



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE MATO GROSSO**

CAMPUS CUIABÁ - BELA VISTA

DEPARTAMENTO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

COORDENAÇÃO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

VINICIUS VIEIRA MOURA

**COMPARAÇÃO DO USO DO BRITADOR MÓVEL E DO BRITADOR
ESTACIONÁRIO EM CUIABÁ – MT**

Cuiabá – MT

2019



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE MATO GROSSO**

CAMPUS CUIABÁ - BELA VISTA

DEPARTAMENTO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

COORDENAÇÃO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU, EM NÍVEL DE ESPECIALI-
ZAÇÃO, EM INOVAÇÃO E EMPREENDEDORISMO PARA NEGÓCIOS SUSTEN-
TÁVEIS**

VINICIUS VIEIRA MOURA

**COMPARAÇÃO DO USO DO BRITADOR MÓVEL E DO BRITADOR
ESTACIONÁRIO EM CUIABÁ – MT**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu*, em Nível de Especialização, em Inovação e Empreendedorismo para Negócios Sustentáveis do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Cuiabá - Bela Vista.

Orientador: Prof. M. Jonas Miguel Priebe

Cuiabá – MT

2019

**Divisão de Serviços Técnicos. Catalogação da Publicação na Fonte. IFMT
Campus Cuiabá Bela Vista
Biblioteca Francisco de Aquino Bezerra**

M929c

Moura, Vinicius Vieira

Comparação do uso do britador móvel e do britador estacionário em Cuiabá – MT. / Vinicius Vieira Moura. _Cuiabá, 2019.

23f.

Orientador: Prof. M.e Jonas Miguel Priebe

TCC (Especialização em Inovação e Empreendedorismo para Negócios Sustentáveis) _. Programa de Pós-graduação. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso.

1. Empreendedorismo – TCC. 2. Resíduos da construção civil – TCC. 3. Britador móvel - TCC. I. Priebe, Jonas Miguel. II. Título.

IFMT CAMPUS CUIABÁ BELA VISTA

CDU 504.064.2(817.2)
CDD 690.98172

FOLHA DE APROVAÇÃO

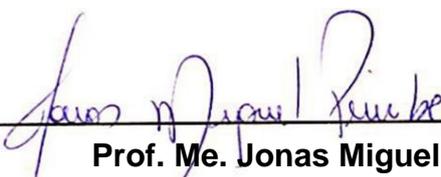
VINICIUS VIEIRA MOURA

COMPARAÇÃO DO USO DO BRITADOR MÓVEL E DO BRITADOR ESTACIONÁRIO EM CUIABÁ – MT

Trabalho de Conclusão de Curso de pós-graduação, em nível de especialização, em Inovação e Empreendedorismo para Negócios Sustentáveis, submetido à banca examinadora composta pelos professores convidados e do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de especialista.

Aprovado em 26 de junho de 2019.

BANCA EXAMINADORA



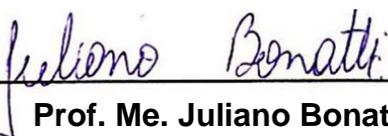
Prof. Me. Jonas Miguel Priebe

Professor Orientador – IFMT



Prof. Dr. Alencar Garcia Bacaraji

Professor Convidado – IFMT



Prof. Me. Juliano Bonatti

Professor Convidado – IFMT

Cuiabá – MT

2019

Dedico este trabalho àqueles que me motivaram a estudar esta área tão importante hoje, e que, sem dúvidas, será ainda mais importante no futuro.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores, que compartilharam seus conhecimentos, me mostrando o que abordar neste trabalho.

Agradeço ao orientador, que pontuou onde este trabalho poderia ser melhorado.

Agradeço também aos colegas, que me acompanharam durante todo o curso.

RESUMO

A sociedade enfrenta hoje uma crise generalizada, motivada pelo esgotamento de um estilo de desenvolvimento pautado por padrões insustentáveis de produção e consumo. Essa situação pode ser contextualizada com a indústria da construção civil, que sempre foi intimamente dependente da extração de recursos naturais, os quais podem se exaurir caso tais padrões sejam mantidos. Este problema pode ser contornado com a reutilização e reciclagem dos resíduos gerados pela indústria da construção civil em substituição as matérias primas naturais, já existindo respaldo legislativo e normativo para isso, além de pesquisas que demonstram vantagens econômicas na escolha de agregados reciclados. Em Cuiabá – MT, os resíduos da construção civil possuem grande participação no total de resíduos gerados localmente, mas não recebem a atenção devida. Com o objetivo de verificar oportunidades para uma empresa oferecer o serviço de reciclagem dos resíduos onde ele é gerado, o canteiro de obras, este trabalho verificou alguns custos e analisou a poluição ambiental causada por cada serviço frente à destinação para outro local, única opção disponível em Cuiabá atualmente. Os resultados obtidos foram que a reciclagem de resíduos dentro do canteiro de obras é a opção mais cara atualmente, independente do volume a ser processado, mas esta situação pode alterar no futuro. Ainda assim, caso o interesse seja menos poluição, a reciclagem dentro do canteiro de obras é a opção que emite menor quantidade de gases poluentes.

Palavras-chave: Empreendedorismo, resíduos da construção civil, britador móvel.

ABSTRACT

Society faces today a generalized crisis, motivated by the exhaustion of a style of development based on unsustainable patterns of production and consumption. This situation can be contextualized with the construction industry, which has always been closely dependent on the extraction of natural resources, which can be exhausted if these standards are maintained. This problem can be overcome by the reuse and recycling of waste generated by the construction industry as a substitute for natural raw materials, and there is already legislative and normative support for this, as well as researches that demonstrate economic advantages in the choice of recycled aggregates. In Cuiabá – MT, construction waste has a large share of the total amount of locally generated waste but does not receive due attention. In order to verify opportunities for a company to offer the waste recycling service where it is generated, the construction site, this work verified some costs and analyzed the environmental pollution caused by each service in front of the destination to another location, unique option currently available in Cuiabá. The results obtained were that recycling waste within the construction site is the most expensive option today, regardless of the amount to be processed, but this situation may change in the future. Still, if the interest is less pollution, recycling within the construction site is the option that emits the least amount of polluting gases.

Keywords: Entrepreneurship, construction waste, mobile crusher.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. METODOLOGIA	16
3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	17
4. CONSIDERAÇÕES	20
5. REFERÊNCIAS	21



**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU, EM NÍVEL DE ESPECIALIZAÇÃO,
EM INOVAÇÃO E EMPREENDEDORISMO PARA NEGÓCIOS SUSTENTÁVEIS**

**COMPARAÇÃO DO USO DO BRITADOR MÓVEL E DO BRITADOR
ESTACIONÁRIO EM CUIABÁ – MT**

PRIEBE, Jonas Miguel¹

MOURA, Vinicius Vieira²

1. INTRODUÇÃO

A sociedade enfrenta hoje uma crise generalizada, motivada pelo esgotamento de um estilo de desenvolvimento pautado por padrões insustentáveis de produção e consumo, que acabaram se mostrando nocivos ao ecossistema (RODRIGUES; LUMERTZ, 2014). Esta situação é consequência da utilização desenfreada dos recursos naturais do planeta.

A consequência direta desse consumo é a geração de resíduos, e sobre isso, a pesquisa *“What a waste?: a global review of solid waste management”* (BANCO MUNDIAL, 2012), prevê um crescimento de 60% na geração de resíduo *per capita* no Brasil entre os anos de 2001 e 2025.

Rodrigues e Lumertz (2014) apontaram a necessidade de adoção de um novo modelo de desenvolvimento, que concilie o crescimento econômico e a preservação da qualidade socioambiental.

A indústria da construção civil pode em muito contribuir para a sustentabilidade uma vez que, nas palavras de JOHN (2000), seu gigantismo, capilaridade, características e materiais que emprega, tem potencial de reciclar seus próprios resíduos ou, ainda, os resíduos gerados por outras indústrias.

¹ Mestre, Instituto Federal de Mato Grosso, campus Bela Vista, jonas.priebe@blv.ifmt.edu.br;

² Especialista, Instituto Federal de Mato Grosso, campus Bela vista, vvm_92@hotmail.com.

No Brasil, um importante passo para a preservação da qualidade socioambiental veio com a lei federal 12.305/2010, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) e estabelece um marco regulatório nacional que disciplina o gerenciamento dos resíduos, apontando condições de acesso a fontes de recursos federais e define as diretrizes gerais a serem seguidas por todos os entes federativos na busca pela melhoria do panorama nacional (NASCIMENTO NETO; MOREIRA, 2010).

Esta lei traz algumas definições importantes para o entendimento do tema, como as definições para “resíduos” e “rejeito”, sendo que o resíduo é material resultante de atividades humanas que ainda pode ser reutilizado ou reciclado, enquanto rejeito é o resíduo que teve suas possibilidades de reutilização ou reciclagem esgotadas, por ser impossível, em decorrência a tecnologia atual, ou por ser economicamente inviável (BRASIL, 2010).

Dentre as classificações para resíduos apresentadas no PNRS, o tipo de resíduo tratado neste artigo é definido como “resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis”.

Sobre este resíduo, há ainda a resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Entre os pontos abordados nesta resolução, menciona-se o dever de que aqueles que geram resíduos da construção civil (RCC) realizarem a correta gestão, priorizando a não geração e, secundariamente, a redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final adequada (CONAMA, 2002). Dos quatro tipos apresentados na resolução, menciona-se o que será abordado neste trabalho:

- 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, meio-fio etc.) produzidas nos canteiros de obras;

De acordo com a NBR 10.007/04, os RCC são classificados como inertes, uma vez que estes não apresentam constituintes que, quando solubilizados, afetam os padrões de potabilidade da água (ABNT, 2004a).

Há também normas que surgiram devido a resolução 307/02 do CONAMA, segundo a ABNT:

O atendimento aos limites a serem respeitados e o potencial de uso destes resíduos remetem a um conjunto de Normas Brasileiras que abrangem os resíduos da construção civil, resíduos volumosos e resíduos inertes, incluindo as diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas de triagem, áreas de reciclagem e aterros, bem como o estabelecimento de requisitos para os agregados reciclados que podem ser gerados e sua aplicação em obras de engenharia (ABNT, 2004b, p. 5)

Segundo a NBR 9.935/11, que trata de terminologias referentes à agregados, o agregado é um material granular, muitas vezes quimicamente inerte, obtido por fragmentação natural ou artificial, com dimensões e propriedades adequadas a serem empregados em obras de engenharia (ABNT, 2011b).

Como citado por Neville (2016) e Mehta e Monteiro (2008), inicialmente os agregados eram tratados como materiais baratos e inertes que serviam para produzir maiores volumes de concreto, diminuindo os custos (MEHTA; MONTEIRO, 2008; NEVILLE, 2016).

Porém, atualmente sabe-se que, além da questão econômica, os agregados possuem funções importantes na constituição do concreto, além de não serem completamente inertes, uma vez conhecido que as propriedades físicas, térmicas e químicas podem influenciar no desempenho do concreto (NEVILLE, 2016).

Para a composição do concreto são utilizados valores entre 60% e 80%, em volume, de agregados graúdos e miúdos (MEHTA; MONTEIRO, 2008), sendo que a norma ABNT NBR 7.211/09, que aborda sobre agregados de concreto, define graúdo os que passam pela peneira de abertura de 75 mm e ficam retidos pela peneira de 4,75 mm, e miúdo os que passam pela peneira de 4,75 mm (ABNT, 2009c).

A origem mais comum dos agregados utilizados no concreto é de minerais naturais (MEHTA; MONTEIRO, 2008). Porém, o mesmo autor apresenta que já existem estudos visando a substituição destes, tendo como exemplo os RCC e o pó de pedra.

Tam, Soomro e Evangelista (2018), apontaram que os RCC reciclados podem ser utilizados em concreto, pavimentos de concreto, rodovias e outros trabalhos de engenharia. Por fim, concluíram que o uso de agregados reciclados tem um alto potencial, tendo em vista o baixo uso em países como o Brasil (TAM; SOOMRO; EVANGELISTA, 2018).

Vale salientar que, por mais que estudos já demonstrem ser possível a utilização de RCC na confecção de elementos estruturais, as normas brasileiras ainda limitam seu uso para concretos de fins não estruturais (ABNT, 2004c).

Paschoalin Filho, Stropoli e Duarte (2014) elaboraram um estudo de viabilidade econômica da utilização de RCC reciclado na execução de contrapiso, concluindo que foi possível reduzir em 64% a utilização de agregados naturais, e ainda sendo financeiramente viável, considerando a obra do estudo (PASCHOALIN FILHO; STOROPOLI; DUARTE, 2014).

Silva e Silva (2016) estudaram os custos provenientes da destinação e tratamento do RCC, observaram que, no caso estudado, por não reciclar ou reutilizar os resíduos, a empresa deixa de lucrar R\$ 3.840,00 por tonelada de RCC, caso este fosse reciclado e vendidos como agregado graúdo (SILVA; SILVA, 2016).

O valor apresentado é referente a receita bruta, ou seja, ainda é preciso elencar os custos relativos ao processo de transformação para que se conheça a margem resultante da possível comercialização desse subproduto, mas é relevante que a correta destinação e tratamento minimiza os custos e pode gerar emprego e renda (SILVA; SILVA, 2016).

Em âmbito regional, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT) campus Cuiabá, vem apresentando publicações sobre o tema, como o artigo “tijolos produzidos com agregados de resíduos da construção civil”, que concluiu que a alternativa é viável, qualitativamente, tanto para alvenaria de vedação quanto estrutural, uma vez que apresentam resistência a compressão e índice de porosidade adequados (SANTOS; SANTOS; ALBUQUERQUE, 2012).

A reciclagem de RCC contribui com a diminuição dos impactos que estes podem causar caso destinados incorretamente, que foram elencados na publicação “Porquê e Como Elaborar o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção

Civil” (SINDUSCON - DF, 2006), citando, entre eles, a obstrução de elementos de drenagem urbana, poluição visual das cidades e custos adicionais para o governo com a limpeza urbana.

Cabe ressaltar que não existe tolerância máxima de contaminação dos RCC no ambiente, uma vez que a resolução 307/02 do CONAMA estabelece que os RCC dever ser reutilizados, reciclados ou então ter a destinação ou armazenagem em local apropriado, ou seja, o correto seria inexistir contaminação devido a RCC.

Uma grande barreira para a utilização de RCC na indústria da construção civil brasileira é o fato de ela ser tradicional e conservadora, uma consequência dos investimentos feitos pelo Estado na década de 70, que não possuíam um programa de qualidade e não motivaram as companhias a procurar inovações (NASCIMENTO; SANTOS, 2003).

Existe ainda a facilidade no descarte, normas insuficientes, ineficiência no gerenciamento dos resíduos gerados, o mercado para o RCC ainda se encontrar em desenvolvimento e o baixo uso das tecnologias disponíveis (HUANG et al., 2018).

Outra problemática enfrentada é que, entre 2014 e 2018, as empresas encontraram um mercado em crise, como apontado por Ferreira (2018): “Esses números ruins dos últimos anos acabaram refletindo no fechamento de construtoras em todo o País” (FERREIRA, 2018). Em consequência disso:

“A crise ainda persistente na construção está impedindo uma retomada mais consistente dos investimentos no País [...] O empresariado brasileiro vem retomando a modernização do parque produtivo, mas a recuperação da taxa de investimentos na economia não decola por conta da paralisação nas obras de infraestrutura e do receio das famílias em comprometer a renda com financiamento imobiliário diante do cenário ainda complicado do mercado de trabalho” (AMORIM, 2018)

Em Cuiabá, segundo o último relatório do Núcleo Permanente de Gestão do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos, publicado em 2012 com projeções baseadas em dados de 2006, os resíduos da construção civil (RCC) correspondem a aproximadamente 65% de todo resíduo sólido urbano, sendo que parte pode ser reutilizada ou reciclada, excluindo-se materiais como tintas e solventes (CUIABÁ, 2012).

Porém, o relatório não informou como foram calculados estes percentuais, sendo possível que os dados não considerem obras desenvolvidas sem alvará e resíduos destinados incorretamente, podendo a quantidade de RCC ser ainda maior.

Dondo (2017) concluiu em seu artigo, referente à gestão de resíduos sólidos nas cidades de Cuiabá e Várzea Grande, em Mato Grosso, que as obras pesquisadas nestas cidades, tanto públicas quanto privadas, não realizam a gestão ambiental plena de RCC, também não cumprem as recomendações e exigências legais e técnicas presentes na resolução 307/2002 do CONAMA e as normas NBR 15.112 à 15.116 (DONDO, 2017).

A indústria da construção civil sempre foi intimamente dependente de recursos naturais, como na extração de agregados para o concreto, com o desmonte de rochas para a produção de brita e a dragagem de areia em rios e lagos, serviços que causam grandes alterações ambientais onde são executados.

Porém, como supramencionado, os RCC podem ser reciclados e utilizados como substitutos dos agregados do concreto. Considerando a oportunidade de reciclar tais resíduos, para que possam ser utilizados novamente nas construções, existem duas alternativas de efetivar a reciclagem:

- Alugar um equipamento, chamado britador móvel, já fornecendo um operador, que execute a trituração dos resíduos, de forma que o material triturado tenha tamanho apropriado para ser utilizado em substituição dos agregados do concreto (brita e areia);
- Destinar o resíduo gerado em canteiro de obra para outra empresa, que possui o maquinário necessário para este processamento.

O presente trabalho propõe fazer uma comparação entre estes dois métodos, a fim de apresentar resultados relevantes para uma empresa que considere oferecer o serviço de aluguel de britador móvel em Cuiabá – MT, o qual não existe hoje na cidade, abordando aspectos econômicos e ambientais.

2. METODOLOGIA

No caso dos resíduos de Classe A, é preciso, primeiramente, transformá-los em agregados (CONAMA, 2002). Para isso, atualmente há em Cuiabá uma empresa com uma usina estacionária para reciclagem de RCC como única opção, localizada na Rodovia Emanuel Pinheiro, KM 04, Jardim Vitória, a 10 km do centro da cidade. Esta empresa recebe, unicamente, resíduos da construção civil do tipo classe A. As demais classes são recebidas desde que em pequenas quantidades, misturadas com o de Classe A. A empresa informa que não recebe outros resíduos, como ferro, pneu, plásticos, resíduos contaminantes e lixo (ECOAMBIENTAL, 2015).

Quanto ao aluguel de britador móvel, foi considerada a situação hipotética de que exista uma empresa com este equipamento em Cuiabá – MT, e ofereça o serviço de alugá-lo. Não foi considerado o valor de transporte do equipamento da cidade onde já existe uma empresa que ofereça o equipamento, uma vez que o objetivo deste trabalho é verificar a viabilidade do estabelecimento de tal empresa em Cuiabá – MT.

Primeiramente, para o levantamento dos custos referentes aos serviços, foram considerados os constantes na tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), referente ao estado de Mato Grosso para o mês de março de 2019. Esta tabela apresenta os salários medianos de mão de obra e preços medianos de materiais, máquinas e equipamentos e serviços da construção para os setores de saneamento básico, infraestrutura e habitação (IBGE, 2019).

Sabendo-se que existe a possibilidade de não constar na tabela SINAPI os custos de alguns materiais, equipamentos ou serviços, foi, secundariamente, pesquisado os valores de mercado em empresas que forneçam tais materiais, equipamentos ou serviços em Cuiabá – MT.

Em último caso, quando não constar certo material, equipamento ou insumo na tabela SINAPI, nem existir a oferta em Cuiabá – MT, foi realizada a pesquisa de preços em outras cidades.

A análise de custo proposta neste trabalho leva em consideração apenas os custos diretos relativos aos serviços de trituração, ou seja, aqueles que podem ser diretamente apropriados no custo do serviço. Estes custos (R\$) variam em função do

volume de resíduo a ser processado (v), sendo a equação 1 referente ao aluguel de britador móvel e a equação 2 referente à destinação do resíduo para outra empresa.

$$R\$ = a+bxv \text{ (equação 1)}$$

Sendo:

a = Custo fixo do aluguel do equipamento;

b = Custo pelo uso do equipamento

$$R\$=(c+d+e+f)\times v \text{ (equação 2)}$$

Sendo:

c = Transporte dos resíduos da obra até a empresa que os tritulará;

d = Recebimento dos resíduos;

e = Compra do agregado reciclado;

f = Transporte do agregado reciclado até a obra.

A análise ambiental entre os dois métodos foi feita por revisão bibliográfica das experiências registradas em artigos, considerando o método de Avaliação de Ciclo de Vida.

3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com pesquisa de valores para aluguel de britador móvel, foi evidenciado que as empresas que oferecem esse serviço se concentram na região sudeste do Brasil. Os valores aproximados, considerando uma média entre os encontrados, constam no Quadro 1.

Para a destinação dos resíduos para outra empresa, alguns dos valores foram encontrados na tabela SINAPI (Quadro 2), e outros foram pesquisados em empresas em Cuiabá – MT (Quadro 3).

Para o cálculo do transporte, foi considerada a distância média de 10 quilômetros, que equivale à distância entre o centro de Cuiabá – MT até o local apropriado para o RCC, localizada na rodovia Emanuel Pinheiro, KM 04, Jardim Vitória. Dessa forma, foi mantida apenas uma variável nos cálculos, o volume de resíduo.

Com os valores todos levantados, foi montado o gráfico apresentado na Figura 1, que faz a comparação visual da evolução dos custos em relação ao aumento do volume de resíduos a serem triturados.

Quadro 1 - Valores pesquisados para aluguel do britador móvel

Aluguel de britador móvel	Unidade de medida	Valor mediano (R\$)
Valor fixo	R\$	19.000,00
Uso do equipamento	m ³	100,00

Fonte: Do autor, 2019.

Quadro 2 – Valores pesquisados para o serviço de transporte

Código	Descrição do insumo/serviço	Unid.	Preço mediano (R\$)
95875	Transporte com caminhão basculante de 10 m ³ , em via urbana pavimentada, DMT até 30 km (com encargos trab.)	m ³ *km	1,14

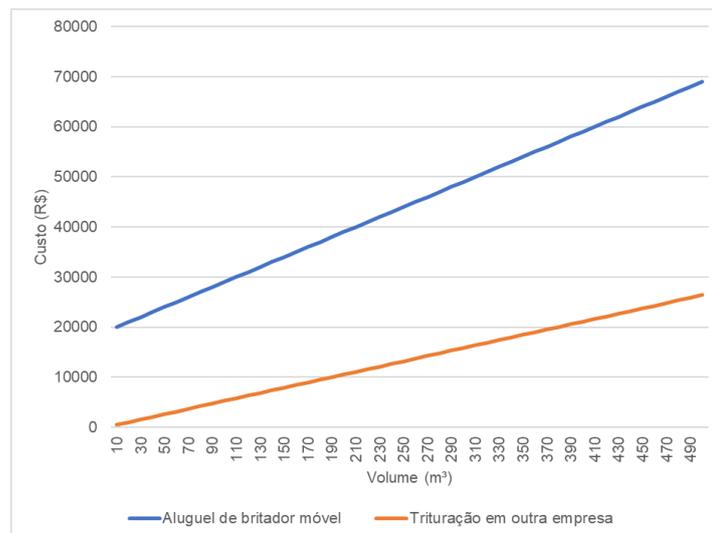
Fonte: CAIXA, 2019.

Quadro 3 - Valores pesquisados para recebimento de RCC e compra de brita reciclada

Descrição do insumo/serviço	Unid.	Preço mediano (R\$)
Recebimento de RCC	m ³	15,00
Brita reciclada	m ³	15,00

Fonte: Do autor, 2019.

Figura 1 - Gráfico comparativo entre os métodos de trituração de RCC



Fonte: Do autor.

Analisando o gráfico, observa-se que a reciclagem do resíduo em canteiro de obra é a opção mais cara, independente do volume a ser triturado, quando considerado os valores praticados atualmente.

Outro trabalho, bastante similar a este, foi feito considerando os valores da cidade de São Paulo – SP comparando o aluguel de britador móvel com a compra de agregados naturais, concluindo que o aluguel de um britador móvel é a alternativa mais econômica quando a obra produz acima de 120 m³ de resíduo (PASCHOALIN FILHO; STOROPOLI; DUARTE, 2014).

Este volume de 120 m³ é bastante factível, podendo ser encontrado dentro de um canteiro de obras de, por exemplo, um prédio de 25 andares, que utiliza aproximadamente 6.000 m³ de concreto. Existem pesquisas apontando que 10% dos materiais empregados em uma obra acabam se tornando resíduos (AGOPYAN, 1998), ou seja, 600 m³ no exemplo dado.

Analisando os dados apresentados, verificou-se que os valores de transporte em São Paulo – SP são bem mais elevados que em Cuiabá – MT, tanto pelo valor unitário quanto pela distância percorrida, correspondendo a 61% do custo total do serviço.

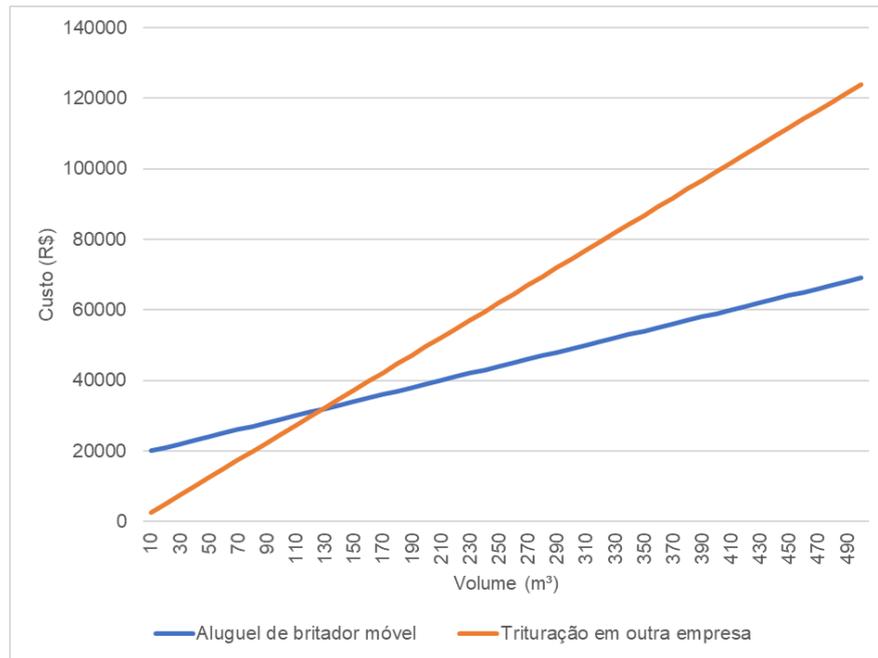
Para que o resultado encontrado em Cuiabá fosse similar ao encontrado em São Paulo, o custo referente ao transporte teria que ser de R\$ 110,00, ante aos R\$ 11,40 considerados neste trabalho. O gráfico que ilustra tal situação é o apresentado na Figura 2.

No aspecto ambiental, BOVEA e POWELL (2016) realizaram uma intensa revisão bibliográfica de trabalhos que abordaram a poluição emitida tanto por uma usina estacionária, considerando também a poluição emitida pelo transporte dos resíduos, quanto a poluição emitida durante o uso de uma usina móvel.

Os autores concluíram que, no geral, a opção de tratar os resíduos dentro do canteiro de obras é a opção mais preferível, mas lembraram que essa conclusão depende bastante da distância entre a obra e a usina. Em outras palavras, isso significa dizer que, caso a distância seja curta, a emissão de poluentes será maior caso se opte por uma usina móvel.

Porém, devido ao fato de que as usinas estacionárias encontram-se nas margens dos municípios, devido a suas características (barulho intenso, produção de partículas finas – poeira), esta distância é longa o suficiente para deixar claro que está é a opção que emite mais poluente.

Figura 2 - Situação com valores hipotéticos para transporte em Cuiabá



Fonte: Do autor.

4. CONSIDERAÇÕES

Ficou demonstrado neste trabalho que, com os valores cobrados atualmente em Cuiabá – MT, não é economicamente viável considerar o aluguel de britador móvel para a trituração de RCC.

Porém, tal situação pode-se alterar no futuro, caso alguma das variáveis consideradas aumentem seu valor, podendo ser o valor do transporte ou as outras variáveis, que dizem respeito aos valores cobrados pela empresa que recebe e tritura os RCC dos geradores deste resíduo.

Mas, ainda assim, a utilização de um britador móvel pode se justificar simplesmente por ser uma alternativa menos poluidora, e não se basear somente no seu custo.

Para trabalhos futuros, recomenda-se verificar a Avaliação de Ciclo de Vida na britagem em canteiro de obras considerando as características de Cuiabá- MT, pois essa alternativa, por mais que hoje ainda seja mais cara, tem se mostrado mais sustentável que o existente atualmente.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.007:** Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.115:** Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Execução de Camadas de Pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.116:** Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Utilização em Pavimentação e Preparo de Concreto sem Função Estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7.211:** Agregados para concreto - especificação Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9.935:** Agregados - Terminologia. Rio de Janeiro, 2011.

AGOPYAN, V. **Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obra.** São Paulo: EPUSP, 1998.

AMORIM, D. Crise prolongada na construção civil trava expansão de investimentos no País. **Estadão**, 2018.

BANCO MUNDIAL. **What a waste?: A Global Review of Solid Waste Management.** 1º ed. Whashington: The World Bank, 2012.

BOVEA, M. D.; POWELL, J. C. Developments in life cycle assessment applied to evaluate the environmental performance of construction and demolition wastes.

Waste Management, v. 50, p. 151–172, 2016.

BRASIL. **Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 23 out. 2018.

CAIXA. **SINAPI.** Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 19 mar. 2019.

CONAMA. **Resolução n.º 307 de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf>. Acesso em: 25 set. 2018.

CUIABÁ. **Relatório de Monitoramento 04/2012.** Disponível em: <http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/relatorio_monitoramento_04_2012.pdf>. Acesso em: 20 set. 2018.

DONDO, M. V. M. Avaliação da gestão de resíduos da construção civil em Cuiabá e Várzea Grande. **Revista DAE**, v. 65, n. 207, p. 62–76, 2017.

ECOAMBIENTAL. **Serviços.** Disponível em: <<http://www.ecoambientalmt.com/serviços>>. Acesso em: 6 mar. 2019.

FERREIRA, R. P. **Como a crise afetou a construção civil - Jornal do Comércio.** Disponível em: <https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/opiniaio/2018/06/634231-como-a-crise-afetou-a-construcao-civil.html>. Acesso em: 11 fev. 2018.

HUANG, B. et al. Construction and demolition waste management in China through the 3R principle. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 129, n. September 2017, p. 36–44, 2018.

JOHN, V. M. Reciclagem de Resíduos na Construção Civil: Contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. **Escola Politécnica da USP**, v. 5, p. 113, 2000.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Microestrutura,**

propriedades e materiais. 14. ed. São Paulo: IBRACON, 2008.

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. A indústria da construção na era da informação. **Ambiente Construído**, n. 11, p. 69–81, 2003.

NASCIMENTO NETO, P.; MOREIRA, T. A. Política nacional de resíduos sólidos - reflexões a cerca do novo marco regulatório nacional. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 15, n. MARCH 2010, p. 10–19, 2010.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

PASCHOALIN FILHO, J. A.; STOROPOLI, J. H.; DUARTE, E. B. L. Viabilidade Econômica da Utilização de Resíduos Reciclados na Execução do Contrapiso de um Edifício Localizado na Zona Leste de São Paulo. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - REGET/UFMS**, v. 18, n. 2, p. 928–943, 2014.

RODRIGUES, I. N.; LUMERTZ, E. S. DOS S. A Economia Verde Como Vetor Do Desenvolvimento Sustentável. **Veredas do Direito**, v. 11, n. 21, p. 107–134, 2014.

SANTOS, M. S. H.; SANTOS, J.; ALBUQUERQUE, A. C. **Tijolos Produzidos Com Agregados de Resíduos da Construção Civil**. 54º Congresso Brasileiro do Concreto. **Anais...**Maceió: 2012

SILVA, L. F. F. DA; SILVA, M. A. DA. Resíduos sólidos na construção civil: qual o custo de sua destinação e tratamento? **XXIII Congresso Brasileiro de Custos**, p. 1–14, 2016.

SINDUSCON - DF. **Porquê e Como elaborar o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. 1º ed. Distrito Federal: Rbucar, 2006.

TAM, V. W. Y.; SOOMRO, M.; EVANGELISTA, A. C. J. A review of recycled aggregate in concrete applications (2000–2017). **Construction and Building Materials**, v. 172, p. 272–292, 2018.