

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: AS PRINCIPAIS PRÁTICAS DE BENEFICIAMENTO INTERNO DO EMPREENDIMENTO ILHA PURA

Área temática: Gestão Ambiental e Sustentabilidade

Aline Guimarães Monteiro Trigo

aline.trigo@cefet-rj.br

Thiago Garcia Cerqueira Salim

thiagogcsalim@gmail.com

André Luis Torres Miranda

mirandaandre_3@hotmail.com

Resumo: *A indústria da construção civil é uma das maiores geradoras de resíduos. Isto ocorre fundamentalmente pela falta de conhecimento sobre a gestão integrada dos materiais e pelo alto desperdício existente nesta cadeia produtiva, conseqüentemente os impactos ambientais oriundos dessas práticas são enormes. Entretanto, com o aumento da conscientização e da possibilidade de reciclagem e reaproveitamento dos resíduos da construção civil de forma sustentável, são desenvolvidas e aplicadas inúmeras ações para a minimização desses impactos ambientais negativos e a redução de custos com o desperdício de material. Nesse sentido, esse trabalho se propõe a analisar uma das práticas de beneficiamento interno observada durante o gerenciamento de resíduos da construção civil em um canteiro de obras do empreendimento conhecido por Ilha Pura. Espera-se que práticas sustentáveis advindas desse gerenciamento, como o reaproveitamento dos resíduos de classe A em substituição a brita corrida mista no uso de base e sub-base em vias de acesso, contribuam para a melhoria técnica e ambiental do empreendimento.*

Palavras-chaves: *Construção Civil, Resíduos da Construção Civil, Ilha Pura, Reaproveitamento, Beneficiamento Interno.*

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos percebeu-se que a construção civil brasileira retomou o seu importante papel no crescimento econômico do país. Após momentos de baixo investimento em infraestrutura e habitação observou-se um grande déficit de moradia e infraestrutura. Por algum tempo, o Brasil reencontrou a sua rota para o progresso associado a uma crescente demanda habitacional e a necessidade de investimentos na infraestrutura urbana para os grandes eventos como Jogos Militares, Copa do Mundo, Olimpíada e Paraolimpíadas. (SIMÃO, 2013)

Ao mesmo tempo em que ocupa posição de destaque na economia do Brasil, o setor apresenta-se como grande gerador de impactos negativos ao meio ambiente que se verificam desde a extração das matérias-primas necessárias à produção de materiais, passando pela execução dos serviços nos canteiros de obra até a destinação final dada aos rejeitos gerados, ocasionando grandes alterações na paisagem urbana. Contudo, existe um grande desafio a ser enfrentado pelo setor que é contribuir para o crescimento econômico do país, mantendo a sua capacidade de gerar empregos diretos e indiretos e tornar-se um potencial agente de fomento à sustentabilidade, a partir do gerenciamento dos resíduos de construção civil (RCC), que compreende ações desenvolvidas por empreendimentos e construtoras no sentido de antever, controlar e gerir o tratamento dos resíduos de suas obras.

O presente trabalho tem como objetivo analisar os aspectos técnico, econômico e ambiental de uma estratégia de beneficiamento interno aplicada durante o gerenciamento dos resíduos da construção civil da obra da Vila dos Atletas, também conhecida comercialmente por Ilha Pura.

Metodologicamente, segundo os objetivos, apresenta um caráter exploratório, pois tem o “objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito”. Ademais, o trabalho baseia-se numa pesquisa bibliográfica (livros, publicações periódicas) e documental (tabelas estatísticas, normas, resoluções, etc). (DIEHL, TATIM, 2004). Quanto aos procedimentos, é um estudo de caso relacionado ao gerenciamento dos resíduos da obra da Vila dos Atletas, que visa otimizar a geração de resíduos em seu canteiro de obras e de mitigar os impactos ambientais.

O EMPREENDIMENTO ILHA PURA

A Ilha Pura está localizada em uma área com aproximadamente 870.000 m², na zona oeste do Rio de Janeiro, a 35 km do centro da cidade e perto da Barra da Tijuca. (Figura 1)



Figura 1: Localização Ilha Pura.

Fonte: ILHA PURA (2012a).

Na primeira fase deste projeto, será executada a Vila dos Atletas das Olimpíadas e das Paraolimpíadas do Rio de Janeiro em 2016, que será utilizada por mais de dezoito mil atletas em uma área de 247.000 m². Além disso, o projeto contempla um parque público de 65.000 m² e um viveiro de 20.000 m² para atender o paisagismo da Vila Olímpica.

A Ilha Pura Empreendimentos Imobiliários é um consórcio formado pelas empresas Odebrecht Realizações Imobiliárias e Carvalho Hosken que ao se estabelecer provocou uma mudança de projeto de 42 torres com 12 pavimentos para 31 torres com 17 pavimentos, com vistas a se tornar uma obra mais limpa e rápida, priorizando a racionalização dos recursos. A partir deste momento, todo o desenvolvimento do empreendimento foi permeado pelo conceito de sustentabilidade.

A Ilha Pura é o primeiro empreendimento a receber a Certificação LEED ND, (*Leadership in Energy & Environmental Design – Neighborhood Development*) na América Latina. No Rio de Janeiro é o primeiro empreendimento a receber a Certificação AQUA Bairros e Loteamentos e o primeiro empreendimento privado a receber o Selo Casa Azul de

Construção Sustentável. Além disso, recebeu a Certificação AQUA-HQE (Alta Qualidade Ambiental) Habitacional para todos os edifícios. (PRÊMIO DESTAQUE ODEBRECHT, 2014) A adoção dessas certificações demonstra a preocupação com o ambiente, em função da possibilidade de controle ou minimização dos impactos ambientais gerados.

A estrutura de sustentabilidade da Ilha Pura foi desenvolvida a partir de seis pilares, compreendendo os conceitos mais relevantes na busca de um empreendimento sustentável: Meio ambiente e sociedade, Redução de gases de efeito estufa, Eficiência no uso da água, Eficiência energética, Materiais e resíduos e Mobilidade.

- Redução de GEE (gases de efeito estufa) deve permear todas as iniciativas relativas à construção do empreendimento, principalmente em relação às técnicas construtivas, logística e escolha de materiais;
- Meio ambiente e Sociedade no desenvolvimento do projeto se reflete na busca pela qualidade de vida, acessibilidade universal análise do território e contexto local;
- Eficiência Energética, considerando a prioridade por técnicas passivas de projeto é dividida em 3 seções: Inserção Urbana, Projeto e Conforto e a própria Eficiência Energética dos edifícios, contudo a ênfase é dada para as duas primeiras seções;
- Gestão de Água se reflete em estratégias ativas de projeto;
- Materiais e Resíduos aborda a conservação de recursos materiais e a gestão dos resíduos sólidos urbanos;
- Mobilidade abrange transporte e conectividade. (ILHA PURA, 2012a, p.07)

RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

No Brasil, os resíduos da construção civil (RCC) correspondem de 51 a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2012). Essa grande massa quando gerenciada de forma inadequada afeta a qualidade da vida urbana, sobrecarrega os serviços municipais de limpeza pública, contribuindo para o aumento da desigualdade social.

Para melhor entendimento, os resíduos da construção civil são definidos pela resolução CONAMA 307 como:

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, fiações

elétricas, etc. Comumente chamados de entulho de obras, caliça ou metralha. (CONAMA 307, 2002, p. 95)

A classificação desses resíduos tem fundamental importância no gerenciamento de resíduos da construção civil. De acordo com as resoluções CONAMA 307 (2002), 348 (2004), e 431 (2011), temos:

- Classe A: Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados: Componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento e etc.), alvenaria, concreto, argamassas e solos.
- Classe B: Resíduos recicláveis para outras destinações: Madeira, metal, plástico e papel.
- Classe C: Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem e recuperação: Produtos sem tecnologias disponíveis para a recuperação (gesso, por exemplo).
- Classe D: Resíduos perigosos oriundos do processo de construção: Resíduos perigosos (tintas, óleos, solventes, etc.).

GERENCIAMENTO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A longa cadeia construtiva da construção civil proporciona reflexos em diversos locais e regiões, desde a fabricação do cimento (uma das maiores poluidoras), transporte dos materiais, alteração do meio, como a criação de barragens ou projetos de terraplenagem e etc. Esses “reflexos” são de cunho ambiental, social e econômico. Uma construção realizada em um espaço urbano, quando vista de forma superficial, parece não causar danos significativos, mas com um olhar mais atento e crítico pode-se perceber, e prever determinados danos ambientais. Cardoso (2006) apresenta os impactos ambientais mais comuns em canteiros de obras são:

No meio físico solo:

- Alteração das propriedades físicas;
- Contaminação química;

- Indução de processos erosivos;
- Esgotamento de reservas minerais.

No meio físico ar:

- Deterioração da qualidade do ar;
- Poluição sonora.

No meio físico água:

- Alteração da qualidade de águas superficiais;
- Alteração da qualidade de águas subterrâneas;
- Alteração dos regimes de escoamento;
- Escassez de água.

No meio antrópico (trabalhadores):

- Alteração das condições de saúde;
- Alteração das condições de segurança.

No meio antrópico (vizinhança):

- Alteração das condições de saúde;
- Incômodo para a comunidade;
- Alteração no tráfego local;
- Interferência na drenagem urbana;
- Escassez de energia elétrica.

O programa de gerenciamento de resíduos da construção civil visa diagnosticar, controlar e promover alternativas viáveis para a gestão dos RCC inerentes ao processo construtivo, e assim, evitar que esses impactos ocorram. De uma forma geral, os procedimentos envolvidos no gerenciamento abrangem atividades de geração, acondicionamento, coleta com a devida classificação e caracterização dos resíduos, transporte, armazenamento e destinação. (VERDEGHAIA, 2014)

Segundo Nagalli (2014), o correto gerenciamento de resíduos durante as atividades de execução de uma obra ou reforma se fundamenta em diretrizes (Quadro 1) que orientam o

estabelecimento de estratégias, que visam alcançar a forma mais viável de aproveitamento dos materiais.

Quadro 1: Hierarquia do sistema de resíduos.

| | | |
|----|-------------------|---|
| 1° | Não geração | Inclui ações que evitem a geração de resíduos. Por exemplo, escolher um processo produtivo ou material que não requeira embalagem, forma de execução in loco etc. |
| 2° | Minimização | Envolve ações voltadas a agregar tecnologia na otimização dos processos. Inclui a capacitação de um profissional. |
| 3° | Reutilização | Significa reaproveitar os resíduos para o mesmo uso dentro da obra. Por exemplo, reaproveitamento de formas de madeira ou metálicas utilizadas em concretagem. |
| 4° | Reciclagem | Encaminhar resíduos para beneficiamento (interno ou externo). Por exemplo, papeis e plásticos de embalagem, latas de tintas etc.. |
| 5° | Descarte adequado | Encaminhar os resíduos para os destinos ambientalmente adequados (Aterros licenciados unidades de biodigestão, coprocessamento etc.) |

Fonte: Nagalli (2014).

Estas orientações foram observadas no Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil (PGRCC) do estudo de caso em questão, na obra da Ilha Pura. O Programa teve também como objetivo estabelecer formas de disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, além de fomentar a adoção de práticas sustentáveis de produção, consumo de recursos naturais e de serviços (ILHA PURA, 2012b), considerando as dimensões política, ambiental e econômica da região que recebeu o empreendimento.

As seguintes etapas foram observadas no PGRCC e serão explicitadas no contexto do estudo de caso:

- Identificação / Classificação dos Resíduos Sólidos;
- Coleta Interna e Acondicionamento;
- Armazenamento Temporário;
- Coleta e Transporte externo;
- Tratamento e Destinação Final.

Identificação e classificação dos resíduos

A Ilha Pura treina seus funcionários continuamente para a identificação dos resíduos de acordo as práticas de coleta seletiva no canteiro, para dispor em quantidade e locais adequados, em baias e coletores devidamente sinalizados para o acondicionamento dos resíduos.

A partir da origem dos resíduos gerados, é possível elaborar estratégias de redução ou de reuso dos resíduos, conforme se verifica:

- Madeira (Classe B): Redução de geração na fase de projetos, reaproveitamento da madeira da obra ou reduzir o volume a ser transportado;
- Latas de Tinta (Classe B): Reduzir o volume de destinação final;
- Sobras de Concreto (Classe A): Reuso interno de agregado reciclado;
- Gesso (Classe C): Reuso interno de gesso reciclado.

Coleta Interna e Acondicionamento

A Ilha Pura exige que todos os resíduos sejam acondicionados na baia de acordo com sua categoria e armazenados, em local coberto e protegido de intempéries, e resistente a condições climáticas, sempre levando em consideração o tempo de armazenamento e a prevenção quanto à proliferação de vetores. O local escolhido deve prevenir vazamentos, derramamentos ou infiltração de água.

Para a efetiva realização da coleta interna de modo a prevenir impactos na saúde do colaborador, deve-se levar em conta os equipamentos para a remoção dos rejeitos, conforme necessidade, além dos equipamentos de proteção individual (EPI). A organização e a comunicação entre os setores envolvidos, neste caso, administrativo, operacional e de sustentabilidade também são importantes quanto às orientações pertinentes a fim de evitar o acúmulo de resíduos nos pontos de geração e principalmente o acúmulo de forma incorreta ou misturada, dificultando o reaproveitamento ou a reciclagem dos mesmos.

Armazenamento temporário

Para o adequado armazenamento de forma temporária, devem-se considerar as características do resíduo, o transporte a ser utilizado, a destinação final e as legislações vigentes; como a referente ao armazenamento de resíduos NBR 12.235, que estabelece requisitos físicos de piso e cobertura, isolamento de área, formas de prevenção e mitigações em casos de vazamento, entre outros e a NBR 15.114 para área de reciclagem dos resíduos classe A.

O tipo de armazenamento deverá ser selecionado de acordo com o tipo de resíduo e a destinação final (transporte) a ser dada ao mesmo, sendo possível o uso de coletores, bombonas, big bags, baias, caçambas e outros modelos.

Coleta e Transporte Externo

Os resíduos devem ser retirados por empresas legalizadas, que passam por um processo de avaliação de fornecedores inicialmente, e reavaliadas continuamente quanto à qualidade dos serviços. A empresa transportadora deve também possuir licença de operação. Toda retirada de resíduos deve ser aprovada e liberada pela equipe de sustentabilidade do empreendimento que gerou o resíduo, e que também preencheu o MTR (Manifesto de Transporte de Resíduos). O modelo de MTR deve estar de acordo com a DZ-1310.R-7 (Sistema de Manifesto de Resíduos), disponibilizado pelo INEA.

De acordo com a resolução CONAMA 307, para os resíduos de construção civil classificados como C e D deverá ser emitido o Manifesto de Transporte Terrestre de Resíduos. Para os de classe A e B, a Nota de Transporte de Resíduos (NTR) da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC).

Tratamento e Destinação Final

A Ilha Pura tem como uma das suas principais diretrizes a reutilização, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. De acordo com a resolução CONAMA 307, os resíduos da construção civil tem destinações específicas:

Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Para propor estratégias e soluções viáveis ambientalmente, tecnicamente e economicamente para os resíduos, devem-se observar as possibilidades de beneficiamento dos resíduos internamente (Quadro 2), assim como a adoção de ações para a realização da logística reversa, contribuindo para redução do custo com transporte externo e tratamento do resíduo.

Quadro 2: Resíduos com potencial de beneficiamento interno.

| Resíduo | Tipo de beneficiamento interno | Recurso natural poupado |
|---|---------------------------------------|--|
| Resíduos de construção, reformas e reparos de edificação: componentes cerâmicos, argamassa. | Britagem e moagem. | Agregado Graúdo e Miúdo |
| Resíduos de concreto de infraestrutura e estrutura. | Apicoamento e triagem | Agregado Graúdo |
| Gesso (liso). | Moagem e secagem. | Gesso |
| Isopor. | Desgaseificação e derretimento. | Recurso Mineral (óxidos) |
| Orgânico (restos de alimentos). | Metanização / Compostagem. | Gás liquefeito de petróleo (GLP) Solo adubado Fertilizante orgânico. |

Nota: Apicoamento: método de preparação de superfície. Britagem: Etapas iniciais da fragmentação, quando ainda são gerados tamanhos relativamente grandes de partículas. Moagem: Quando a fragmentação de partículas, via atingir tamanhos menores. Triagem: ato de selecionar o material desejado. Secagem: ato ou efeito que objetiva remover a umidade do material. Metanização: também conhecida como digestão anaeróbica, é um tratamento onde os resíduos orgânicos são digeridos ou decompostos por microorganismos, na ausência de

oxigênio, e geram gás. Desgaseificação: eliminação de um gás por sistema de aquecimento. Compostagem: processo de transformação de matéria orgânica, encontrada no lixo, em adubo orgânico.

Fonte: ILHA PURA (2012b)

A Ilha Pura opta sempre que possível, por técnicas construtivas que gerem menos resíduos, seja no uso de materiais e equipamentos de apoio, ou por materiais construtivos modulares que reduzam a necessidade de quebras. Observam-se, então, formas racionais no uso dos materiais a seguir, para depois destacar o beneficiamento interno de um dos resíduos da construção civil (Classe A) mais gerados na obra.

a) Madeira

- Na fase de escavação, foram utilizados contêineres metálicos para parceiros operacionais, evitando o consumo de madeira na construção dos escritórios provisórios;
- Em alguns condomínios, foram utilizados sistemas de fôrma pronta para execução da obra, evitando a confecção no canteiro e, conseqüentemente, a existência de sobra e perda;
- As instalações de canteiro provisórias foram executadas utilizando madeira de reflorestamento e painéis de madeira reciclada, ou estrutura alugada, e geralmente localizadas no subsolo do empreendimento;
- Execução de blocos de fundação com forma metálica alugada;
- Utilização de cimbramento metálico.

b) Aço

- Foi utilizado aço cortado e dobrado nas medidas do projeto na atividade de infraestrutura, resultando em perda zero nos cortes e dobra por garantia do fornecedor;

c) Concreto e argamassa

- Uso das sobras de concreto, inclusive a nata coletada no lava-bicas, para recobrimento das vias internas e de acesso ao canteiro e proteção de taludes;
- Contratação de concreto usinado para evitar a preparação de concreto in-loco;

d) Polímero

- Utilização de polímero evitando a aplicação de lama betonítica que é altamente contaminante;
- Uso de bombas e filtros que otimizam a vida útil do material.

e) Material a granel

- Organização dos materiais a granel como areia e brita em baias;
- Uso de silo no lugar da compra de argamassa em sacos. (ação específica da usina de concreto)

f) Plásticos

- Uso de bebedouros de jato inclinado, com constante limpeza e desinfecção, para redução na geração de copos plásticos descartáveis.

g) Sistemas construtivos

- Uso de blocos de alvenaria modulares e em diferentes dimensões, que permitam uma modulação dos panos de alvenaria sem a necessidade de quebras, em conjunto com variação na espessura na camada de massa entre os blocos;
- Uso de dry-wall;
- Uso de blocos que facilitem a passagem de eletrodutos e instalação de caixas de interruptores e tomadas.

Beneficiamento interno da sobra de concreto (resíduos Classe A)

Estudos mostram que existem inúmeras vantagens para as empresas em adotar programas que privilegiem a redução do volume de resíduos descartados como, por exemplo, a diminuição das matérias-primas extraídas da natureza a partir da reutilização ou reciclagem de resíduos. Na construção civil, uma obra organizada proporcionará um melhor fluxo de materiais e a otimização do uso dos mesmos, bem como a correta disposição dos resíduos, a fim de reduzir os custos.

Com o estabelecimento dessas posturas, as empresas conseguem atingir objetivos importantes - no projeto da Ilha Pura, pelo menos, 50% dos resíduos gerados na obra deverão ser beneficiados -, atender aos requisitos ambientais por meio de programas ambientais de responsabilidade social e de qualidade, conseguindo assim um diferencial positivo na imagem da empresa junto ao público consumidor (LIMA e LIMA, 2010).

O reuso dos resíduos de classe A (sobras de concreto) está associado ao processo de gerenciamento de resíduos:

É sempre importante analisar com cuidado o melhor processo de destinação dos resíduos, considerando o potencial de reuso na própria obra geradora. Outra opção poderá ser reciclar os materiais em canteiro e transferi-los para serem empregados em uma construção diferente. Porém, vejo um sério limite para generalizar tal prática: o controle efetivo do processo de gestão para garantir produção técnica e economicamente viável dos agregados que são demandados em obras de terceiros. A superação deste limite depende de cuidados e de aprendizado típicos de gestores de resíduos especializados na produção seriada de agregados reciclados. (CARELI, 2014, sem paginação).

A Ilha Pura executa uma prática bastante significativa, que é o tratamento de resíduos, conhecida como beneficiamento interno dos resíduos Classe A. Essa prática, segundo a resolução CONAMA 307, considera a submissão de resíduos à operação e/ou a processos que permita o resíduo ser utilizado como matéria prima, em especial aqueles gerados na fase de infraestrutura das obras. Neste empreendimento, o principal exemplo são as sobras de concreto usinado da fase de estrutura da obra.

O beneficiamento desses resíduos consiste das seguintes etapas: separação do concreto das armações metálicas, redução do tamanho do concreto, britagem e triagem dos resíduos. Dessa forma, os resíduos são transformados em materiais que possam ser reaproveitados dentro do próprio canteiro de obras, como substituto ao agregado natural, bica corrida mista (BCM), que é usado como base e sub-base em vias de acesso.

Os principais motivos para a execução do beneficiamento dos resíduos classe A são:

- Redução do número de viagens/ transporte externo do resíduo, já que o mesmo agora está sendo reaproveitado na obra, assim, houve também uma diminuição na emissão de gases de efeito estufa (GEE), atendendo ao Plano de Redução de GEE da Ilha Pura, e conseqüentemente, o impacto no tráfego local tornou-se menor.

- Produção de material reaproveitado, equiparado ao BCM, ocasionando uma economia com a compra do mesmo;
- Economia no transporte e destinação externa dos resíduos.

Outro motivo que colabora com o beneficiamento é o volume de resíduos Classe A gerado pela obra da Vila dos Atletas, que ficou por volta de 40%. (Gráfico 1) Esse percentual representa 10.755,1m³ dos resíduos Classe A na fase de infraestrutura, com relação a quantidade total gerada de 29.775,2 m³. (PRÊMIO DESTAQUE ODEBRECHT, 2013)

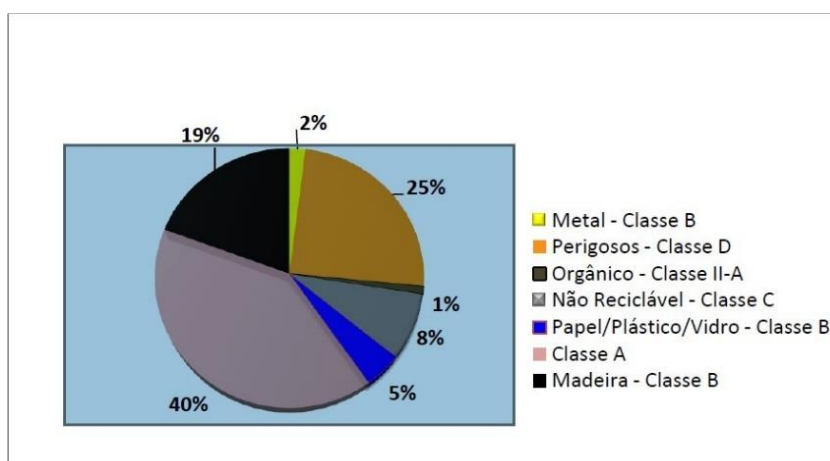


Gráfico 1: Volume gerado por tipo de resíduo (%)

Fonte: PRÊMIO DESTAQUE ODEBRECHT (2013)

O volume dos resíduos Classe A gerados na fase de infraestrutura representou 10,02% de todo o orçamento previsto para o Programa de Gerenciamento de Resíduos. Esses resíduos foram beneficiados dentro do canteiro de obras e reutilizados como agregado reciclado no próprio canteiro. A área para armazenar esses resíduos foi de aproximadamente 2.000m², em local de fácil acesso ao trânsito de máquinas e caminhões e que possibilitasse um estoque de até 5.000m³ de resíduos; tornando o negócio viável economicamente, pois quanto maior o estoque, maior é o poder de negociação dos serviços.

No estudo de caso, houve duas propostas para a realização do beneficiamento: o primeiro de 1.708m³ (chamado de B1 - piloto) e o segundo de 5.588m³ (B2). (Tabela 1) No primeiro beneficiamento, os serviços foram contratados por um volume estimado, baseado em levantamento topográfico, sendo que a sucata gerada no processo ficou com a Ilha Pura. Já no

segundo, ele foi fechado por m³ de agregado reciclado, garantindo um mínimo de 2.000 m³ de resíduo e a sucata ficando com a contratada. Em ambos os casos, o consumo de diesel pelos equipamentos ficou a cargo da contratada.

Tabela 1: Resultados das propostas de beneficiamento interno da sobra de concreto.

| Descrição | 1° Beneficiamento B1 | 2° Beneficiamento B2 | Total (B1 + B2) |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| Britagem | R\$ 71.950,00 | R\$ 232.886,00 | R\$ 304.836,00 |
| Economia na compra do agregado | R\$ 81.727,80 | R\$ 267.385,80 | R\$ 349.113,60 |
| Venda sucata metálica | R\$ 3.460,00 | R\$ 0,00 | R\$ 3.460,00 |
| Redução de custo | -R\$ 13.237,80 | -R\$ 34.499,80 | -R\$ 47.737,00 |
| Previsão de Orçamento (transporte e destinação) | R\$ 107.604,00 | R\$ 352.044,00 | R\$ 459.648,00 |
| Lucro Líquido | R\$ 120.841,80 | R\$ 386.543,80 | R\$ 507.385,00 |
| Redução da GEE no processo (ton CO ₂ e) | 6,53 | 14,82 | 21,35 |

Nota: ton CO₂e – toneladas de CO₂ equivalente
Fonte: PRÊMIO DESTAQUE ODEBRECHT (2013)

Os resultados obtidos contribuíram para a redução de impactos ambientais, como a redução das emissões de gases de efeito estufa, proveniente do transporte externo dos resíduos da obra até o receptor, e da mitigação do impacto no tráfego do entorno da obra. Ressalta-se o impacto positivo na redução da geração de resíduos oriundos da construção civil, desafio presente em inúmeras cidades incluindo o Rio de Janeiro. Conseqüentemente, isso contribui para uma economia na utilização de recursos naturais advindos de jazidas e na eficiência do método desenvolvido, além de trazer ganhos financeiros para a obra. Independente do

beneficiamento escolhido observa-se uma economia que é gerada com a compra de agregados naturais, com o transporte e a destinação desses resíduos. (ILHA PURA, 2012b)

CONCLUSÃO

Os resíduos da construção civil correspondem a maior parte da massa dos resíduos sólidos urbanos, e quando este material é gerido de forma ineficaz, toda sua etapa de produção, e principalmente a extração da matéria-prima e a destinação dos resíduos ocasionam diversos impactos ambientais. Em contrapartida, é notório que o meio ambiente demanda por processos mais sustentáveis, e conseqüentemente, menos agressivos. No âmbito da construção civil, a melhor forma de se adequar a esses processos é elaborar e executar um bom plano de gerenciamento de resíduos da construção civil. É importante também que este plano foque nos seguintes aspectos: a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos sólidos.

Além disso, devem ser feitos investimentos na educação ambiental dos colaboradores para que todos estejam cientes da sua importância para que os projetos, e conseqüentemente o PGRCC, funcionem com máxima eficiência. Por exemplo, uma equipe alinhada aos processos, promove uma maior segregação dos resíduos de construção civil já em sua origem, fato este que acelera e otimiza o processo de beneficiamento dos resíduos.

Muitas construtoras optam por contratar o serviço de uma empresa especializada em destinação final de resíduos da construção civil porque há uma maior economia. Para a empresa especializada, o descarte dos resíduos da maneira mais adequada custa bem menos que para a própria construtora. Entretanto, como o estudo de caso demonstra, quando há grandes volumes de resíduos de Classe A em um mesmo canteiro, é viável a utilização de práticas de beneficiamento interno, que além de se mostrar extremamente sustentável ao meio ambiente, também podem ser economicamente rentável a organização, ocasionando ganhos ambientais, sociais e econômicos.

Concluimos que o segmento da construção civil precisa de um “olhar mais sensível” com relação ao uso dos recursos naturais e a geração dos resíduos ao meio, para que possa fazer uso de práticas sustentáveis, como a verificada neste trabalho, entre outras. Resolver o problema por inteiro é quase impossível, mas com tecnologia e investimentos no assunto,

surgirão soluções melhores e mais viáveis. Com isso, a intenção desse trabalho é conscientizar as pessoas que, a muito tempo, estão relacionadas à construção civil e precisam mudar seus hábitos, em face da imagem que sempre atribui-se ao setor: produção muito ineficiente e com grandes desperdícios. Junto a equipe operacional, há uma equipe de sustentabilidade.

Normalmente, verifica-se um aumento no orçamento da obra que implementa práticas sustentáveis. Contudo, esse não foi o caso desse estudo, pois identificou-se uma redução de custos por ser uma obra de grande porte e principalmente por ter uma visibilidade, já que vai abrigar os atletas das Olimpíadas e Paraolimpíadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR 12.235. Armazenamento de resíduos classe I.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro. 2004.

ABNT. **NBR 15114. Resíduo sólidos da construção civil-Áreas de reciclagem-Diretrizes para projetos, implementação e operação.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro. 2004.

BRASIL, MINISTÉRIO DAS CIDADES - SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **MINISTÉRIO DAS CIDADES - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental - PANORAMA DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) NO BRASIL. 2012.** Disponível em: www.mp.gov.br/portalweb/hp/9/docs/rsudoutrina_24.pdf Acesso em: 30 de setembro de 2014.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA Nº 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.** Brasília/DF. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, v. nº 136, 17 de julho de 2002. Seção 1, p. 95-96., 2002.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA Nº 348, de 16 de agosto de 2004 "Altera a Resolução CONAMA Nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos."** Brasília/DF. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 2004.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA Nº 431, de 24 de maio de 2011 - "Altera o art. 3º da Resolução no 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso".** Brasília/ DF. 2011.

BRASIL, MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVAVEIS (IBAMA). **Instrução normativa nº 13, 18 de dezembro de 2012.** Brasília/ DF. 2011.

CABRAL, A. E. B.; MOREIRA, K. M. D. V. **Site do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Ceará - Sinduscon-CE, CEARA, p. 44, agosto 2011.** Disponível em: <www.sinduscon-ce.org.br>. Acesso em: 29 de setembro de 2014.

CARDOSO, A. **Redução de impactos ambientais do canteiro de obras.** Projeto Tecnologia para Construção Habitacional mais Sustentável: Inovações Tecnológicas. São Paulo: USP, 2006.

CARELI, E. obra limpa, 2014. Disponível em: <<http://www.obralimpa.com.br/index.php/category/noticias/>>. Acesso em: 28 de março de 2015.

DIEHL, A. A., TATIM. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas.** 1º edição. ed. São Paulo: Pearson Brasil, 2004.

ILHA PURA. **Diretriz de Sustentabilidade. DT.STB.001.** Rio de Janeiro. 2012a.

ILHA PURA. **Gestão de Resíduos da Construção Civil. PG.STB.005.** Rio de Janeiro. 2012b.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **DZ-1310.R-7 - Sistema de Manifesto de Resíduos.** Estabelece a metodologia do SISTEMA DE MANIFESTO DE RESÍDUOS. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Publicada em 21 de setembro de 2004. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_pres_aspres/documents/document/zwff/mda3/~edisp/inea_007131.pdf> Acesso em 30 de abril de 2016.

LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. **Série de Publicações Temáticas do CREA-PR,** Paraná, 2010.

NAGALLI, A. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Construção Civil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

PRÊMIO DESTAQUE ODEBRECHT B. **Agregado Reciclado: Perda zero no canteiro.** Rio de Janeiro. 2013.

PRÊMIO DESTAQUE ODEBRECHT. **O canteiro de obras do primeiro bairro com certificação LEED ND na América Latina.** Rio de Janeiro. 2014.

SIMÃO, P.E. **Câmara Brasileira da Indústria da Construção**, 2013. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br/search/node/Sim%C3%A3o>>. Acesso em: 12 de agosto de 2014.

VERDEGHAIA. **Um exemplo em gestão de resíduos da construção civil**. Disponível em <<http://www.verdeghaia.com.br/blog/belo-horizonte-um-exemplo-em-gestao-de-residuos-da-construcao-civil/>> Acesso em: 26 de abril de 2014.