

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

MARCELO KAWAY JUNIOR

**ANÁLISE TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTO DE
FRAGMENTAÇÃO PRIMÁRIA DE RESÍDUOS DA CONTRUÇÃO CIVIL EM UM
CANTEIRO DE OBRAS NA CIDADE DE MARINGÁ/PR**

CAMPO MOURÃO

2018

MARCELO KAWAY JUNIOR

**ANÁLISE TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE
FRAGMENTAÇÃO PRIMÁRIA DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM UM
CANTEIRO DE OBRAS NA CIDADE DE MARINGÁ/PR**

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso superior de Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dra. Maria Cristina Rodrigues
Halmeman

CAMPO MOURÃO

2018



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

Análise Técnica para Aquisição de Equipamentos de Fragmentação Primária de Resíduos da Construção Civil em um Canteiro de Obras na Cidade de Maringá/PR

por

Marcelo Kaway Junior

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 17h do dia 18 de outubro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Dra. Paula Cristina Souza

((UTFPR))

Prof. Me. Roberto Widerski

(UTFPR)

Prof. Dra. Maria Cristina Halmeman

(UTFPR)

Orientadora

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof. Dra. Paula Cristina Souza

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo estudar a viabilidade na implementação de reciclagem de resíduos classe A (passíveis de reciclagem com tecnologia existente) e calcular o tempo de retorno do investimento através da técnica do *payback* descontado (sigla em inglês para o tempo de retorno). O estudo iniciou-se pela observação do descarte de resíduos classe A, em sua maioria entulhos, no canteiro de obra e uma oportunidade de agregar valor a este, até então considerado rejeito, em produto final. A priori, foi realizada uma pesquisa com referencial teórico e equipamentos disponíveis no mercado. Na etapa seguinte foi escolhida uma edificação para estudo e nela, foram coletados dados do volume mensal de entulhos com o mestre de obra, realizado uma entrevista e feitas análises no canteiro para verificar se era possível implementar o sistema proposto. Com os dados obtidos, foi calculado o tempo de retorno. O *payback* encontrado foi de aproximadamente um ano e 128 dias com uma taxa interna de retorno (TIR) de 28,89% e estes dados podem ser considerados favoráveis, portanto, um investimento aceitável. Todavia, como a edificação estudada é independente e possui um regimento próprio, foi possível constatar que a proposta não é viável, pelo fato do equipamento perder sua utilidade quando a obra for finalizada.

Palavras-chave: Reciclagem em canteiro de obra, Logística dos Resíduos, Gestão de resíduos.

ABSTRACT

The objective of this work is to study the feasibility of the recycling Class A waste (recyclable with existing technology), and calculate the time to return the investment through the discounted payback technique. The study began by observing the disposal of Class A waste, mostly debris, at the construction site and an opportunity to add value to this, previously considered waste, in final product with market value. First, was carried out a research with theoretical reference and equipment available in the market. In the next stage, a building was chosen for study and in it, data were collected from the monthly volume of debris with the construction master, an interview was carried out, and analyzes were carried out at the site to verify if it was possible to implement the proposed system. Finally, with the data obtained, the time of return was calculated (*payback*). The payback found was approximately one year and 128 days with an internal rate of return (IRR) of 28.89% and this data can be considered favorable, therefore an acceptable investment. However, as the building studied is independent and has its own regiment, it was understood that the proposal is not viable, because the equipment loses its usefulness when the work is finished.

Key-words: recycle on site, Waste Logistic, Management of CCW.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Projeto da fachada externa do edifício residencial Dolce Vita.....	29
Figura 2 – Fluxograma das etapas de pesquisa.....	29
Figura 3 – Entulhos segregados.....	31
Figura 4 – Gesso segregado.....	31
Figura 5 – Madeira segregada.....	32
Figura 6 – Metais segregados.....	33
Figura 7 – Plástico segregado.....	33
Figura 8 – Restos de materiais segregados de forma incorreta.....	34
Figura 9 – Logística vertical e horizontal	36
Figura 10 – Britador de mandíbula.....	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tecnologia para reciclagens de RCC's.....	20
Quadro 2: Classificação e caracterização dos resíduos provenientes dos prédios em construção em Passo Fundo (três cargas analisadas)	21
Quadro 3: Ficha de entrevista.	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Utilizações dos resíduos classe A reciclados.....	17
Tabela 2 – Investimento, E.C. e custos....	38
Tabela 3 – Custos da mão de obra com e sem encargos de um servente.....	39
Tabela 4 – Reajuste do Investimento, E.C. e custos para o ano 2.....	40
Tabela 5 – Fluxo de caixa.....	40

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACOES

ABETRE – Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRACON – Associação Brasileira para Reciclagem de RCC

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPEL – Companhia Paranaense de energia

INCC – ndice Nacional da Construção Civil

NBR – Norma Brasileira

PGR – Plano de Gerenciamento de Resíduos

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PNRS – Política Nacional dos Resíduos Sólidos

RCC – Resíduos da Construção Civil

SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil

SINTRACOM – Sindicato dos Trabalhadores na Indústria da Construção e do Mobiliário de Maringá

SUMÁRIO

SUMÁRIO	10
1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVO GERAL	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS	14
2.1.1 Classificação dos Resíduos Sólidos	15
2.1.2 Classificação Resíduos Sólidos na Construção Civil	16
2.2 UTILIZAÇÕES E TECNOLOGIAS DOS RESÍDUOS CLASSE A	16
2.2.1 Usinas de reciclagem de RCC's	18
2.2.2 Equipamentos	19
2.3 COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	21
2.4 ANÁLISE FINANCEIRA	22
2.4.1 Fluxo de caixa	22
2.4.2 Taxa mínima de atratividade	22
2.4.4 Valor presente líquido (VPL)	23
2.4.5 Taxa Interna de Retorno (TIR)	24
3 MATERIAL E MÉTODO	25
3.1 Caracterização do empreendimento	25
3.2 MÉTODOS	26
3.2.1 Etapa 01 – Pesquisa de Campo	26
3.2.2 Etapa 02 – Levantamento de Custos	28
3.2.3 Etapa 03 – Análise Financeira	28
4 RESULTADO E DISCUSSÃO	30
4.1 ANÁLISE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO CANTEIRO DE OBRAS	31
4.2 QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DE RESÍDUOS SÓLIDOS	34

4.3 ESTUDO DE EQUIPAMENTO VERIFICADO PARA A OBRA ANALISADA.....	37
4.4 COMPOSIÇÃO DE CUSTOS.....	39
4.5 PAYBACK DESCONTADO	39
5 CONCLUSÃO.....	43
REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

A construção civil possui um papel fundamental na sociedade, gera empregos, movimenta grande parte do produto interno bruto (PIB), é a responsável pela formação da infraestrutura e alavanca o país em direção ao desenvolvimento. Entretanto, Pinto (1999) afirmou que este setor é responsável por mais da metade do resíduo gerado no país.

O resíduo gerado pela construção civil (RCC) é responsável por impactos significativos diretos ao meio ambiente e a sociedade como um todo. É de suma importância a destinação correta deste RCC e tendo em vista este aspecto, a Resolução CONAMA nº 307 (2002), define e normatiza os principais aspectos dos resíduos da construção civil.

Conforme a Resolução CONAMA nº 307 (2002), os RCC's são divididos em quatro grupos: Classe A, B, C e D. Os resíduos classe A, popularmente conhecido como entulho de obra, é o maior representa do volume de resíduo gerado na obra e possuem potencial de reciclagem. Este material pode ser reciclado como agregado e utilizado tanto na pavimentação como preenchimento em obras (não podendo ser aplicado em peças com função estrutural).

Desta forma, é imprescindível que a empresa responsável pela obra destine corretamente este resíduo. Porém, este material possui potencial de reciclagem, ou seja, o que era rejeito pode passar a ser produto e então diminuir custos de agregado, aluguel de caçamba e destinação final a este material. Outra vantagem da reciclagem é a visibilidade de mercado, pois uma empresa comprometida com o meio ambiente destaca se por sua responsabilidade social e ambiental.

Esse trabalho tem como objetivo verificar o investimento necessário para implementar a fragmentação primária de resíduos da Construção Civil em um canteiro de obras na cidade de Maringá, sendo realizado por meio de levantamentos médios dos resíduos RCC's com potencial em reciclagem, pesquisado custos e economia de custos e por fim, calcular o tempo de retorno do investimento. Portanto, estudando uma alternativa que reduza custos financeiros a empresa e impactos gerados ao meio ambiente.

1.1 OBJETIVO GERAL

Verificar o investimento necessário para implementar a fragmentação primária de resíduos da construção civil em um canteiro de obras na cidade de Maringá.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Levantar o volume de Resíduos da Construção e demolição mensais para um canteiro de obra na cidade de Maringá/PR;
- b) Estudar o equipamento necessário para a fragmentação primária de resíduos da construção civil em um canteiro de obra na cidade de Maringá/PR;
- c) Apresentar o tempo de retorno do investimento para um canteiro de obra na cidade de Maringá/PR.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos conforme a Lei 12.305/2010 define que resíduos sólidos são materiais, substâncias ou objetos que, resultando o resto de atividades humanas o qual sua destinação final se procede, se propõe a proceder ou se obriga a proceder, podendo ser tanto no estado sólido assim como semissólido. Entende se também que gases contidos nos recipientes e líquidos os quais suas particularidades tornam inviável seu lançamento em rede pública de esgoto ou nos corpos d'água, podendo também exigir soluções técnicas ou ser economicamente inviável em frente a melhor tecnologia disponível.

Para os RCC's, A Resolução CONAMA 307/2002, define como materiais provenientes de construções, reformas, reparos, demolições de obras de construção civil, assim como o que resulta da preparação e escavação de terrenos como, tijolos, blocos cerâmicos, concretos, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras, compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidro, plástico, tubulação, fiação elétrica entre outros. Geralmente chamados de entulho de obra, caliça ou metralha (CONAMA 307/2002, p. 572).

Resíduos da construção civil sendo um resíduo inerte atribui a ideia de baixa periculosidade, mesmo sendo gerado em grande volume não é dada devida atenção possuindo pontos de distribuição ilegal e encontrados tintas, solventes e óleos. Estes fatores que causam dano ao meio ambiente (MARTINS, 2014)

Resíduos da construção e demolição (RCD) são materiais provenientes da atividade de construção, podendo ser de construção, reforma, demolição que envolva atividades de obras de arte, solos ou resíduos de vegetação presentes em limpeza de terreno (ÂNGULO, 2000).

2.1.1 Classificação dos Resíduos Sólidos

A ABNT classifica os resíduos sólidos quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública para que possam ser gerenciados corretamente. Portanto, é importante a identificação do processo que lhe deu origem, assim como seus constituintes e características, e comparando com a listagem de resíduos e substâncias cujo impacto a saúde e ao meio é conhecido (ABNT, 2004a).

A NBR 10004 (ABNT, 2004a) define que “Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e variação...”, logo, Cabral e Moreira (2011) cita que atividades da construção civil estão inclusas nestas atividades de serviços mesmo não sendo explicitamente citadas.

A classificação dos resíduos sólidos na NBR 10004 está relacionada a atividades que a deram origem e seus constituintes, e o nível de potencial de risco (ABNT 2014a). São classificados em duas classes:

a) Resíduos Classe I – Perigosos: apresentam periculosidade e por sua natureza pode apresentar riscos à saúde, causar mortalidade doenças ou acentuado seus índices. Exemplo: produtos químicos, tintas, manta asfáltica (NBR 10004/2004).

b) Resíduos Classe II – Não Perigosos: podem ser não inertes ou inertes, quando não inertes são classificados como classe II A, quando inertes são classificados como classe I B.

- Classe II A – não inertes: apresentam propriedade biodegradável, combustibilidade ou solubilidade em água. Exemplo: resto de comida, fibra de vidro, lodo de tratamento de água.

- Classe II B - Inertes: são resíduos que, em contato com água destilada ou deionizada, a temperatura ambiente, não tem nenhum de seus constituintes solubilizados em água, excetuando-se por aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G. Exemplo: papel, solo, isopor e ferro (NBR 10004/2004).

2.1.2 Classificação Resíduos Sólidos na Construção Civil

A Resolução CONAMA nº 307/2002, visando a reciclagem dos resíduos da construção civil, classificou os RCC's em 4 classes: A, B, C e D. Atualmente ela está dividida na seguinte forma:

- a) Grupo A: resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregado, tais como: de construção, demolição, obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem, de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios) produzidas nos canteiros de obras;
- b) Grupo B: resíduos para outras destinações, tais como: plástico, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso;
- c) Grupo C: resíduos para os quais não apresentam tecnologias que permitam sua reciclagem ou recuperação ou aplicações economicamente viáveis para sua reciclagem, como exemplo: lã de vidro;
- d) Grupo D: resíduos perigosos, oriundos do processo de construção civil, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolição, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais, telhas e demais objetos que contenham amianto.

2.2 UTILIZAÇÕES E TECNOLOGIAS DOS RESÍDUOS CLASSE A

Reduzir, reutilizar e reciclar, chamado de 3R's, visa consumir menos ou optar pelos que gerem menor volume de resíduos e apresentem maior durabilidade. Aplicando este conceito na construção civil, tem-se o objetivo de reduzir as perdas e desperdícios de materiais, durante a execução da obra (MARTINS, 2014).

Os agregados reciclados não podem ser utilizados para o concreto estrutural. Todavia, para concreto não estrutural substitui agregados convencionais como areia e brita. Para Zordan, a aplicação mais simples de RCC reciclado é para

pavimentação, podendo ser utilizado no subleito, sub-base e no próprio pavimento. A vantagem da utilização dos resíduos na pavimentação se dá ao menor utilização de tecnologia e baixo custo operacional e possibilita o uso de minerais constituintes do entulho de britagem. A NBR 15.115:2004 padroniza o uso de camadas de pavimentação e consolida a tecnologia (ZORDAN, 2006).

Agregados em concreto não estrutural estão normatizados pela ABNT através da norma NBR 15.116:2004. Agregados de resíduos de concreto (ARC) são agregados reciclados de resíduos da classe A, compostos na sua fração graúda, de no mínimo 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland e rochas. Enquanto agregados classe A, compostos na sua fração graúda com menos de 90% em massa são classificados como agregado de resíduo misto (ARM) e também devem atender aos requisitos de aplicações específicas conforme anexo A da norma (PIOZEVAN, 2007).

Piozevan (2007) salienta que o concreto de cimento Portland, sem função estrutural com agregados reciclados, é destinado a usos como enchimento, contrapiso, calçadas, blocos de vedação, meio-fio, sarjetas, canaletas, mourões e placas de muro. Utilizações as quais seriam de concretos de classe de resistência C10 e C15 da ABNT NBR8953.

A tabela 1 demonstra as principais utilizações, apontadas pela Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRACON, 2018).

Tabela 1 – Utilizações do resíduo classe A reciclado.

Produto	Características	Uso Recomendado
Areia Reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 4,8mm, isento de impurezas proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto	Argamassas de assentamento de alvenaria de vedação, contrapisos, solo-cimento, blocos e tijolos de vedação.
Pedrisco reciclado	Material com dimensão máxima característica de 6,3 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de artefatos de concreto, como blocos de vedação, pisos intertravados, manilhas de esgoto, entre outros.

Brita Reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 39 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagens.
Bica corrida	Material proveniente da reciclagem de resíduos da construção civil, livre de impurezas, com dimensão máxima característica de 63 mm .	Obras de base e sub-base de pavimentos, reforço e subleito de pavimentos, além de regularização de vias não pavimentadas, aterros.
Rachão	Material com dimensão máxima característica inferior a 150 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Obras de pavimentação, drenagens e terraplenagem.

Fonte: Urbem Tecnologia Ambiental (2018).

2.2.1 Usinas de reciclagem de RCC's

A reciclagem de RCC, no Brasil, é pouco expressiva, com percentual menor que 5% dos 65 milhões de toneladas de resíduos produzidos anualmente pelo setor da construção. Em 2002, com a resolução 307 da CONAMA, houve um significativo aumento da reciclagem, através da determinação de responsabilidades nos setores, sendo eles, geradores, transportadores, receptores e também os municípios (CAPELLO, 2006).

De acordo com Miranda, Ângulo e Careli (2009), as usinas que desativas, estivessem em funcionamento, o valor da reciclagem do RCC aumentaria de 3,6% para 4,5%, no ano em que a análise foi realizada. O percentual pode ser considerado baixo, se comparados aos países modernos como EUA e Japão.

Equipamentos utilizados nas usinas de RCC's, em sua maioria, são provenientes do setor de mineração, adaptados para que possam reciclar RCC (LIMA, 1999).

2.2.2 Equipamentos

Equipamentos de reciclagem de RCC em sua maioria são compostos por instalações simples, com equipamentos brasileiros do setor de mineração. São eles constituídos por: Alimentador, Britador de Mandíbula, Transportadores de correia, Eletroímã e conjunto peneirador vibratório (NUNES, 2004).

Em um estudo realizado por Martins (2014), apresentou-se os principais equipamentos disponíveis no mercado para reciclagem de resíduos classe A, conforme o quadro 1. Dentre os equipamentos apresentados, foi escolhido o britador de mandíbula para este estudo, uma vez que, possui um valor reduzido se comparado aos demais e cumpriu com as necessidades do estudo em questão.

Equipamentos	Descrição	Referência
<p data-bbox="392 300 647 322">Alimentador Vibratório</p>  <p data-bbox="341 506 671 528">Figura 6: Alimentador Vidratório</p>	<p data-bbox="791 300 1238 528">Equipamento de alimentação que proporciona fluxo constante e evita sobrecargas no sistema de britagem, permite a seleção manual dos resíduos e possui grelha para a retirada de materiais finos dando rendimento ao conjunto. Capacidade de alimentação: 1 - 6 m³/h</p>	<p data-bbox="1286 300 1382 356">Vegedry (2015)</p>
<p data-bbox="376 595 663 618">Transportador de Correia</p>  <p data-bbox="293 875 647 898">Figura 7: Transportador de Correia</p>	<p data-bbox="791 595 1238 909">Equipamento utilizado para o transporte de materiais, possui pés com rodas o que permite a sua movimentação e ajuste para a altura de descarga. Quando montado com correia de borracha, facilita o transporte de pedras, blocos e tijolos e quando montado em correia de PVC com impressão, propicia o transporte e agregados finos. Produção média: 10 m³/h</p>	<p data-bbox="1286 595 1382 651">Vegedry (2015)</p>
<p data-bbox="472 954 568 976">Britador</p>  <p data-bbox="360 1245 536 1267">Figura 8: Britador</p>	<p data-bbox="791 954 1238 1144">Sistema de britagem de resíduos classe A, que possibilita a fragmentação do material, equipamento móvel que pode ser trabalhado com alimentação manual ou constante. Produção média: 1,1 - 4 m³/h</p>	<p data-bbox="1286 954 1382 1010">Vegedry (2015)</p>
<p data-bbox="464 1301 576 1323">Eletroímã</p>  <p data-bbox="384 1469 584 1491">Figura 9: Eletroímã</p>	<p data-bbox="791 1301 1238 1469">O separador magnético foi elaborado para correias transportadoras e são utilizados para remover os metais presentes nos resíduos, não possuem custos com manutenção e não necessitam de energia elétrica.</p>	<p data-bbox="1294 1301 1374 1357">Alutal (2015)</p>
<p data-bbox="416 1536 624 1559">Peneira Vibratória</p>  <p data-bbox="296 1794 592 1816">Figura 10: Peneira Vibratória</p>	<p data-bbox="791 1559 1238 1648">Equipamento que classifica os grãos triturados de acordo com a sua granulometria.</p>	<p data-bbox="1294 1559 1374 1615">YLS (2015)</p>

Quadro 1: Tecnologias para reciclagem de RCC's.
Fonte: Martins (2014)

Scatamburlo (2014) utilizou um triturador para reciclar entulho em areia. O projeto foi realizado na construtora Cyrela e houve dificuldade em encontrar tecnologias, pois em sua grande maioria, os equipamentos eram para grandes volumes, o que era incompatível com a premissa do estudo. Para o autor, a escolha do equipamento foi definida a partir de três aspectos principais: a disponibilidade do equipamento, o seu tamanho (para que este coubesse no canteiro de obras) e seu modelo de negócio.

2.3 COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O quadro 2 apresenta os resíduos de acordo com a Resolução nº 307 do CONAMA. Foram analisadas três cargas e a classificação predominante ocorreu na Classe A, apresentando um percentual aproximado de 84,81%, não sendo considerada os resíduos classe D, perigosos. As coletas foram provenientes de prédios em construção em Passo Fundo/RS. É possível perceber uma heterogeneidade dos resíduos, apresentando materiais como concreto, argamassa, madeira, isopor, gesso e entre outros (Bernardes A. et al., 2008).

Resíduos	Massa em Kg	%	Classificação (Resolução nº 307 CONAMA)
Argamassa	4486,7	56,71	A
Cerâmica	147,1	1,86	A
Concreto	72,4	0,92	A
Finos de argamassa	602,6	7,61	A
Gesso	1000,4	12,65	C
Madeira	29,6	0,38	B
Metais	58,8	0,74	B
Organico	11	0,14	B
Plástico, papel e isopor	101,1	1,28	B
Tijolo	1401,7	17,71	A
Total	7911,5	100,0	

Quadro 2 - Classificação e caracterização dos resíduos provenientes dos prédios em construção em Passo Fundo (três cargas analisadas).
Fonte: Bernardes, A. et al. (2008).

2.4 ANÁLISE FINANCEIRA

A análise financeira do investimento consiste em um processo decisório, consiste na escolha da aplicação (investimento) mais apropriado a empresa ou indivíduo com a aceitação do conceito de valor do dinheiro no tempo (BALARINE, 2014).

As decisões da empresa devem ser feitas de maneira cautelosa, pois isso tem consequências diretas no futuro da empresa. Os projetos de investimento devem superar uma série de obstáculos com sucesso para provar que, de fato, é a melhor alternativa possível, entre as opções disponíveis (GALESNE, 1999).

2.4.1 Fluxo de caixa

O fluxo de caixa representa graficamente entradas e saídas de dinheiro em um caixa, por um determinado período de tempo. Indicadores de viabilidade são calculados através da movimentação do caixa sendo assim, é necessário que seja realizado um estudo de boa qualidade para a análise seja mais precisa (GITMAN, 2004)

2.4.2 Taxa mínima de atratividade

A taxa mínima de atratividade (TMA) refere-se à rentabilidade mínima exigida dos investidores, ou seja, é o mínimo rendimento aceitável para o investidor. Conceitos como custo de oportunidade, níveis de risco e custo de capital estão diretamente ligados a TMA (GALESNE, 1999).

Os modelos de TMA consideram características do mercado e da empresa, como a taxa de captação de recursos de suas variadas fontes de financiamento, ou seja, o custo de capital. Este custo tem um conceito dinâmico, variando ao longo do tempo, pois considera alterações nas condições de mercado, sendo assim deve ser

reavaliado constantemente. A TMA também pode ser determinada pelos diretores da empresa que utilizam conceitos subjetivos para defini-la (GITMAN, 2004).

2.4.3 Tempo de retorno do investimento (*Payback*)

O *payback*, termo vindo do inglês que significa, tempo de retorno do investimento, é o modelo de cálculo do tempo de retorno de um investimento, projeto ou empreendimento. Seu cálculo se dá através das entradas de caixa. Existem basicamente duas formas de se calcular o *payback*, o simples e o descontado. O *payback* simples desconsidera a variação do dinheiro no tempo enquanto o descontado considera (GITMAN 2004).

O *payback* descontado contempla uma melhoria em relação ao modo do *payback* tradicional, uma vez que os fluxos de caixa recebem tratamento financeiro e então se desconta uma taxa de retorno financeiro para descobrir seu valor no presente (VPL). Desta forma considera a variação do valor do dinheiro no tempo e a quantidade dos resultados e a tomada de decisões é aumentada (KATO, 2012).

Brigham e Ehrhardt (2012) entendem que “o período de *payback* descontado é definido como o número de anos necessário para recuperar o investimento dos fluxos líquidos de caixa descontados”.

2.4.4 Valor presente líquido (VPL)

O valor presente líquido deve ser calculado através da diferença entre entradas e saídas de caixas, em diferentes períodos. Deve também ser considerado o período inicial com a utilização de uma taxa de desconto. Para Gitman, seu cálculo deve ser feito como representado na fórmula 1 (GITMAN, 2004).

$$VPL = \sum [FC^t / (1 + k)^t] - FC_0 \quad (1)$$

Onde:

FC^t = fluxo de caixa em um período t;

k = taxa de desconto utilizado;

t = número do período;

FC_0 = fluxo de caixa no período zero, ou investimento inicial.

Se o VPL foi maior que zero, o projeto é aceito. Caso contrário o projeto é descartado. VPL positivo indica que as entradas de caixa foram maior que as saídas.

2.4.5 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Taxa interna de retorno é o valor presente dos fluxos de caixa de um investimento quando zerados. A TIR então pode ser calculado com a seguinte fórmula 2 (GITMAN 2004).

$$VPL = 0 = \sum [FC^t / (1 + k)^t] - FC_0 \quad (2)$$

O resultado, obtido em percentual, pode ser diretamente comparado com a TMA. Caso TIR maior que TMA, o projeto é aceito. Caso contrário, descartado.

3 MATERIAL E MÉTODO

3.1 Caracterização do empreendimento

O empreendimento em estudo é o edifício residencial Dolce Vita, localizado na Av. João Paulino Vieira Filho, número 342, no município de Maringá, no estado do Paraná. A obra é composta por:

- a) 11800 m² de área construída;
- b) 81,26m² de área privada (por apartamento);
- c) 141,34 m² de área na opção de uma vaga de garagem;
- d) 68 apartamentos e 17 pavimentos;
- e) 4 apartamentos por andar;
- f) 3 dormitórios (1 suíte);
- g) Condomínio a preço de custo.

O início da obra foi dado em fevereiro de 2013. Atualmente a obra ainda está em construção, na etapa de finalização dos acabamentos internos.

Figura 1 – Projeto da fachada externa do edifício residencial Dolce Vita.



FONTE: Pedro Granado Imóveis (2018).

3.2 MÉTODOS

O trabalho foi dividido em três etapas seguindo os objetivos secundários propostos.

3.2.1 Etapa 01 – Pesquisa de Campo

Consiste na pesquisa de dados como geração de resíduos, entrevista com o responsável, coleta de fotografias e todas as pesquisas *in loco* necessárias.

Para caracterização e quantificação do RCC, foram coletados informações, diretamente com mestre de obra responsável. A coleta de dados foi realizada através de uma entrevista, conforme o quadro 3.

Análise da Geração de Resíduos no Canteiro de Obras
<p>Nome do Entrevistado: _____</p> <p>Cargo: _____</p> <p>Nome da Obra: _____</p> <p>Data: ____ / ____ / _____ /</p>
<p>1) Resíduos Classe A são predominantes em obras, geralmente sobras de peças cerâmicas, concreto e argamassa são chamados de entulho. Em qual etapa da obra existe maior geração deste resíduo?</p> <p>R: _____ Por quê? _____</p>
<p>2) É realizado a segregação no canteiro de obras?</p> <p>s: () n: ()</p> <p>Se sim, como é realizado? _____</p>
<p>3) Como os resíduos são acondicionados? _____</p>
<p>4) Qual volume médio da geração de resíduos? _____</p>
<p>5) Quais resíduos gerado na obra são reciclados? _____</p>
<p>6) Como é a logística interna dos resíduos na obra? _____</p>
<p>7) A obra segue o PGR municipal?</p> <p>s: () n: ()</p>
<p>8) A construtora já procurou alguma forma de reciclagem dentro do canteiro de obras?</p> <p>s: () n: ()</p>
<p>OBS.: _____</p> <p>_____</p>

Quadro 3 – ficha de entrevista
 Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

3.2.2 Etapa 02 – Levantamento de Custos

Esta etapa consiste na pesquisa de custos. Após a escolha do equipamento, foi realizada uma pesquisa de um equipamento que se encaixasse com o perfil necessário para a reciclagem interna, ou seja, no canteiro de obras. Os aspectos decisivos foram o preço e o tamanho do equipamento (para transporte interno ou externo, se necessário).

Pesquisa de insumos foi realizada através da internet e em contato com fornecedores. Para britas, pesquisados em três diferentes fontes e realizado uma média aritmética. Para caçamba, pesquisado em duas fontes diferentes, e também realizado média aritmética. Por fim, para a britadeira de mandíbula uma única fonte pois existe uma variabilidade grande no preço do equipamento.

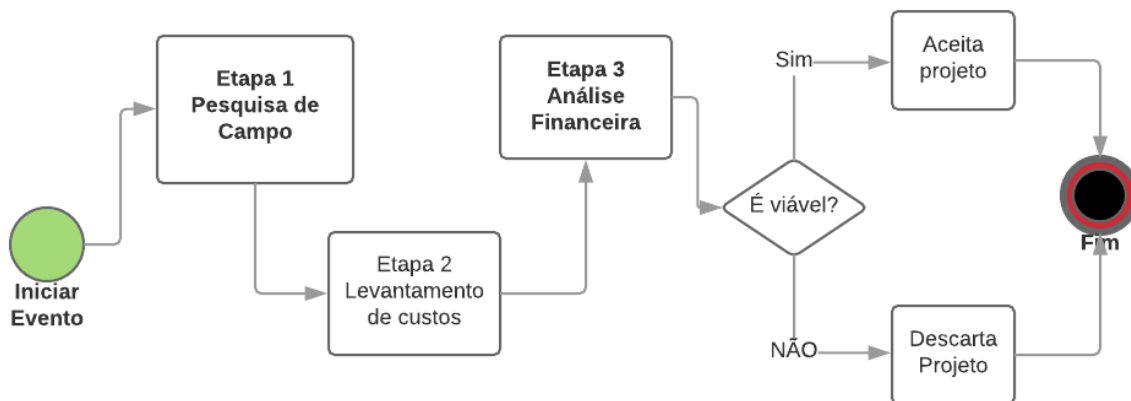
3.2.3 Etapa 03 – Análise Financeira

Análise financeira para viabilidade de projeto: após a escolha dos equipamentos fazer uma análise das vantagens, desvantagens, economia de materiais e custo-benefício da aquisição do método em estudo. Esta etapa compreende em analisar os *payback* calculados.

A partir dos dados coletados realizou-se um cálculo para apurar se o sistema apresentado é vantajoso. Os cálculos realizados serão: *payback* descontado, VPL e TIR.

O fluxograma apresentado tem a função de demonstrar e facilitar a compreensão das etapas listadas, conforme a figura 2.

Figura 2 - Fluxograma das etapas de pesquisa.



FONTE: Elaborado pelo autor (2018).

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO CANTEIRO DE OBRAS

Para este estudo, realizou-se uma análise dos RCC's contido na obra, com fotografias para um posterior estudo. Uma das constatações mais importantes foi que resíduos Classe A são predominante nas obras, assim como Bernardes, et al. (2008) constatou em seu estudo.

Foi possível perceber que a obra segregava tanto os materiais classe A: predominantemente concreto, blocos cerâmicos (tijolos), argamassas e classe B: metais, plásticos, papeis, gesso e madeira.

Desta forma, os grupos de materiais são segregados da seguinte forma:

- a) Entulho: a maior composição deste grupo é composta por concreto, blocos cerâmicos, argamassas, agregados miúdo (areia) e graúdo (brita). São advindo de quebra de alvenaria, erro na construção e sobra de processo de assentamentos. É predominante no volume de resíduos da construção civil sendo maior que 50% do total.

O entulho em estudo geralmente não é homogêneo, ou seja, existem restos de materiais de obra misturados, como exemplo tubulação de energia elétrica, papeis e plásticos. Isto pode atrapalhar no processo de reciclagem uma vez que é necessário o material ser o mais homogêneo possível no momento de transformar o resíduo em brita ou areia reciclado.

Outra observação importante a ser mencionado é que o acondicionamento intermediário ocorre diretamente no solo, uma vez que o comércio local solicitou que não fossem deixadas caçambas na parte externa. Desta forma, em um dia específico da semana, todo entulho é deixado em uma caçamba na parte exterior da obra para que a pedreira possa realizar a coleta.

A figura 3 representa o entulho segregado na obra.

Figura 3 – Entulhos segregados.



FONTE: Elaborado pelo autor (2018).

- b) Gesso: este material requer um destino especial, uma vez que não pode ser misturado com entulho de obra. Quando questionado sobre o assunto o mestre de obra afirmou que os próprios “gesseiros” responsabilizam se pela disposição final. A figura 4 representa o gesso segregado na obra:

Figura 4 – Gesso segregado.



FONTE: Elaborado pelo autor (2018).

- c) Madeira: com potencial para ser reutilizado, madeira é utilizado geralmente para formas e gabaritos. Na obra em estudo, não se reutiliza muito. O mestre de obra é responsável pela disposição, levando para a queima do material. O acondicionamento é realizado da forma como a figura 5.

Figura 5 – Madeira segregada.



FONTE: Elaborado pelo autor (2018).

- d) Metais: geralmente sobra e recorte das armaduras do concreto. Podem ser compostos por restos de acabamentos como na figura 6;

Figura 6 – Metais segregados.



FONTE: Elaborado pelo autor (2018).

e) Plásticos: restos de canos, curvas e outros. São geralmente sobras durante o processo de instalações hidro sanitárias, conforme a figura 7.

Figura 7 – Plástico segregado.



FONTE: Elaborado pelo autor (2018).

- f) Material acondicionado sem segregação: são rejeitos de obra como plásticos, canos, papelão. São acondicionados conforme a figura 8.

Figura 8 – Restos de materiais segregados de forma incorreta.



FONTE: Elaborado pelo autor (2018).

4.2 QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A quantificação do volume mensal de resíduos foi realizada através de números de caçambas coletadas pelas pedreiras e checagem da homogeneidade do entulho. Um método mais eficiente de quantificação de volume é através do PGR, muitas vezes fornecido a prefeitura pelas construtoras. Neste caso, não havia dados para serem analisados, desta forma, utilizou-se a contagem das caçambas.

O mestre de obra, através da entrevista, apresentou que para a empresa em questão tem-se 30m³ mensal médio de RCC em épocas de grande volume; e 18m³ mensal de RCC em épocas de menor volume. Os valores apresentados são aproximados uma vez que as contagens de caçambas não são pesadas, ou seja, não se sabe ao certo se a caçamba que foi contabilizada tem os valores exatos

tendo uma margem de erro para maior ou menor. Sendo assim, as caçambas são destinadas a uma unidade de recebimento de RCC na cidade em estudo.

O primeiro aspecto necessário a ser entendido é a geração de resíduos. O volume de geração não é uniforme durante a obra e é necessário compreender quais etapas possuem maior geração para aplicação do projeto. Através da entrevista, o mestre de obra comentou que a etapa de maior geração de resíduos é na fase do acabamento, alvenaria e reboco, uma vez que existe um grande uso de argamassa, quebra para instalações elétricas, hidráulicas, telefônica e de internet.

Para o estudo, serão utilizados valores são referentes a 12 meses da etapa de grande geração de resíduos, ou seja, 30m³ mensal. Conforme Bernardes, A. et al. (2008), a porcentagem de resíduos classe A é de 84,81% do total de resíduos gerados nas obras em prédios. Realmente é possível constatar como resíduos classe A constituem maior parte dos RCC's. O gesso está cada vez mais presente nas construções e apresentam um percentual de 12,65%, sendo eles resíduos classe C. Resíduos classe B são representados por 2,54%.

Considerando os aspectos acima citados e também com a observação do entulho na obra, pode se dizer que o volume médio útil de entulho é de 97,11%, uma vez que o gesso (representante de 12,65% do volume total de RCC) não pode ser depositado nas caçambas de forma alguma, sobrando somente resíduos classe B que eventualmente podem estar misturado no entulho. O volume médio útil foi encontrado através da interpolação entre classe A e B, descartando a classe C.

O acondicionamento do entulho depende da etapa da obra compreendida, em fase de maior geração a caçamba fica no interior do canteiro sendo acondicionada nela própria, sendo assim, garantindo a homogeneidade do entulho uma vez que não são depositados lixos por agentes externos. Durante fase de menor geração, o entulho fica no chão do próprio canteiro e pedreira responsável pela disposição final vem recolher na segunda feira, quando há resíduos suficientes para preencher uma caçamba. A data escolhida deve se ao comércio local que pediu para ser na segunda feira, melhor data para ambos (comércio e obra).

O armazenamento, conforme mencionado acima, se dá no interior da obra (caçamba) durante fase de maior geração e no exterior em fases de menor geração.

A coleta é realizada pela pedreira Ingá, a qual faz a disposição final do entulho gerado na obra, observação interessante a ser feita que estes materiais são

reciclados pelas pedreiras, quando ele não está com solo e possivelmente contaminado.

Transporte também é responsabilidade da pedreira que realiza a coleta, no período da entrevista as coletas eram realizadas nas segundas feiras.

A logística interna da obra é feita da seguinte maneira:

- a) Horizontal: maior parte por giricas, pois evita que o trabalhador carregue excesso de peso e possui maior agilidade no transporte;
- b) Vertical: antes realizado por elevadores, atualmente é vetado o uso deste. O transporte então passou a ser realizado por elevadores de cremalheira, conforme a figura 9.

Figura 9 – Logística vertical e horizontal.



FONTE: Elaborado pelo autor (2018).

Foi constatado que não há programa de reciclagem de resíduos, conforme o mestre de obra citou na entrevista, é mais viável dispor através de pedreiras do que criar um programa de reciclagem de resíduos no canteiro de obras. É possível perceber que a resistência a novos processos, uma vez que este método (dispor através de pedreiras) é feito há muito tempo pelas empreiteiras.

4.3 ESTUDO DE EQUIPAMENTO VERIFICADO PARA A OBRA ANALISADA

O equipamento escolhido para o estudo é o britador de mandíbula e ela se deu por dois fatores: o preço e o seu tamanho (para que fisicamente seja possível instalar no canteiro de obras). Os preços dos britadores de mandíbula podem variar, sendo possível encontrar equipamento de até milhões de reais. Este equipamento é adaptado da mineração, onde brita rochas, geralmente em grande volume. O equipamento escolhido para o estudo é adaptado para reciclagem de resíduos e não apresenta um custo elevado. O seu tamanho é compatível com a obra.

O britador de mandíbula é projetado para britar, rochas, materiais advindos da construção, os quais podem ser reciclados. O seu funcionamento se dá pelo giro dos volantes, através de correias, que automaticamente acionam o eixo excêntrico e movimentam as mandíbulas, dessa forma britando o material inserido na abertura das mandíbulas. A figura 10 representa o modelo de Britador de Mandíbula utilizado para o estudo.

Figura 10 – Britador de Mandíbula.



FONTE: Grupo Aguilar (2018).

A sua especificação técnica é dado por:

- a) Dimensão: 150mm x 250mm;
- b) Tamanho máximo da alimentação: 125mm;

- c) Potência do motor: 7,5 CV
- d) Capacidade de produção (m³/h): 3,23 m³/h

4.4 COMPOSIÇÃO DE CUSTOS

A viabilidade na análise de projeto deve considerar a viabilidade econômica e financeira, pois o investimento financeiro deve ter retorno. Na tabela 2 estão dispostos os custos encontrados a partir da pesquisa realizada.

Tabela 2 – Investimento, Lucro e Custos.

Investimento (R\$)		Econ. de Custo (R\$/mês)		Custos (R\$/mês)	
Maquinário	40.000	Brita	2.184,75	Energia Elét.	48,5
Frete	2.000	Caçamba	780	Mão de Obra	127,5
Total	42.000		2.964,75		176,6

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

O custo do investimento inicial é de R\$ 42.000, este dado foi encontrado através de pedido de orçamento do britador de mandíbula com a empresa fornecedora do equipamento, o valor do investimento já inclui o frete até a cidade de Maringá.

Para encontrar o volume médio útil mensal, consideraram-se dois fatores: a porcentagem de volume útil (resíduos classe A) de 97,11% e o volume mensal médio, 30m³. Desta forma, o volume de entulho médio utilizado para o cálculo foi de 29,13m³. O britador produz em média 3,2 m³/h. Desta forma é necessário mensalmente 10 horas de trabalho de um funcionário para a reciclagem total de entulho mensal.

A mão de obra também é um custo e foi consultado no Sindicato dos Trabalhadores na Indústria da Construção e do Mobiliário de Maringá (SINTRACOM). Os valores estão referidos na tabela 3.

Tabela 3 - Custos da mão de obra com e sem encargos de um servente.

Encargos	R\$/h	R\$/mês	Valor Mercado (R\$)	Total (R\$)
Sem	5,38	118,36	476,00	1659,60
Com	12,75	3458,71	476,00	3934,71

Fonte: adaptado, elaborado pelo autor (2018).

O custo da hora de trabalho é de R\$ 12,75. Não é necessário mão de obra especializada, pois a empresa fornecedora do britador de mandíbula oferece gratuitamente cursos de manuseio do equipamento. Como já fora mencionado acima, serão necessários 10 horas mensais de trabalho para todo o volume mensal útil de entulho. Logo, R\$ 12,75 vezes 10 horas mensal têm-se R\$ 127,50 por mês, conforme tabela 3.

O consumo de energia do britador de mandíbula foi fornecido pela empresa Sahara: 2,1 KWh/m³. O valor do KWh foi consultado na concessionária de energia, COPEL (concessionária de energia no estado do Paraná) sendo : R\$ 0,77 por KWh. (COPEL, 2018). Desse modo, multiplicando valor unitário do KWh pelo consumido pelo britador resulta no valor em R\$/m³, por fim, multiplicamos novamente o valor resultante do R\$/m³ pelo volume médio útil de entulho para se obter R\$/mês.

A brita 2, que apresenta granulometria de 19 a 25mm, substituirá em futuras compras e pela caçamba, uma vez que o entulho deixa de ser rejeito para ser reciclado. O valor encontrado pela brita 2 foi calculado sobre o volume de entulho médio útil, ou seja, 29,13 m³/mês (volume de entulho médio útil) vezes R\$ 75 por m³ (custo da brita) que será de R\$ 2184,75 por mês. O valor da caçamba foi calculado através do número necessário de caçambas para transportar o entulho médio útil.

4.5 PAYBACK DESCONTADO

Como os valores médios mensais são iguais será fixado o valor igual para todos os meses para a composição do fluxo de caixa, representado na tabela 5.

Para cálculo da TMA será utilizado 150% da taxa Selic, taxa de juros equivalente à taxa referencial do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia,

fornecido pelo banco central. A taxa Selic do mês de setembro de 2017 estava em 6,5%. Desta forma, será utilizado $6,5\% \times 1,5 = 9,75\%$.

Para o ano dois será necessário reajuste nos valores. O reajuste será composto pelos seguintes fontes:

- a) Brita e caçamba: 4,02% - Índice Nacional da Construção Civil (SINDUSCON, 2018);
- b) Energia elétrica: 5,85% – Companhia Paranaense de Energia (COPEL, 2018);
- c) Mão de Obra: 3,35% - Sindicato da Indústria e da Construção Civil do Estado do Paraná (SINDUSCON, 2018).

A necessidade de reajuste é somente para o ano dois, desta forma os resultados obtidos estão na tabela 4:

Tabela 4 – Reajuste do Investimento, Economia de Custos e Custos para o ano 2.

	Investimento (R\$)		E.C. (R\$/mês)		Custos (R\$/mês)
Maquinário	40.000	Brita	2.272,6	Energia Elét.	51,33
Frete	2.000	Caçamba	811,3	Mão de Obra	131,77
Total	42.000		3.083,9		183,10

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Sendo assim, o cálculo para o *payback* descontado foi feito com o fluxo de caixa conforme a tabela 5:

Tabela 5 - Fluxo de caixa

Ano	Fluxo	VP	FLA
0	-42.000,00	-	-42000
1	33457,8	31717,17	-10282,83
2	34809,6	28899,47	18616,64

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Como o fluxo de caixa acumulado está positivo no ano dois, o *payback* está entre o ano 1 e 2. No ano 2 o *payback* é de 128 dias. Desta forma o Payback descontado é de 1 ano e 128 dias.

Para o Valor Presente Líquido têm-se:

$$\text{VPL} = -42000 + 31717,7 + 28899,47 = 18617,17$$

Para análise do VPL, é necessário verificar o sinal do resultado. Quando o sinal é negativo, temos despesas maiores que receita, logo inviável. Para sinal positivo temos receitas maiores que despesas, logo é viável. Portanto, o projeto é viável, através do método do VPL.

Por fim, para a TIR:

$$\text{TIR} = \text{VPL} = 0$$

$$0 = -42000 + 31.717,7 \cdot (1 + \text{TIR})^{-1} + 28899,47 \cdot (1 + \text{TIR})^{-2}$$

$$\text{TIR} = 28,89\%.$$

Para análise da TIR, se ela for maior que a TMA, tem se um investimento atrativo, igual está em uma situação indiferente e menor significa que o investimento não é economicamente atrativo. Suscintamente falando, quanto maior a TIR melhor é o investimento. No caso em estudo, $\text{TIR} > \text{TMA}$, logo é um investimento atrativo.

A vantagem da aquisição do equipamento, além das análises econômica, deve contemplar outros fatores: o número de obras que a empresa está realizando, o volume total de entulho gerado, se a empresa possui uma central de estoque.

Ressalta-se que para o caso estudado, não é viável a aquisição do equipamento, pois a empresa realiza obras de forma separada, ou seja, cada obra

possui seu regimento próprio. Outra questão a ser observada é o fato desse material não possuir função estrutural, somente podendo ser utilizado como agregado de preenchimento ou asfáltico, pois a brita reciclada é inerte. Mesmo que o investimento se pague até o fim da obra, ou até mesmo antes disso, o indicado seria alugar um equipamento para reciclagem de resíduos. Entretanto, na cidade de Maringá ainda não existem empresas que façam este tipo de serviço (aluguel de equipamentos de reciclagem primária de RCC).

Porém, para grandes empresas que possuem várias obras em conjunto e uma central para armazenar os materiais fragmentados, é indicado à reciclagem no canteiro. Uma vez que além de ter uma redução no gasto com insumos, trabalhará de forma ecologicamente correta, pois ela reduzirá significativamente a geração de resíduos computados pelo município uma vez que este resíduo pode ser reaproveitado até mesmo dentro da obra.

5 CONCLUSÃO

Através do estudo realizado, foi possível perceber o potencial na reciclagem de resíduos da construção civil, uma vez que pelo levantamento do volume mensal, realizado no estudo, foi constatado a predominância dos resíduos classe A em sua constituição. Geralmente, esse resíduo é advindo do desperdício da obra, então sendo custoso para a empresa e com o agravante no custo para a disposição deste material.

A obra possui uma estrutura adaptada para a implementação do processo de reciclagem de resíduos no canteiro de obra, sendo imprescindível a segregação dos resíduos, inclusive da classe A, geralmente chamado de entulho de obra. Porém, ainda é necessário uma segregação mais rigorosa para a homogeneização total do material, ou seja, ter somente concreto, argamassa e brocos cerâmicos (tijolo) para que a qualidade do resíduo reciclado seja aceitável.

A proposta, se analisada puramente pelos resultados obtidos, é economicamente viável, pois apresenta um bom VPL, um tempo de retorno, *payback*, menor que dois anos e um TIR atrativo. Para a obra em questão, a viabilidade pode ser limitada uma vez que ela não possui obras concomitantes, ou seja, as obras são individuais e apresentam um regimento próprio. Portanto, aluguel do equipamento seria indicado, porém como foi mencionado, na cidade de Maringá não há empresas que façam esse tipo de serviço. Para grandes construtoras, a proposta é viável pelo fato de transportar os agregados de uma obra ou outra, ter uma central de armazenamento e distribuição dos agregados ou venda para terceiros do agregado.

Na obra em estudo, foi possível constatar o grande volume de resíduos e a compatibilização de projetos pode reduzir significativamente a sua geração. Métodos como 3R's (Reduzir, Reutilizar e reciclar) ou 5S (metodologia japonesa focada nos cinco sentidos: senso da utilização, ordenação, limpeza, saúde, autodisciplina) são soluções práticas para a empresa. A não geração é mais eficiente que a reciclagem, pois este demanda custo e tempo, logo reduzindo a competitividade no mercado.

Desta forma, é de suma importância que o resíduo receba mais atenção, buscando alternativas além da destinação deste material a unidades de recebimento de RCC. Propõe-se que outros trabalhos sobre levantamentos e fragmentação de

RCC sejam realizados para que disseminem informações sobre as vantagens da reciclagem de resíduos e atraia investimentos de empresas que tenham interesse em explorar esse nicho de mercado a cidade de Maringá.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14001**: Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2004.

BALARINE, O. F. O. **Tópicos de Matemática Financeira e Engenharia Econômica**. 2ª. Edição. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

BERNARDES, A. et al. **Quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição coletados no município de Passo Fundo, RS**. 2007. 12 p. Artigo (Engenharia Civil)- Engenharia Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2008. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/viewFile/5699/4306>>. Acesso em: 27 ago. 2018.

BRASIL. Resolução 307, 5 de Julho de 2002. **Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA**. Brasília, DF, 17 jul. 2002. Nº 136 p. 95-96. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 2 jun. 2016.

BRASIL. Resolução 348, 16 de Agosto de 2004. **Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA**. Brasília, DF, 16 Ago. 2004. Nº 158 p. 70. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=449>>. Acesso em: 2 jun. 2016.

BRASIL. Resolução 421, 4 de Fevereiro de 2010. **Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA**. Brasília, DF, 04 Fev. 2010. Nº 24 p. 74. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=621>>. Acesso em: 2 jun. 2016.

BRASÍLIA (DF). Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Brasília, 2012. 42 p. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911_relatorio_construcao_civil.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2017.

BRIGHAM, E. F. & EHRHARDT, M. C. **Administração financeira: teoria e prática**. 13ª. Edição. São Paulo: Thomson Learning, 2012

Britador de Mandíbula. Disponível em: <<http://www.sahara.com.br/produtos/acessorios/britador-de-mandibulas/>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

CABRAL, Antônio E. B. Manual sobre os Resíduos Sólidos na Construção Civil, **Programa Qualidade de Vida na Construção**. Fortaleza, p. 8-15. 2011. Disponível em: <<http://www.sinduscon-ce.org/ce/downloads/pqvc/Manual-de-Gestao-de-Residuos-Solidos.pdf>>. Acesso em: 25 mai. 2016.

DE FRANCISCO, W. **Matemática financeira**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

GALESNE, A.; FENSTERSEIFER, J. E.; LAMB, R. **Decisões de Investimentos da Empresa**. 1. ed. (2. tir). São Paulo: Atlas, 1999.

GITMAN, Laurence J. **Princípios da Administração Financeira**. São Paulo: Ed. Pearson, 2004.

JADOVSKI, Iuri. **Diretrizes Técnicas e Econômicas para Usinas de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição**. 2005. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2005. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10156/000524802.pdf?sequence=1>>. Acesso em 2 jun. 2016.

JOHN, Vanderley M. **Reciclagem de Resíduos na Construção Civil: Contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2000. 113 f. Tese (Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. Disponível em: <http://www.ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/LV_Vanderley_John_-_Reciclagem_Residuos_Construcao_Civil.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2016.

KATO, Jerry. **Curso de Finanças Empresariais: Fundamentos da gestão financeira em empresas**. São Paulo: M. Books, 2012.

LIMA, José A. R. **Proposição de Diretrizes para Produção e Normalização de Resíduo de Construção Reciclado e de suas Aplicações em Argamassas e Concretos**. 1999. 240 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade

Federal de São Carlos, São Carlos, 1999. Disponível em: <http://www.ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/Dissert_Jose_Antonio_Ribeiro_de_Lima.pdf>. Acesso em 2 jun. 2016.

MARTINS, A. **Estudo dos Resíduos da Construção Civil Classe A para o Município de Ilha Solteira - SP**. 2014. 49 f. Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Campo Mourão, 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6361/1/CM_COECI_2015_2_01.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2018.

Mercado. ABRECON. **Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição**. Disponível em: <<http://abrecon.org.br/entulho/mercado/>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

MIRANDA, L. F. R.; ANGULO, S. C.; CARELI, E. D. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil. **AMBIENTE CONSTRUÍDO**, [S.l.], v. IX, n.1, p. 57-71, jan./mar., 2009.

MIRANDA, L. F. R. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil – Pesquisa setorial 2013 ABRECON. **Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição**, São Paulo, 2013.

NUNES, Kátia R. A. **Avaliação de Investimento e de Desempenho de Centrais de Reciclagem para Resíduos Sólidos de Construção e Demolição**. 2004. 297 f. Tese (Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999. Disponível em: <<http://www.casoi.com.br/hjr/pdfs/GestResiduosSolidos.pdf>>. Acesso em 1 jun. 2016.

PARANÁ. Resolução n. 2255, de 30 de set. de 2018. **RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA Nº 2.255 DE 20 DE JUNHO DE 2017. Homologa o resultado do Reajuste Tarifário Anual de 2017, as Tarifas de Energia - TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição - TUSD referentes à Copel Distribuição S/A - Copel-DIS, e dá outras providências.** . Paraná, p. 1-12, jul. 2017. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/reh20172255ti.pdf>>. Acesso em: 04 maio 2018.

PINTO, Tarcísio P. de. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 218 f. Tese (Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999. Disponível em: <<http://www.casoi.com.br/hjr/pdfs/GestResiduosSolidos.pdf>>. Acesso em 1 jun. 2016.

PIOVEZAN JÚNIOR, Gilson T. A. **Avaliação dos Resíduos da Construção Civil (RCC) Gerados no Município de Santa Maria**. 2007. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007. Disponível em: <http://www.falcoit.com.br/blog/images/easyblog_images/505/RESIDUOS-DA-CONSTRUO-CIVIL-DE-SANTA-MARIA-.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2016

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Educação Ambiental na Escola e na Comunidade**. Brasília, 1998.

RIO DE JANEIRO (RJ). Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU. **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2011. 204 p.

SÃO PAULO (SP). Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos – ABETRE. **Classificação de Resíduos Sólidos Norma ABNT NBR 10.004:2004**. São Paulo, 2006. 14 p. Disponível em: <<http://www.abetre.org.br/estudos-e-publicacoes/publicacoes/publicacoes-abetre/classificacao-de-residuos>>. Acesso em: 13 mar. 2017.

SCATAMBURLO, L. F. A.. **A GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E O APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS CLASSE A NA PRODUÇÃO DE ARGAMASSA PARA REVESTIMENTO**. 2014. 83 p. Monografia (Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://poli-integra.poli.usp.br/library/pdfs/b866039afa4ccd24917400aed9c9a781.pdf>>. Acesso em: 04 jul. 2018.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DO PARANÁ. **Índice Nacional da Construção Civil (FGV)**. Disponível em: <<https://sindusconpr.com.br/incc-di-fgv-310-p/>> Acesso em: 04 de abr de 2018

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DO PARANÁ. **Índice de Reajuste dos Salários – Previstos na CCT**. Disponível em: <<https://sindusconpr.com.br/indice-de-reajuste-salarial-previsto-pela-cct-347-p/>> Acesso em: 04 de abr de 2018

VERAS, L. L. **Matemática financeira: uso de calculadoras financeiras, aplicações ao mercado financeiro, introdução à engenharia econômica, 300 exercícios resolvidos e propostos com respostas**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

ZORDAN, Sergio E. **Metodologia para a Gestão diferenciada de resíduos Sólidos da Construção Urbana**. 1997. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997. Disponível em: <
<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000115588&fd=y>>.
Acesso em 2 jun. 2016.