

VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA RECICLADORA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE SINOP

MARCOS PAULO DO NASCIMENTO RUFINO RODRIGUES¹

ANDREIA ALVES BOTIN²

BRUNO RODRIGUES DOS SANTOS²

GABRIELE WOLF²

LUIZ RODOLFO ALVES CORRÊA²

MURILO CAMPOS PEREIRA²

RESUMO: O processo acelerado de urbanização aliado aos modelos de desenvolvimento atualmente impostos às sociedades, tem propiciado um maior descontrole na geração e no descarte dos seus resíduos sólidos. Dentre estes resíduos, aqueles resultantes dos processos construtivos; de demolição e de pequenas reformas, têm agravado os panoramas das cidades com a concentração desordenada, degradando a qualidade ambiental dessas cidades além de permitir, em muitos casos, prejuízos de ordem econômica e até na proliferação de doenças. Essa situação se torna mais crucial durante os períodos chuvosos, quando esses são então carreados, entupindo os sistemas de drenagem e provocando enchentes. A presente pesquisa visa identificar a situação da gestão dos resíduos da construção civil na cidade de Sinop no estado de Mato Grosso, buscando verificar a viabilidade de instalação de uma usina recicladora de resíduos da construção civil.

PALAVRAS-CHAVE: Reciclagem, Usina Recicladora, Resíduos da Construção Civil.

ABSTRACT: The accelerated process of urbanization coupled with the models of development currently imposed on societies, has led to greater discontrol in the generation and disposal of its solid waste. Among these residues, those resulting from the constructive processes; of demolition and small reforms, Have exacerbated the panoramas of cities with disorderly concentration, degrading the environmental quality of these cities beyond allowing, in many cases, losses of economic order and even the proliferation of diseases. This situation becomes more crucial during rainy periods, when these are successive, disrupting drain systems and causing flooding. This research sought to identify the situation of the construction waste management in the city of Sinop in the state of Mato Grosso seeking to verify the feasibility of installing a recycling plant for construction waste.

KEY WORDS: Recycling; Recycling Plant; Civil Construction Waste.

¹ Acadêmico de Graduação, Curso de engenharia Civil, Faculdade de Sinop – FASIPE, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop – MT. CEP: 78550-000. Endereço Eletrônico: marcos.mplu@gmail.com

² Professor, Curso de Engenharia Civil, Faculdade FASIPE, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: engenharia@fasipe.com.br

1. INTRODUÇÃO

Em contexto geral a problemática dos resíduos sólidos no Brasil é um tema abrangente que envolve os poderes federais, estaduais e municipais. No que refere aos resíduos da construção civil com o passar dos anos foram criadas leis e políticas que obrigam o gerador de resíduos realizar a destinação final ou reciclagem correta dos mesmos, em conformidade com a legislação vigente. (MIRANDA et al., 2016).

A região objeto de estudo não possui aterro para tratamento de resíduos da construção civil, apenas os resíduos sólidos urbanos são destinados para cidade de Sorriso – MT que possui um aterro sanitário licenciado denominado Primavera, o mesmo tem finalidade de tratamento de resíduos domiciliares classe II.

Em Sinop os Resíduos da Construção e Demolição são encaminhados para local denominado como lixão da estrada Adalgisa na zona rural do município, segundo informações da SEMA (2018) a unidade de tratamento dos resíduos sólidos (aterro) de Sinop, encontra-se em tramitação o licenciamento de uma área para transbordo e destinação final dos resíduos de construção civil.

De acordo com setor de Meio Ambiente, (2018) da Prefeitura Municipal de Sinop, a responsabilidade pela destinação final dos RDC é do gerador, atualmente as empresas privadas de recolhimento de resíduos transportam os resíduos até o destino final, e a prefeitura executa o enterro desses resíduos.

Observamos que existe legislação municipal referente aos RCD, é a Lei 2436, de 30 de Maio de 2017 que institui o sistema de gestão sustentável de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, nos termos da resolução do CONAMA N° 448 DE 2012, e dá outras providências.

O objetivo deste trabalho é analisar viabilidade de implantação de uma usina recicladora de resíduos sólidos da construção civil no município de Sinop, através de análise da metodologia atual adotada para tratamento dos RDC, realizando levantamento de custos para implantação e operação de uma usina de RDC. Identificando potenciais de lucro com a venda dos agregados e dos resíduos, envolvendo a comunidade, empresas construtoras e os órgãos competentes referentes ao tema proposto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Resíduos Sólidos da Construção Civil em Cidades Brasileiras

O desenvolvimento das atividades industriais, demandantes no seu primeiro estágio de grande volume de mão-de-obra, teve como consequência um crescimento exagerado das cidades num ritmo maior que a capacidade do poder público de ger-las, especialmente na esfera municipal, fruto especialmente da necessidade de edificações para moradia e trabalho e da infraestrutura necessária de transporte, saneamento, energia, entre outras.

Para Ferreira (2003), o processo de urbanização brasileira com suas características

de urbanização acelerada resultando em grandes contingentes populacionais nas cidades. Este processo foi um dos produtos da expansão capitalista, cujo modelo excludente em que pese haver conseguido criar um grande volume de empregos, provocou uma estrutura social urbana. Além deste aspecto, destaca-se também a formação de um mercado de padrão consumista. Esse fenômeno, ocorrido no Brasil a partir dos anos 50, criou uma pressão urbana pela necessidade de acomodar em moradias o contingente trabalhador das indústrias, o que trouxe consigo um incremento na geração de resíduos sólidos urbanos.

Os Resíduos Sólidos da Construção Civil são vistos como resíduos de baixa periculosidade, sendo o impacto causado pelo grande volume gerado. Contudo, a disposição irregular desses resíduos pode gerar problemas de ordem estética, ambiental e de saúde pública, pois nesses resíduos também há presença de material orgânico, produtos químicos, tóxicos e de embalagens diversas que podem acumular água e favorecer a proliferação de insetos e de outros vetores de doenças. (PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS, 2015).

A composição básica dos Resíduos da Construção e Demolição (RDC) pode variar em razão dos sistemas construtivos e dos materiais disponíveis regionalmente, da tecnologia aplicada, da qualidade da mão-de-obra empregada e do grau de desenvolvimento econômico regional. Os percentuais médios de materiais nos RDC no Brasil são apresentados a seguir (MENEZES et al., 2011 apud SÃO PAULO, 2014):

Solo: 32%;
Material Cerâmico: 30%;
Argamassa: 25%;
Concreto: 8%;
Outros: 5%.

Silva Filho (2005 apud SANTOS, 2009 apud IPEA, 2012) apresenta a seguinte composição média dos materiais de RDC de obras no Brasil: argamassa (63%); concreto e blocos (29%); outros (7%) e orgânicos (1%).

Segundo (BRASIL, CONAMA 307), Art. 2º Inciso I: Resíduos Sólidos da Construção Civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, calça ou metralha.”

Para Pinto, Gonzáles (2005) “cabe aos municípios, segundo essa política, a solução para os pequenos volumes, geralmente maldispostos, e o disciplinamento da ação dos agentes envolvidos com o manejo dos grandes volumes de resíduos”.

O processo de reciclagem dos RCD se intensificou por volta de 1946, após o fim da segunda guerra mundial, devido a grande demanda por matéria prima Levy *et al.* (apud BARROS, 2017).

Segundo Jhon (2000) 28% do volume de RCD da Comunidade Europeia são destinados ao processo de reciclagem, sendo a Holanda o país com melhor índice, atingindo a marca de 90%.

A ABRECON, (2015), realizou um estudo referente as usinas de RCD, gerando um relatório contendo informações valiosas referente a gestão dos RCD. Desta forma iremos explorar vários dados da pesquisa, tais como a concentração das usinas de reciclagem, a quantidade de usinas no Brasil e etc.

Tal panorama é apresentado para as 105 usinas que responderam ao questionário da pesquisa setorial. Entretanto, sabe-se que a quantidade de usinas existentes é de pelo menos 310 em todo o país e que existem usinas na Região Norte (Acre, Amazonas, por exemplo) apesar de não estarem listadas.

De acordo com a ABRECON (2015) 83% das usinas pertencem à iniciativa privada, 10% à gestão pública, 7% são usinas público-privada.

A distribuição das usinas é em função de sua capacidade nominal de produção, onde se observa que a maioria das usinas brasileiras possui uma capacidade instalada de produção entre 5000 e 10.000 m³/mês. Isto significa que a maioria das usinas instalou britadores com capacidade nominal de produção entre 25 e 50 m³/h. ABRECON, (2015).

Por outro lado, observa-se que o volume médio produzido por mês é bem inferior. Cerca de 52% das usinas do país produzem até 3000 m³/mês. Além disso, 30% das usinas declaram ter capacidade nominal de produção superior a 10.000 m³/mês, mas apenas 11% delas estão atingindo este patamar de produção.

Outra informação importante é o volume médio de agregado reciclado produzido por mês. Destacando o volume médio de agregado reciclado de 1000 m³ até 3000 m³, sendo 26% do total reciclado.

No ano de 2015 a ABRECON estima que existia no Brasil 310 usinas de RCC, sendo que estas além deste número de usinas o mesmo considera o valor de geração de RCD de 500 kg/hab.ano, que foi proposto por Pinto (1999), e uma massa específica do RCD de 1200 kg/m³, (MIRANDA, 1996).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para estimar a geração dos RDC's no município de Sinop, foram utilizados métodos indiretos e diretos. Considerando o método indireto desenvolvido por Pinto (1999) que considera 150 kg de resíduo por cada metro quadrado de área construída, autor considera que cada metro cúbico de resíduo contém 1,2 toneladas de entulho.

Pelo método indireto o produto da área construída pela taxa de geração é a provável geração de resíduo. Os dados sobre a área construída foram obtidos na prefeitura municipal de Sinop. No método indireto consideramos a média de áreas construídas no período de 10 anos. O método direto considera a movimentação de cargas efetuadas pelos prestadores de serviço. Por meio de entrevistas efetuadas aos prestadores de serviço foram obtidas informações sobre o número de caçambas, volume diário e mensal, local de disposição e perspectivas do setor.

Outro método utilizado foi a pesquisa de campo em 4 bairros onde foi evidenciado a quantidade de caçambas de entulho e o tipo de resíduo depositado nelas.

Foi realizada entrevista na secretaria estadual de meio ambiente em Sinop a fim

de verificar se o local de descarte de resíduos da construção possui licença ambiental para tratamento e destino final. Parte da população também foi entrevistada por meio de questionário online sobre o tema resíduos da construção civil. Com objetivo de saber sobre o mercado de venda dos agregados reciclados e volumes gerados, foi realizada entrevista com 20 construtoras de Sinop por meio de questionário online que está como anexo do artigo.

A análise de viabilidade econômica foi efetuada considerando a Taxa Interna de Retorno (TIR) proposta por Casarotto Filho e Kopittke (2000) e Brito (2006). Esta taxa requer o cálculo da taxa que zera o valor presente dos fluxos de caixa das alternativas. Os investimentos com TIR superior a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) são considerados rentáveis, utilizamos uma planilha do Excel para quantificar as entradas e saídas bem como a precificação e impostos inerentes as vendas dos produtos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de alvarás de construção emitidos, em 2018, pela Prefeitura de Sinop, foi o maior desde 2012. Dados divulgados pelo Núcleo de Projetos (Prodeurbs), em março de 2019, mostram que na série temporal do município, os 1.794 documentos liberados no último ano ficaram atrás, apenas, de 2012, quando totalizaram 1.961.

No quesito área construída, 461.746,01 metros quadrados foram edificados em 2018, de acordo com o Núcleo. Segundo explica o diretor do Prodeurbs, Sinop vem registrando um desempenho positivo no quesito emissão de alvarás e área de construção. O gestor exemplifica o cenário comparando os anos de 2017 e 2018 quando, entre os períodos, computou-se um acréscimo superior a 7% na quantidade emitida e que passou de 1.668 para os 1.794. (Prefeitura Municipal de Sinop, 2019).

Quanto à área de construção aprovada em 2018, o aumento foi ainda maior, totalizando 32,63% frente aos 348.146,04 m² de 2017. De acordo com o Núcleo de Projetos, quando se comparado à média dos últimos 10 anos, que ficou em 1.718 alvarás emitidos por ano, o acréscimo foi de 4,45%. Já a área de construção aprovada ficou com uma média de 414.508,23 m², constatando-se em 2018 um avanço de 11,39%.

Utilizamos o método indireto para maior compreensão do tema resíduos da construção civil em Sinop, iremos apresentar alguns métodos de pesquisa e quantificação, os resultados foram separados em tabelas que serão apresentados a seguir, na tabela 1 será apresentado à estimativa de geração de resíduos pelo método indireto de Pinto (1999), onde considera a taxa de geração de 150 kg de RDC por metros quadrados.

Informações	Média Sinop (2008 até 2018)
Área formal construída (m ² /ano)	414.508,23
Taxa de geração de resíduos (kg/m ²)	150
Provável Geração de resíduos edificações formais (t/ano)	62.176,23

Provável Geração de resíduos edificações
formais (t/dia)

199

Fonte: Autor (2019)

Tabela 1. Resultados da Estimativa Indireta de Geração dos RDC Sinop 2019

Ainda pelo método de Pinto (1999) na tabela 2 a seguir iremos apresentar uma estimativa da taxa de toneladas de resíduos por ano, considerando nesse cálculo apenas as áreas autorizadas nos habite-se emitidos pela Prefeitura, foi computado a média em um período de 10 anos, entre 2008 e 2018, não entrou nesse cálculo os indicadores de reformas e ampliação e de deposição irregulares de resíduos da construção civil.

Período analisado (anos)	Nº Anos	Área aprovada (m ²)	Média Anual (m ²)	Total resíduos (t/ano)	Indicador resíduos novas edificações (t/dia)
A	B	C	D=C/B	E=DX0,150	F=E/(12X26)
(2008 a 2018)	10	414.508,23	41.450,82	62.176,23	199,28

Fonte: Adaptado de Pinto (1999)

Tabela 2. Resultados da Estimativa média de 10 anos

Pelo método indireto podemos chegar à taxa de 0,444 toneladas de resíduos da construção por habitantes, foram considerados 139.935 habitantes no ano de 2018 (IBGE, 2018). Observem na tabela 3 que para o cálculo a seguir foram considerados 26 dias uteis. Através dos cálculos foi possível chegar aos seguintes resultados;

Indicadores resíduos novas edificações (t/dia)	Estimativa da geração de RDC (t/dia)	População atual (mil hab. 2018)	Taxa (t/ano por hab.)
A	D= A	E	F=(DX26X12)/E
199,28	199,28	139.935	0,444316004

Fonte: Adaptado de Pinto (1999)

Tabela 3. Resultados da Estimativa Indireta da taxa de toneladas por habitantes

Considerando o indicador de geração de resíduos no ano de 2018 com uma área de construção de 461.746,01 m², chegamos ao indicador de 221 toneladas dias no ano de 2018, a seguir na tabela 4 iremos ilustrar por meio da memória de cálculo pelo método de Pinto (1999).

Período analisado (anos)	Nº Anos	Área aprovada (m ²)	Média Anual (m ²)	Total resíduos (t/ano)	Indicador resíduos novas edificações (t/dia) (1)
--------------------------	---------	---------------------------------	-------------------------------	------------------------	--

A	B	C	D=C/B	E=DX0, 150	F=E/ (12X26)
2018	1	461.740,01	461.740,01	69.261,00	221,99

Fonte: Adaptado de Pinto (1999)

Tabela 4. Resultados da Estimativa resíduos novas edificações em 2018

4.2 Método de pesquisa por amostragem em 4 bairros de Sinop

Na data de 10/05/2019 foi realizado pesquisa de campo em 4 bairros a fim de verificar a quantidade de entulho e os tipos de entulho depositados nas caçambas estacionárias, os bairros estudados foram o Jardim Imperial, Jardim Maringá, Maringá 1, e Jardim Belo Horizonte. A seguir na tabela 5 segue o resultado da pesquisa de campo.

Conforme tabela abaixo o bairro Jardim Imperial no dia da pesquisa foi o que apresentou maior número de caçambas distribuídas, e o resíduo de sobra de entulhos de alvenaria que é a mistura de resto de tijolos cerâmicos com concreto, apresentou – se em maior quantidade.

Bairro	AV/Rua	Tipo de obra	Tipo de resíduos	Quantidade
				Caçambas
Jardim Imperial	Margaridas	Reforma	Sobra Concreto	1
Jardim Imperial	Ingás	Reforma/Construção	Sobra alvenaria/ concreto	6
Jardim Imperial	Palmeiras	Limpeza	Madeira	1
Jardim Imperial	Cajueiros	Construção	Madeira	2
Jardim Imperial	Pérolas	Limpeza	Madeira	1
Jardim Maringá	Ingás	Construção	Madeira/sobras concreto	1
Jardim Maringá	Magnólias	Construção	Concreto	1
Jardim Maringá	Macieiras	Reforma	Concreto	5
Jardim Maringá	Magnólias	Reforma	Concreto	2
Jardim Maringá I	Cedros	Construção	Concreto/madeira/latas tinta, argamassa	3
Jardim Paraiso I	Saberás	Construção	Concreto/madeira/latas tinta, argamassa	1
Jardim Belo	Ouro preto	Construção	2 Horizonte Concreto/madeira/latas tinta, argamassa	

Fonte: Autor (2019)

Tabela 5. Resultados da Estimativa resíduos depositados em caçambas nos bairros

Para uma melhor ilustração da pesquisa de campo na figura 6 iremos apresentar gráfico por meio de porcentagem, onde podemos destacar que 23% dos resíduos avaliados foram sobras de alvenaria cerâmica e concreto, provenientes de reformas e nova construção no bairro Jardim Imperial, em seguida no bairro jardim Maringá apresentou 19% de resíduos de concreto provenientes de reformas.



Fonte: Autor (2019)

Figura 06: Quantidade em % de resíduos em caçambas

Os resíduos da construção civil não são separados na fonte geradora, no município de Sinop, observamos 5 tipos de resíduos em uma única caçamba, até mesmo resíduos que deveriam ir para o aterro, ou reciclagem, com plásticos, latas, saco de cimento, palhete madeira e sobra de concreto.

É grande a variedades de resíduos que podemos encontrar em uma nova construção, ao menos 6 tipos de resíduosdestintos, é comum e de boa prática o armazenamento de resíduos da construção em caçambas, porém existe um custo de locação, devido a esse fato encontramos resíduos armazenados no solo até o término da obra a fim de evitar o custo de locação, porém tal fato possibilita o acúmulo de água nos recipientes como latas, que podem propiciar a proliferação de vetores causadores de doenças.

4.3 Método direto

Na data de 11/05/2019 foi realizada entrevista com a empresa A que faz a coleta e transporte de resíduos da construção, a empresa denominada como A através do seu proprietário, nos repassou informações importantes sobre os RDC de Sinop, o mesmo informou que no ano de 2012 realizou um estudo sobre a classificação dos RDCS, foram triadas durante 90 dias diversas caçambas a fim de se verificar a variedade dos resíduos. No término de sua pesquisa foi possível identificar que os resíduos de resto de alvenaria e concreto era o mais gerado em seguida a madeira se apresentou em maior volume. No ano

de 2012 a cidade de Sinop já gerava em média o total de 400 ton/dia de resíduos da construção, de acordo com o entrevistado Sinop a cada 1 m³ de entulho tem-se 1 tonelada de resíduos, diferente de Pinto (1999), que diz que um (1) m³ de resíduo da construção civil corresponde a 1,2 toneladas.

Pelo método direto obtivemos informações sobre o volume de resíduos transportados na atualidade, na tabela a seguir iremos apresentar os dados fornecidos pela empresa XX, a fim de desenvolver uma média, foi utilizado volume de caçamba de 4 m³, porém a empresa trabalha com 3 tipos de caçambas, 4, 5 e 6 m³, na tabela 6, atualmente Sinop tem 8 empresas que fazem o transporte de entulhos da construção. Hoje a empresa XX destina 200 toneladas mês de resíduos da construção civil, em média 1200 caçambas, segundo o proprietário da empresa, o município de Sinop hoje gera em média 500 toneladas dia de RDC, com relação a classificação dos resíduos da construção a madeira é o resíduo com maior volume, em seguida vem os resíduos de alvenaria cerâmica e concreto, segundo informações coletas junto ao proprietário da empresa XX.

Itens	Empresa J.Testa
Total de caçambas	550
Volume m ³	4
Número de caçambas dia	50
Nºde caçambas mês	1200
Volume diario (m ³ /dia)	200
Volume mensal estimado (m ³ /mês)	4800

Fonte: J.Testa (2019)

Tabela 6. Resultados da Estimativa resíduos transportados

(1) Consideramos 24 dias trabalhado para o cálculo

Ao compararmos o método indireto com o direto observamos que no primeiro método Sinop gerou 221 toneladas por edificações novas no ano de 2018, nos ultimos 10 anos a média foi de 199 toneladas, já pelo método direto podemos chegar em 500 toneladas dia considerando reformas, ampliações e deposição irregulares, entrevistamos uma empresa e chegamos no volume diário de 200 m³, para esse volume consideramos que um 1 m³ equivale 1 tonelada pelo método do proprietário da empresa XX, que já possui estudo de gravimetria dos resíduos da construção civil em Sinop.

4.4 Resultados do questionário online pessoas comuns

Foi realizado 2 tipos de questionarios voltados para públicos diferentes, um exclusivo para pessoas comuns, outro volatdos para empresas construtoras de Sinop, iremos apresentar os resultados a seguir, o primeiro público foi pessoas comuns, aplicamos 12 questões referente o tema RDC, o questionario foi respondido por 36 pessoas.

Através da pesquisa chegamos nos seguintes resultados: 100 % das pessoas acham importante a gestão correta dos RDC, com relação a destinação dos resíduos sólidos em Sinop apenas 22,2 % disse saber para onde vai os RDC e 77,8 % disse não saber, com relação ao pagamento para a destinar os RDC 50% disse talvez, 38,9 % disse sim e 11,1% disse não concordar em pagar para destinar seus resíduos, 52,8% disse saber que existe

uma lei municipal que responsabiliza o gerador do RDC pela correta destinação, já 47,2% disse não saber dessa lei municipal, quando perguntado se nos últimos 5 anos foram realizados algum tipo de obra nas residências a resposta foi que 50% fizeram obras nos últimos 5 anos, 97,2% disse concordar com a construção de uma usina de reciclagem de RDC, 0,8 % disse talvez, 97,2% diz que utilizaria em suas obras agregados reciclados se o preço for menor que o convencional e a qualidade for boa, apenas 0,8 % disse não utilizar, 36,1 % disse ter disponibilidade de levar seus RDC até um ponto de coleta caso a prefeitura disponha de um local, 55,6% disse talvez e 8,3% disse não ter disponibilidade, 63,9% disse ter descartado seu RDC por empresa de disk entulho na sua última obra, 13,9% disse ter descartado por conta própria, 13,9% disse não se recordar e 8,3% disse que o empreiteiro descartou, 80,6% disse já ter observado resíduos descartados em locais inapropriados, já 19,4 % diz não ter observado, quando perguntado 61,1 disse ter coragem de denunciar o descarte de resíduos em locais inapropriados, 36,1 % disse talvez, e 2,8 % disse que não denunciaria.

Quando questionado sobre o papel dos órgãos competentes de fiscalização (Prefeitura, SEMA) sobre os RDC em Sinop, 44,4% disse ser ruim a fiscalização, 30,6% disse que pode melhorar, e 25% disse que não existe fiscalização.

4.5 Resultados dos questionário online empresas construtoras

Foi aplicado 10 perguntas referente ao tema resíduos da construção civil por meio de questionário online, a pesquisa abordou o total de 20 empresas da construção civil de Sinop, o objetivo foi compreender a gestão dos RDC por parte das empresas, bem como o volume gerado e perspectivas sobre a utilização de agregados reciclados em suas obras.

Todos os entrevistados 100% disseram estar de acordo com uma implantação de uma usina de reciclagem de RDC em Sinop, 50% está de acordo em pagar para destinar seus resíduos para uma usina de reciclagem licenciada, 45% disse talvez e 5% não concorda com o pagamento, um fato interessante é que 65% das empresas não sabe a destinação final dos seus RDC, 35% disse saber, 55% disse que reaproveita algum tipo de material em suas obras, já 45% não reaproveita nenhum material, 90% informou que compraria material reciclado para utilização em suas obras se o preço for menor que o material convencional e se o produto final for de boa qualidade, já 10 % disse que talvez utilizaria, 75% disse que não separa os resíduos da construção civil em suas obras, já 25% disse far um triagem dos RDC.

Com relação a geração de RDC 50% disse gerar de 1 a 5 caçambas de entulho mês, 25% gera de 5 a 10 caçambas, 15% gera de 10 a 30 e 10 % gera de 1 a 10 caçambas mês, 83,3 % disse estar de acordo em fazer uma parceria público privado para a implantação de uma usina de reciclagem de RDC, já 16,7% disse talvez, referente ao tipo de resíduo a geração da madeira se destacou sendo 61,1 % dos resíduos gerados em suas obras, em seguida com 33,3 % vem os resíduos de concreto e 5,6 % de restos de tijolos de alvenaria. Sobre a disponibilidade para levar os RDC gerados até um ponto de coleta 61,1% disse ter disponibilidade, já 27,8% disse talvez, e 11,1 % disse não ter disponibilidade.

4.6 Pré-dimensionamento de usina de reciclagem de RDC em Sinop

A proposta para o município de Sinop é uma planta fixa emergente de reciclagem de RCC Classe A, com capacidade de 60,00 toneladas por hora (480,00 toneladas por dia). Essa planta trabalhará durante 8 horas por dia, 22 dias por mês (de segunda a sexta-feira), de modo a processar aproximadamente 87% de sua capacidade instalada por hora, ou seja, no máximo 417,6 toneladas por dia (equivalente a 110.246,4 toneladas por ano). Os prováveis produtos da usina são rachão, brita 1, areia reciclada e brita reciclada 2. Além disso, considerou-se a comercialização dos metais separados pelo eletroímã. Para o efetivo funcionamento da usina, será importante realizar a triagem dos RDC antes da trituração, a classificação será com esteira e de forma manual.

Para atender a demanda de 417,6 toneladas de entulho/ dia fizemos uma estimativa de custos e investimentos para implantação de uma usina de resíduos da construção, foram escolhidos os seguintes equipamentos: Britador de impacto; Tremonha de alimentação; Transportador de correia, Peneira vibratória; transportador de correia; Sistema antipó; Bica de transferência; Peneira vibratória apoiada; Imã permanente. As máquinas e veículos necessários ao funcionamento da usina são pá carregadeira, escavadeira hidráulica e 1 caminhão caçamba, na estimativa de cálculo consideramos a compra de todos os equipamentos necessários.

Item	Valor	Depreciação anual
1. Projetos	R\$ 40.000,00	
2. Licenciamento ambiental e consultoria	R\$ 50.000,00	
3. Aquisição da área	R\$ 1.225.000,00	10%
4. Terraplanagem	R\$ 150.000,00	
5. Infraestrutura: galpão, escritórios, guarita, pré-triagem	R\$ 470.000,00	
6 – Equipamentos para britagem de resíduos	R\$ 1.600.000,00	10%
7. Instalação energia trifásica	R\$ 25.000,00	
8. Compra de Máquinas e Equipamentos para operação	R\$ 1.948.000,00	10%
9. Imprevistos	R\$ 55.000,00	
10. Picador de madeira/área triagem	R\$ 937.000,00	10%
Custo Total	R\$ 6.500.000,00	

Fonte: Autor (2019)

Tabela 7: Custo com investimento inicial

Custos fixos mensais	Valor	Taxa reajustes	Período	Início do custo		Final do custo	
				Mês	Ano	Mês	Ano
Descrição							

SALARIOS	R\$72.000,00	4,00%	Anual	Janeiro	Ano 1	Dezembro	Ano 3
MANUTENÇÃO	R\$14.000,00		Mensal	Janeiro	Ano 1	Dezembro	Ano 3
ENERGIA	R\$20.000,00	2,00%	Mensal	Janeiro	Ano 1	Dezembro	Ano 3
POÇO DE ÁGUA	R\$1.000,00		Mensal	Janeiro	Ano 1	Dezembro	Ano 3
COMBUSTIVEIS	R\$13.000,00	3,00%	Mensal	Janeiro	Ano 1	Dezembro	Ano 3
CUSTOS ADM	R\$5.000,00		Mensal	Janeiro	Ano 1	Dezembro	Ano 3
EPIS	R\$300,00	4,00%	Mensal	Janeiro	Ano 1	Dezembro	Ano 3
TOTAL	R\$125.300,00						

Fonte: Autor (2019)

Tabela 8: Custo e despesas operação mensal

Para levantamento dos custos mensais foi realizado pesquisa de mercado a fim de verificar os custos, para o cálculo da compra dos equipamentos da usina não estão calculados os impostos dos produtos oriundos de outros estados, a usina mais viável economicamente é fabricada no estado de São Paulo o frete e imposto é de responsabilidade do comprador.

4.7 Viabilidade econômica

Na estimativa de viabilidade consideramos os custos de recebimento dos resíduos, realizamos o cálculo de volume dos resíduos considerando a capacidade de processamento de 417 toneladas/dia 87% da capacidade de produção da usina orçada de 60 t/h, deste modo o cálculo ficou da seguinte forma; 417 toneladas/dia capacidades da usina multiplicado por 25 reais preço m³ do agregado reciclado multiplicado por 22 dias trabalhados, chegamos ao valor de R\$ 229.250 mil reais mensal com o recebimento dos resíduos, em média o custo para destinação de uma caçamba de 5 m³ em Sinop é de 120 reais locação por 2 dias, por isso utilizamos o valor de 25 reais por m³ recebido.

Foram somados os custos com a matéria prima gerada dos entulhos, mão de obra na produção de agregados, impostos de 5% sobre as vendas considerando a isenção em alguns tipos de resíduos, para chegarmos a um valor atrativo abaixo dos valores consultados no comércio local, com as projeções de R\$ 78 reais e 49 centavos no preço do agregado reciclado em média fica 40 reais mais barato que o material convencional, cabe salientar que os dados apresentados são uma simulação, as taxas reais devem ser atualizada de acordo com as tributações locais de cada estado.

Produto ou serviço	Custo com Matéria-prima	Custo com Mão-de-obra	Custo Total	Margem de Lucro	Preço com margem	Impostos sobre as vendas	Preço Final	Custos Diretos Unitários	Impostos	Margem de Contribuição
BRITA 1	R\$ 3,00	R\$ 70,00	R\$ 73,00	2%	R\$ 74,49	5,00%	R\$ 78,49	R\$ 73,00	R\$ 3,92	R\$ 1,57
AREIA	R\$ 3,00	R\$ 70,00	R\$ 73,00	2%	R\$ 74,49	5,00%	R\$ 78,49	R\$ 73,00	R\$ 20,00	-R\$ 14,51
BRITA 2	R\$ 3,00	R\$ 70,00	R\$ 73,00	2%	R\$ 74,49	5,00%	R\$ 78,49	R\$ 73,00	R\$ 20,00	-R\$ 14,51
RACHÃO 3	R\$ 3,00	R\$ 70,00	R\$ 73,00	2%	R\$ 74,49	5,00%	R\$ 78,49	R\$ 73,00	R\$ 20,00	-R\$ 14,51
MADEIRA	R\$ 1,00	R\$ 40,00	R\$ 41,00	1%	R\$ 41,41	5,00%	R\$ 43,62	R\$ 41,00	R\$ 2,18	R\$ 0,44

SUCATA	R\$ 15,00	R\$ 40,00	R\$ 55,00	59%	R\$ 132,53	5,00%	R\$ 150,68	R\$ 55,00	R\$ 7,53	R\$ 88,15
RECEBIMENTO RDC	R\$ 10,00	R\$ 14,00	R\$ 24,00	1%	R\$ 24,24	3,00%	R\$ 25,00	R\$ 24,00	R\$ 0,75	R\$ 0,25

Fonte: Autor (2019)

Tabela 8: Metodologia para definição de custos

Realizamos dois cenários de projeção, o primeiro que será apresentado a seguir é com a venda de agregados, resíduos de madeira e sucata metálica, o segundo cenário apenas os resíduos classe A, com as vendas dos resíduos de sucata e madeira em forma de cavaco, deste modo o projeto se torna atrativo. Na tabela 9 a seguir elaboramos uma precificação e estimativas de produção do agregado reciclado, e rendimentos com recebimento de resíduos da construção civil, fizemos um cenário de 3 anos com projeções de venda diferentes a fim de verificar a viabilidade financeira do projeto.

Produto ou Serviço	Total												Total (R\$)	
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
BRITA 1 (ton)	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	48000R\$	3.767.741,94
AREIA (ton)	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	48000R\$	3.767.741,94
BRITA 2 (ton)	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	48000R\$	3.767.741,94
RACHÃO 3 (ton)	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	48000R\$	3.767.741,94
MADEIRA (ton)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	6000R\$	261.702,13
SUCATA (kg)	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	10800R\$	1.627.397,26
RECEBIMENTO RDC (1)	229.350	229.350	229.350	229.350	229.350	229.350	229.350	229.350	229.350	229.350	229.350	229.350	229.350	229.350
	229.350 2.752.200 R\$												68.805.000,00	Fonte: Autor (2019)

Tabela 9: Projeção de geração de renda com a venda de RDC ano 1

(1)Cálculo do recebimento de resíduos 417 ton. /dia capacidade de produção x R\$ 25 x 22 dias trabalhados

Produto ou Serviço	Total												Total (R\$)	
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
BRITA 1 (ton)	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	60000R\$	4.709.677.000,00
AREIA (ton)	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	60000R\$	4.709.677.000,00
BRITA 2 (ton)	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	60000R\$	4.709.677.000,00
RACHÃO 3 (ton)	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	96000R\$	7.535.483,87
MADEIRA (ton)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	6000R\$	261.702,13
SUCATA (kg)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	12000R\$	1.808.219.000,00
RECEBIMENTO RDC	229.350	229.350	229.350	229.350	229.350	229.350	229.350	229.350	229.350	229.350	229.350	229.350	229.350	229.350
	229.350 2.752.200 R\$												68.805.000,00	Fonte: Autor (2019)

Tabela 10: Projeção de geração de renda com a venda de RDC ano 2

Produto ou Serviço	Total												Total (R\$)	
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
BRITA 1 (ton)	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	96000R\$	7.535.483,87
AREIA (ton)	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	96000R\$	7.535.483,87

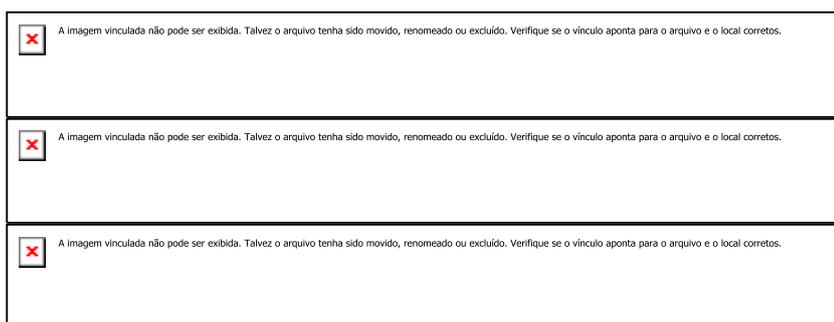
BRITA 2 (ton)	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	96000R\$	7.535.483,87
RACHÃO 3 (ton)	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	96000R\$	7.535.483,87
MADEIRA (ton)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	6000R\$	2.611.702,13
SUCATA (kg)	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	24000R\$	3.616.438,36
RECEBIMENTO															

RDC 229.350 229.350 229.350 229.350 229.350 229.350 229.350 229.350 229.350 229.350 229.350 229.350

229.350 2.752.200 R\$ 6.880.000,00 Fonte: Autor (2019)

Tabela 11: Projeção de geração de renda com a venda de RDC ano 3

Neste cenário com a venda de agregados denominamos como cenário A, as projeções para o primeiro ano com a venda de agregados miúdos como brita 1, areia e brita 2 foi de 4000 toneladas mês, já o rachão estimamos 8000 toneladas mês, para o segundo ano estimamos a venda de 5000 toneladas de agregados miúdos por mês, e no terceiro ano de produção aumentamos a estimativa para 8000 toneladas mês, com a venda dos agregados e demais materiais como resíduo da madeira e sucata, o lucro livre ao longo de 3 anos foi bem atrativo conforme demonstrado a seguir na figura 7.

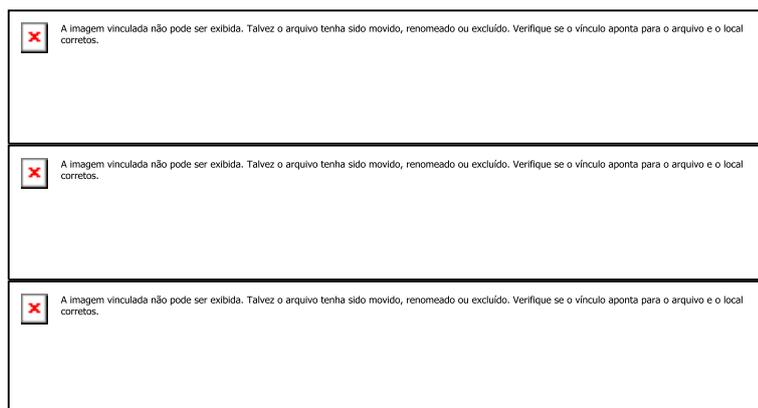


Fonte: Autor (2019)

Figura 07: Lucro livre em 3 anos

Para chegarmos aos valores mencionados na figura 7, utilizamos a metodologia do Valor Presente Líquido (VPL), o mesmo foi positivo com R\$ 2.799.627,04 e Taxa Interna de Retorno (TIR) de 298,88 % no horizonte de planejamento de 3 anos. Portanto, o investimento é considerado viável do ponto de vista econômico, pois, apresentou VPL maior que zero e TIR maior que a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), definida em 9,4%. Neste caso, significa que as receitas geradas pela usina serão suficientes para recuperar o valor investido e ainda gerar um lucro de R\$ 3.824.735 em três anos sobre a TMA.

Para compreendermos de forma sistêmica as projeções, realizamos uma simulação sem a venda de resíduos de sucata, madeira, observem que no primeiro ano tivemos um percentual de 0,4% de lucro, porém no segundo ano tivemos um percentual negativo de -0,6%, no terceiro ano tivemos uma recuperação de 0,3 % porém o projeto ficou com saldo negativo - 0,1% de lucro livre, que gera um prejuízo de R\$ - 308,568 mil reais ao longo dos 3 anos.



Fonte: Autor (2019)

Figura 12:Retorno de lucro sem a venda de resíduos

O setor de Construção Civil no município de Sinop, apesar do momento de crise em que se encontra o país, está em um bom momento, com projeção de crescimento para os próximos anos. A geração média de RCD (kg/hab/dia) do estado de Mato Grosso é de 0,882, ou seja, cada habitante gera, em média oitocentos quilogramas de resíduos da Construção Civil por dia (ABRELPE, 2016), através de nossa pesquisa pelo método indireto de Pinto (1999), no ano de 2018 a média de geração de RDC por habitante em Sinop foi de 0,444 toneladas dia, em média quatrocentos quilogramas de resíduos considerando apenas as áreas construídas, se considerarmos o método direto somados ao método indireto Sinop gera aproximadamente 500 toneladas dia, se considerarmos a população de 139.935 mil habitantes referente ao ano de 2018 e 26 dias úteis trabalhados mês podemos chegar ao valor de 1, 114 kg de resíduos por habitantes.

Observamos que esse volume é maior do que a média do estado, um fato que devemos considerar é que nas caçambas de disk entulho são destinados resíduos de diversas classes, isso dificulta a quantificação e causa um impacto ambiental pois os resíduos são depositados no solo sem nenhum tratamento prévio, além do impacto ambiental observamos um impacto social com relação ao local de descarte, o mesmo não possui licença para operação, existe pessoas trabalhando totalmente em situações precárias com grande probabilidade de se contaminar com os resíduos e vetores presentes na área de transbordo denominado lixão da estrada da Adalgiza, este local de enterro de resíduos é de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Sinop.

A gestão dos RDC em Sinop, identificada através dos resultados da pesquisa apresentou diferentes carências, como a disposição final de resíduos em área não licenciada, inexistência de educação ambiental sobre o tema, disposição de resíduos em terrenos baldios em diversos pontos da área urbana, falta de incentivo financeiro para novos projetos de gestão dos RDC.

A maioria das pessoas comuns entrevistadas se mostrou de acordo com a implantação de uma usina de reciclagem de entulhos em Sinop, a maior parcela não tem conhecimento da destinação final dos RDC, um fato interessante é que 58% sabem da existência de uma lei municipal que responsabiliza o gerador a dar a correta destinação, porém existe uma controvérsia, pois as pessoas pagam apenas para transportar os resíduos, com relação à destinação final que é licenciada sem os devidos cuidados, e em desacordo com a política nacional de resíduos sólidos. Os resultados dos questionários demonstraram

que 97,2 % da população entrevistada tem o interesse em comprar o agregado reciclado isto demonstra que existe um bom mercado para o produto.

Com relação às empresas construtoras entrevistadas todas disseram estar de acordo com a implantação de uma usina de RDC em Sinop, 50% concordam em pagar para destinar seus resíduos, 65 % das empresas não sabem a destinação final dos resíduos produzidos em suas construções, um fato muito importante é que 90% esta de acordo em utilizar materiais agregados reciclados em sua obra, 75 % disse não fazer triagem dos resíduos nas fontes geradoras, 83,3 % disse estar de acordo em fazer uma parceria publico privado para implantação de uma usina de reciclagem de RDC, conforme observados existem mais fatores positivos em favor de uma usina do que fatores negativos, como fator negativo é a falta de separação dos resíduos na fonte geradora.

No que se refere à viabilidade econômica de implantação de uma usina de reciclagem, para as projeções utilizamos o valor de R\$ 6.500.000 de investimento inicial para implementação de uma usina de reciclagem de RDC, valor esse obtido através de orçamentos de compra de equipamentos e de um possível terreno de 2 hectares para construção da usina e área para armazenagem, montagem de picador de madeira e área de triagem dos resíduos.

Observamos dois cenários, o primeiro se mostrou viável com a venda dos agregados reciclados, venda de sucata e madeira somados aos valores de recebimento dos resíduos ao custo de R\$ 25 reais o m³, utilizamos uma taxa de desconto de 9,4 % taxa essa referente ao período de 2017 a 2018, com o VLP de R\$ 2.799.627,04 chegamos a uma positiva TIR de 298,88%, com ponto de equilíbrio no primeiro mês, nesse cenário o lucro livre no total em três anos é de 1,4 % o que renderia o total de R\$ 3.824.735,00 para as projeções de venda simuladas na pesquisa.

Já no segundo cenário sem a venda de sucatas e da madeira utilizamos a mesma taxa de desconto de 9,4%, o VLP nessa ocasião foi negativo em -R\$ 286.690,21, e a TIR de - 43,35%, deixando o projeto inviável prejuízo de R\$ - 308,568 mil reais ao longo dos três anos para as projeções da pesquisa.

5 CONCLUSÃO

Portanto conclui-se que o projeto é viável se considerarmos a venda de resíduos de sucata e madeira atrelado a venda de agregados, somados com os lucros de recebimentos dos RDC na projeção de 3 anos de operação, outro fator que pode deixar o projeto mais atrativo é uma parceria com a prefeitura no abatimento de impostos ou na possível doação de uma área para a montagem do empreendimento.

Na região norte do estado onde estamos situados não existe usina de reciclagem de entulhos o que possibilita as cidades próximas destinarem seus resíduos em Sinop, deste modo poderia aumentar a capacidade da unidade possibilitando assim atender a demanda e aumentar consequentemente o lucro.

Percebemos que a usina ira trazer um benefício social e ambiental para o município de Sinop, visto que a situação atual não esta de acordo com os requisitos técnicos legais bem como aspectos socioambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRECON - Associação Brasileira para a Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. Programa Setorial 2014/2015. Disponível em: <<http://www.abrecon.org.br/relatorio-pesquisa-setorial-20142015/>>. Acesso em: 11 set. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil no ano de 2013. São Paulo, 2014.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução no 307**, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, nº 136, 17 de julho de 2002. Seção 1, p. 95-96

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITTKE, Bruno Hartmut. **Análise de investimentos: Matemática Financeira; Engenharia Econômica; Tomada de Decisão; Estratégia Empresarial**. 9.ed. São Paulo: Atlas, 2000.

FERREIRA, L. C. **Desenvolvimento, sustentabilidade e políticas públicas**. In: A questão ambiental – sustentabilidade e políticas públicas no Brasil. São Paulo: Boitempo Editorial, p. 101-109, 2003.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos da construção**. In: Seminário – Reciclagem de Resíduos Sólidos Domiciliares. São Paulo, 2000.

LEI Nº 2436, DE 30 DE MAIO DE 2017 **Institui o sistema de gestão sustentável de resíduos da construção civil e resíduos volumosos**, nos termos da resolução do CONAMA Nº 448 2012, e dá outras providências.

LEVY, S. M. **Reciclagem do entulho da construção civil para utilização como agregados para argamassas e concretos**. 1997. 145f. Dissertação (Mestrado)

MACHADO, Gleysson B. **Definição de Resíduos da Construção Civil no Brasil**<https://portalresiduossolidos.com/definicao-de-residuos-da-construcao-civil-no-brasil/> Acesso em: 30 maio 2019.

MENEZES, M. S; PONTES, F. V. M.; AFONSO, J. C. **Panorama dos Resíduos de Construção e Demolição**. *RQI*, Edição 733, 4º trimestre, [S.L.], 2011. 21p.

MIRANDA, L. F. R.; ANGULO, S. C.; CARELI, E. D. **A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986 – 2008**. Ambiente construído, Porto Alegre, v. 9, n.

1, p. 57 – 71, jan./mar. 2009. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/7183/4909>>. Acesso em: 11 set. 2018.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese (Doutorado), Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999. 189p.

PINTO, T. P.; GONZALES, J. L. R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Manual de orientação 1. Como implantar um sistema de manejo e gestão dos resíduos da construção civil nos municípios. Brasília: CAIXA, 2005.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SINOP, PRODEURBS 2019

_____, Secretaria de Meio Ambiente .2018

SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DE MATO GROSSO, SEMA. 2018

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.