulometria até 2,4 mm, opção para pequenos serviços, argamassa de assentamento e outros;

3) Pedrisco - granulometria até 9,5 mm, recomendado para uso na fabricação de artefatos de cimento, bloco de vedação, piso intertravado, entre outros;

4) Pedra n° 1 - granulometria até 19 mm, usada em diversas aplicações. Ex.: fabricação de concreto não estrutural e drenagens.

5) Pedregulho ou rachão - granulometria acima de 25 mm, usado em diversas aplicações. Ex.: contenção de erosões e voçorocas, drenagens, etc.

Após o processo de reciclagem dos resíduos e produção dos agregados apresentados, o material obtido está pronto para a venda.

### **4.3 Identificação dos custos e proposição de parâmetros operacionais**

Os parâmetros operacionais foram construídos e propostos a partir dos dados obtidos com a empresa GR2, recicladora de Resíduos da Construção Civil (RCC).

#### **4.3.1 Estrutura física para operacionalização do projeto**

A partir dos dados levantados, apurou-se que para o desenvolvimento de todas as atividades operacionais de uma recicladora faz-se necessário um terreno, correspondente a um tamanho aproximado de 5 hectares (equivalente 50.000 m<sup>2</sup>). Utilizando-se como base o preço do metro quadrado de um terreno junto ao Distrito Industrial de Santa Maria/RS, que é de R\$20,36/m<sup>2</sup>, valor este devido a estímulos para instalação de indústrias neste local, o gasto necessário com terreno seria de R\$ R\$203.600,00.

Na parte administrativa, o projeto envolve a necessidade de um escritório, bem como um vestiário, sanitário e um refeitório como estrutura mínima para realização das atividades de compra, venda e negociação, e também repouso e recreação. Cabe ressaltar que todos esses estabelecimentos precisam ser mobiliados e equipados.

O gasto do projeto envolvendo escritório, vestiário, sanitário e o refeitório foi estipulado como base no custo unitário básico (CUB) de andar livres normal fornecido pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil, do Estado do Rio Grande do Sul (SINDUSCON-RS) onde pra cada m<sup>2</sup> o valor corresponde à R\$1.290,78. Para o escritório, projetou-se o gasto de R\$103.262,40, para um tamanho de 80m<sup>2</sup> (10 x 8 metros). Para o vestiário e sanitário, estipulou-se um tamanho 40 m<sup>2</sup> (8 x 5 metros), onde o gasto seria de R\$51.631,20. Já o refeitório, teria um gasto de R\$46.468,08, se construído na medida de 36 m<sup>2</sup> (6 x 6 metros).

Para guardar os veículos da empresa, como caminhão caçamba e retroescavadeira, além de uma cobertura para os equipamentos de reciclagem, estipulou-se um espaço de 150 m<sup>2</sup>, que calculados com base nos valores do CUB de galpão industrial (R\$ 578,38/m<sup>2</sup>), o gasto será de R\$86.757,00. Os valores do CUB, utilizados para fins de cálculo estão dispostos no Quadro 2:

PROJETOS	Padrão de acabamento	Código	Custo R\$/m <sup>2</sup>	Variação %		
				Mensal	Anual	12 meses
<b>RESIDENCIAIS</b>						
R - 1 (Residência Unifamiliar)	Baixo	R 1-B	1.066,19	0,70	9,24	9,15
	Normal	R 1-N	1.310,33	0,62	9,47	9,42
	Alto	R 1-A	1.638,87	0,43	9,07	8,93
PP (Prédio Popular)	Baixo	PP 4-B	980,52	0,70	9,56	9,62
	Normal	PP 4-N	1.263,67	0,76	10,07	9,92
R - 8 (Residência Multifamiliar)	Baixo	R 8-B	932,72	0,74	9,57	9,62
	Normal	R 8-N	1.091,83	0,63	9,61	9,61
	Alto	R 8-A	1.345,06	0,56	9,26	9,17
R - 16 (Residência Multifamiliar)	Normal	R 16-N	1.060,94	0,58	9,62	9,65
	Alto	R 16-A	1.386,07	0,61	9,48	9,55
PIS (Projeto de Interesse Social)		PIS	740,96	0,68	9,30	9,33
RPQ1 (Residência Popular)		RP1Q	1.066,37	0,63	9,27	9,55
<b>COMERCIAIS</b>						
CAL- 8 (Comercial Andar Livres)	Normal	CAL 8-N	1.290,78	0,51	9,98	9,97
	Alto	CAL 8-A	1.416,64	0,44	10,08	10,07
CSL- 8 (Comercial Salas e Lojas)	Normal	CSL 8-N	1.084,70	0,62	9,69	9,65
	Alto	CSL 8-A	1.238,65	0,58	9,64	9,63
CSL- 16 (Comercial Salas e Lojas)	Normal	CSL 16-N	1.450,92	0,61	9,81	9,81
	Alto	CSL 16-A	1.652,72	0,57	9,73	9,75
GI (Galpão Industrial)		GI	578,38	0,47	9,45	9,51

Fonte: SINDUSCON/RS (2013).

Quadro 2: Custo Unitário Básico para 2013.

Ao se realizar uma pesquisa junto a empresas do ramo mobiliário e de eletrônicos de Santa Maria, constatou-se que para um escritório, constituído por mesas, cadeiras, armários, computadores, condicionador de ar e impressora multifuncional, o gasto associado seria R\$6.500,00. Para o refeitório, considerando-se a necessidade de mesas, cadeiras, refrigerador, fogão e micro-ondas, os gastos seriam de R\$2.260,00.

Também, considerou-se um sistema de seguridade dos bens da empresa. Em orçamento realizado junto à empresa Eset Alarmes, localizada em Santa Maria/RS, verificou-se que o valor referente a este corresponde a R\$1.470,00, além de uma mensalidade de R\$300,00 correspondente ao serviço de vigilância monitorada. Os valores orçados estão dispostos no Quadro 3:

DESCRIÇÃO	VALOR
Central de Alarme	R\$ 790,00
Infra vermelho interno	R\$ 120,00
Sensor magnético	R\$ 120,00
Bateria selada	R\$ 90,00
Sirene	R\$ 25,00
Cabo 40mts x 6mm	R\$ 85,00
Serviço de instalação	R\$ 240,00
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1.470,00</b>

Fonte: Eset Alarmes (2013).

Quadro 3: Equipamentos para a segurança.

Considerando-se todos os gastos referentes à implantação da estrutura física de uma recicladora de RCC, apresenta-se o Quadro 4, onde se discriminam e totalizam os valores necessários para tal:

IMÓVEIS E MÓVEIS	ÁREA (m <sup>2</sup> )	VALOR (R\$)
Terreno	50.000 m <sup>2</sup>	R\$ 203.600,00
Escritório	80 m <sup>2</sup>	R\$ 103.262,40
Refeitório	36 m <sup>2</sup>	R\$ 46.468,08
Vestiário e Sanitário	40 m <sup>2</sup>	R\$ 51.631,20
Galpão	150 m <sup>2</sup>	R\$ 86.757,00
Mobiliário escritório		R\$ 6.500,00
Mobiliário refeitório		R\$ 2.260,00
Sistema de Alarmes		R\$ 1.470,00
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 501.948, 68</b>

Fonte: Elaborada pelos autores.

Quadro 4 – Gasto do projeto (em R\$)

#### 4.3.2 Máquinas, equipamentos e veículos

Para o desenvolvimento das atividades de reciclagem, necessita-se de um equipamento que atenda a demanda da empresa. No Quadro 5 visualizam-se os componentes que fazem parte de um equipamento com capacidade para reciclar até 80 ton/h de entulho, relação obtida com a fabricante Mapre Equipamentos Rodoviários Ltda.. Além disso, a mesma empresa orçou o valor de R\$ 498.000,00 para este equipamento.

<b>COMPONENTES DO EQUIPAMENTO DE RECICLAGEM</b>
1 – Alimentador vibratório 280/80 – com motor
2 – Peneira vibratória 4000 x 1500 x 01deck – com motor e trilhos
3 – Transportadora 24” x 15mts – Retirada finos
4 – Transportador 15” x 15 mts – peneira até correia de triagem
5 – Moega de distribuição de resíduos para catação
6 – Transportador 42” x 12 mts – especial para catação
7 – Plataforma metálica do alimentador e peneira
8 – Plataforma metálica da unidade de triagem
9 – Comando elétrico completo

Fonte: Mapre Equipamentos Rodoviários Ltda.

Quadro 5 - Componentes do equipamento de reciclagem.

Com relação ao maquinário para trabalhar com os entulhos, são necessários no mínimo dois veículos, que auxiliarão no processo de produção e na fase final, no transporte após a venda. Esses veículos correspondem a uma retroescavadeira e a um caminhão caçamba. Em consulta com a empresa Makena Máquinas Equipamentos e Lubrificantes Ltda., uma retroescavadeira da marca JCB possui o valor de R\$ 215.000,00.

Já um caminhão, junto a empresa Veísa Veículos Ltda., marca Mercedes, com 4 cilindros, tem o valor de R\$185.000,00. Também se faz necessária uma caçamba para o transporte dos produtos e resíduos. A empresa Medianeira Mecânica e Implementos Ltda. estabelece um valor de R\$22.000,00 para uma caçamba com capacidade de 6m<sup>3</sup> de carga, para o transporte dos resíduos.

#### 4.3.3 Matéria-prima

Qualquer processo produtivo necessita ser alimentado por matérias-primas, os *inputs*, que após processadas transformam-se em novos produtos, os *outputs*. No caso das recicladoras de RCC, os materiais para a produção dos agregados podem ser obtidos através do recebimento de entulho das construtoras, tele entulhos, pequenos geradores, entre outros.

No recebimento do entulho a empresa parâmetro cobra uma taxa de R\$15,00/m<sup>3</sup> para a separação (triagem) dos resíduos recebidos, onde os de Classe A são reciclados e os demais,

destinados adequadamente. Conforme dados obtidos com a GR2, a empresa recebe em torno de 30% dos RCC gerados no município, o que resulta em uma média de 710 m<sup>3</sup>/mês, um valor baixo em relação à geração estimada em estudo realizado por Hengen (2012) onde este aponta que a quantidade de resíduos da construção civil transportada por tele-entulhos em Santa Maria/RS foi de aproximadamente 2.366 m<sup>3</sup> mensais em 2011. Considerando-se 26 dias de trabalho durante o mês, chega-se ao equivalente a 91m<sup>3</sup> por dia. Dessa forma, estimou-se que a capacidade operacional para a usina projetada seria de um volume mensal de 1.656 m<sup>3</sup>, o percentual excedente que atualmente a GR2 não recicla.

#### 4.3.4 Licenciamento

Para que inicie suas operações, faz-se necessário que as recicladoras de RCC passem pelas fases de planejamento da atividade e instalação do empreendimento, nas quais se exigem o requerimento das licenças ambientais prévias, junto à Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), para a instalação e, posteriormente, operação:

- a) Licença Prévia (LP) - licença que deve ser solicitada na fase de planejamento da implantação, alteração ou ampliação do empreendimento. Aprova a viabilidade ambiental do empreendimento, não autorizando o início das obras. Seu prazo de validade é de 5 (cinco) anos para empreendimentos com localização nos distritos industriais já licenciados.
- b) Licença Instalação (LI) - licença que aprova os projetos. É a licença que autoriza o início da obra/empreendimento. É concedida depois de atendidas as condições da Licença Prévia. O Prazo de validade é fixado entre 1 (um) e 5 (cinco) anos, com base no cronograma proposto para a execução do empreendimento.
- c) Licença de Operação (LO) - licença que autoriza o início do funcionamento do empreendimento/obra. É concedida depois de atendidas as condições da Licença de Instalação. Seu prazo de validade é fixado em quatro anos. Cabe ressaltar que para as empresas localizadas no Distrito Industrial a validade da licença é de 5 anos.

O valor das licenças ambientais baseiam-se de acordo com o ramo de atividade e porte (volume de produção em m<sup>3</sup>/dia) da empresa. Para uma empresa com as mesmas características da GR2, que é uma central de triagem com beneficiamento de resíduos sólidos da construção civil (código de atividade nº 3.544,20 fornecido pela FEPAM), com potencial de poluição de grau médio e classificada como de pequeno porte, pois o volume de produção está entre 25 a 100 m<sup>3</sup>/dia, a licença ambiental, junto à FEPAM em 2013, importará em R\$ 2.794,75, conforme dados do Quadro 6:

Porte	Potencial Poluidor	LP (Licença Prévia)	LI (Licença de Instalação)	LO (Licença de Operação)
Pequeno	Baixo	R\$ 358,65	R\$ 1.008,22	R\$ 509,13
	Médio	R\$ 715,61	R\$ 1.220,15	R\$ 858,99
	Alto	R\$ 1.035,81	R\$ 2.826,54	R\$ 2.429,01

Fonte: FEPAM (2013).

Quadro 6: Valores das licenças junto à FEPAM

#### 4.3.5 Despesas administrativas

Outro parâmetro a ser considerado são as despesas mensais relativas a telefone, água e energia elétrica, bem como os demais gastos da estrutura administrativa. De acordo com dados da empresa parâmetro GR2, as despesas médias mensais relativas ao setor administrativo da usina de reciclagem importam em torno de R\$ 650,00.

#### 4.3.6 Gastos com combustíveis

Para o cálculo do gasto com combustível, os fatores a serem considerados são o consumo médio horário das máquinas e equipamentos, bem como o preço por litro do combustível. Para a retroescavadeira, os valores estimados estão dispostos no Quadro 7:

Horas diárias	Quantidade de dias por mês	Total horas mês	Valor do litro diesel	Média Consumo de combustível retro (lts/h)	Quantidade aproximada de litros por mês	Gasto mensal
7,33	26	190,67	R\$2,43	12,5	2.383,33	R\$5.791,50

Fonte: Elaborada pelos autores.

Quadro 7 – Gasto mensal com combustível de uma retroescavadeira.

O valor dos gastos com combustível do caminhão foi obtido a partir do volume mensal de produção de 1.656 m<sup>3</sup>. Estes são transportados por um caminhão de capacidade 6 m<sup>3</sup>. A média de quilômetros por entrega é de 11 km, que ao se multiplicar pela quantidade de entregas (276 entregas) resulta em um total de 3.036 km por mês. O consumo de combustível pelo caminhão é de 6 km/L. Logo, a quantidade de litros por mês é de 506 L, que a um preço de R\$ 2,43, resulta em um gasto mensal aproximado de R\$ 1.229,58.

#### 4.3.7 Consumo de energia elétrica dos equipamentos no processo produtivo

Os gastos relativos ao consumo de energia elétrica do equipamento de reciclagem são obtidos a partir do custo kWh (kilowatt) e pela quantidade consumida. O valor do kWh/h (kilowatts/hora) foi obtido com a empresa AES Sul Distribuidora de Energia S.A. O equipamento de reciclagem consome em média 40kWh/h para reciclar de 10 a 20 toneladas por hora. A quantidade que é reciclada mensalmente é de 1.656 m<sup>3</sup> equivalentes a 1.987,20 toneladas mensais. Estes valores correspondem ao maquinário e ao nível de atividade adotado pela GR2. No Quadro 8 encontram-se dispostos os valores e dados necessários para se obter o custo do consumo de energia elétrica pela usina de reciclagem.

Horas diárias	Quantidade de dias por mês	Total horas mês	Valor kWh por hora	Média consumo de energia em kWh	kWh mensais	Gasto Mensal
7,33	26	190,67	0,37	40	7.626,67	R\$2.821,87

Fonte: Elaborada pelos autores.

Quadro 8 – Gasto mensal de energia elétrica do equipamento de reciclagem.

#### 4.3.8 Mão-de-obra

Qualquer empreendimento necessita de mão de obra para desenvolver suas atividades. O quadro de pessoal deve ser qualificado para atender a estrutura operacional da empresa e do nível de atividades pretendido para seu funcionado. Vale destacar que o salário deve estar de acordo com cada categoria, devendo-se observar as decisões acordadas em convenções coletivas. Logo, os salários dos funcionários, tendo como base os especificados pela convenção coletiva de trabalho de 2013 do Sindicato da Indústria da Construção Civil de Santa Maria /RS (SINDUSCON-SM) podem ser visualizados no Quadro 9.

Cargos	Carga horária semanal	Salário mensal	Insalubridade (20% do salário mínimo nacional)	Prêmio de assiduidade (cesta básica)
Secretaria	44 hs	R\$815,00	-	R\$59,00
Gerente	44 hs	R\$1.356,00	R\$135,60	R\$59,00
Operadores	44 hs	R\$977,00	R\$135,60	R\$59,00
Serventes	44 hs	R\$725,00	R\$135,60	R\$59,00

Fonte: SINDUSCONS-SM (2013)

#### Quadro 9 – Salários base para os funcionários

Também, cabe destacar que a empresa parâmetro, paga ao profissional da área contábil um valor mensal de um salário mínimo nacional, a título de honorários.

#### 4.3.9 Gastos relativos à legalização da empresa

A abertura de uma empresa requer alguns procedimentos burocráticos, como o registro na Junta Comercial, registro na Secretaria da Receita Federal – CNPJ, registro na Secretaria de Estado da Fazenda, registro no INSS, alvará dos Bombeiros, além do Registro na Prefeitura do Município. Os seguintes documentos, com seus gastos correspondentes estão demonstrados no Quadro 10, obtidos em cada Órgão.

Órgãos	Documentos	Taxa	Taxa após vistoria
Junta Comercial	Registro da empresa	R\$ 81,00	
Secretaria da Receita Federal do Brasil	CNPJ	Sem custos	
Instituto Nacional do Seguro Social	Registro no INSS	Sem custos	
Bombeiros	Alvará dos bombeiros	R\$ 60,17	
Prefeitura	Zoneamento	R\$ 19,31	
	Ambiental	R\$ 19,31	
	Localização	R\$ 19,31	R\$ 2.075,35
	Sanitário	R\$ 482,64	

Fonte: Elaborada pelos autores.

#### Quadro 10 – Gastos com documentação para abertura da empresa.

É importante destacar que os alvarás de bombeiros, localização e sanitário utilizam a área do empreendimento como base para emissão das taxas. Os valores referentes aos registros nos Órgãos Estaduais e Municipais baseiam-se no Rio Grande do Sul e Santa Maria, respectivamente, sede da GR2.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio desta pesquisa exploratória constatou-se a relevância que a correta destinação dos resíduos provenientes da construção civil detém na busca de uma melhor qualidade ambiental, bem como a importante função, sustentável, das empresas recicladoras de entulhos.

Sendo assim, o objetivo deste estudo deteve-se na definição de parâmetros operacionais necessários para a implantação de uma indústria recicladora de materiais provenientes de resíduos da construção civil, a partir dos dados da empresa parâmetro, a GR2 - Gestão de Resíduos Ltda., bem como da caracterização do processo de reciclagem para resíduos Classe A.

Para tanto, os parâmetros sugeridos por este trabalho como necessários para a instalação de uma usina recicladora de resíduos da construção civil são: estrutura física para operacionalização do projeto; máquinas, equipamentos e veículos; matéria-prima; licenciamento; despesas administrativas; gastos com combustíveis; consumo de energia elétrica dos equipamentos no processo produtivo; mão-de-obra; e, legalização da empresa.

Cabe ressaltar que para máquinas, equipamentos e veículos utilizaram-se valores de reposição para estes bens. Além disso, para cada projeto de instalação de empresas recicladoras de RCC faz-se necessário considerar as especificidades da região e do mercado para as atividades operacionais, no que tange ao volume estimado de processamento de entulhos, à estrutura física planejada, à necessidade de mão-de-obra para cada atividade do

processo, entre outras. Os parâmetros, ora expostos, destinam-se a empresas de reciclagem de resíduos da construção civil Classe A, ou seja, que podem ser reutilizados como agregado para diversas obras.

Para estudos futuros, sugere-se a aplicação dos parâmetros apresentados em projetos de instalação de recicladoras de RCC, no intuito da sua efetivação, bem como para a busca de outros possíveis parâmetros a serem considerados.

## REFERÊNCIAS

ABDOU, M. R.; BERNUCCI, L. L. B. **Pavimento ecológico**: uma opção para a pavimentação de vias das grandes cidades. Sinal de trânsito. São Paulo, 2007. Disponível em < [http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/pavimento\\_ecologico.pdf](http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/pavimento_ecologico.pdf) > Acesso em 14 out. 2013.

ANEPAC – Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção civil. **Acesso aos depósitos de agregados**: uma questão mundial. Anuário 2011. Disponível em <<http://anepac.org.br/wp/wp-content/uploads/2011/09/Anuarioanepac-20111.pdf>>. Acesso em 01dez. 2013.

ÂNGULO, S. C. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento mecânico de concretos** – São Paulo, 2005. 167 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Ed. 70, 1979.

BASEGGIO, M. **Reciclagem e beneficiamento de resíduos da construção civil**. Pernambuco. 2013. Disponível em:  
<<http://digital.bnppmedia.com/publication/?i=157648&p=25>>. Acesso em 15 set. 2013.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. **Resolução n° 307**, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios, procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília-DF.

BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. **Gestão de custos e formação de preços: com aplicações na calculadora HP 12 c e Excel**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CARAMALAC, C. **A Reciclagem de Resíduos na Construção Civil**. **Toledo Leme Construção Civil**. São Paulo. 2013. Disponível em:  
<<http://www.toledoconstrucaocivil.com.br/news/a-reciclagem-de-residuos-naconstru%C3%A7%C3%A3o-civil/>> Acesso em: 01 dez. 2013.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2002.

DUTRA, R. G. **Custos**: uma abordagem prática. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HENGEN, M. F. **Avaliação do Plano de Gerenciamento dos RCC em Santa Maria**. 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente. Bento Gonçalves/RS, de 25 a 27/04/2012. Disponível em: <[Http://www.proamb.com.br/downloads/918qwg.pdf](http://www.proamb.com.br/downloads/918qwg.pdf)> Acesso em: 12 dez. 2013

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. Informações e análises da economia mineral brasileira - **Agregados**. 7. ed. 2013. Disponível em <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00002784.pdf>>. Acesso em 01 nov. 2013.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Lixo Municipal**: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: IPT/ CEMPRE. 1995. 278p.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil** – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. São Paulo, 2000. 102p. Tese (livre docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

LACERDA, B. R. M; VALVERDE, F. M. **Consumo de Agregados**: demanda setorial permaneceu aquecida em 2012. Revista Brita e Areia – Anepac. ed. 59, 2013. Disponível em <<http://anepac.org.br/wp/wp-content/uploads/2011/05/Revista591.pdf>>. Acesso em 14 out. 2013.

LAKATOS, E.; MARCONI, M. Metodologia Científica. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LEONE, G. S. G. **Curso de Contabilidade de Custos**. São Paulo: Atlas, 2000.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo, EPU, 1986.

MARTINS, E. **Contabilidade de Custos**. 10. ed. São Paulo, Atlas, 2010.

MAZON, R. **Revista de administração de empresas**. São Paulo, 1998.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Petrópolis, Vozes, 2007.

PASSARELLI, J.; BOMFIM, A. **Custo**: controle e Análise. 2. ed. São Paulo: Iob, 2003.

TRIBUNA. **Sustentabilidade em palavras**: construção civil de ribeirão preto. 2012. Disponível em <<http://www.tribunaribeirao.com.br/especial/especiallixoparte3.pdf>> Acesso em 14 out. 2013.