

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

EDUARDO RAMIRES

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA A IMPLANTAÇÃO DE UMA
USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO
MUNICÍPIO DE MARINGÁ-PR**

**CURITIBA
2014**

EDUARDO RAMIRES

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA A IMPLANTAÇÃO DE UMA
USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO
MUNICÍPIO DE MARINGÁ-PR**

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de MBA em Gestão Ambiental no curso de pós-graduação em Gestão Ambiental, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Piacenti

**CURITIBA
2014**

*“Quanto mais aumenta nosso conhecimento,
mais evidente fica nossa ignorância”.*
(John F. Kennedy)

RESUMO

A indústria da construção civil apresenta papel fundamental para o crescimento e o desenvolvimento econômico brasileiro, já que possui grande representatividade no Produto Interno Bruto do país e é responsável pela geração de um grande número de empregos diretos e indiretos. Entretanto, trata-se de uma indústria relacionada a uma série de impactos ambientais, dentre os quais se destaca a geração de resíduos. Apesar da Resolução CONAMA nº 307 ter sido publicada em 2002, ainda hoje a maior parte dos municípios brasileiros não apresenta uma gestão de resíduos eficiente. No município de Maringá-PR, a ocorrência de ações corretivas é comprovada não apenas pelo elevado número de pontos de deposição irregular em fundos de vale e terrenos baldios, mas também pela ausência de um local específico para a destinação final dos Resíduos da Construção Civil – RCC. Assim, devido à necessidade da implantação futura de uma unidade de reciclagem de resíduos da construção civil pelo Poder Público, busca-se avaliar a viabilidade econômico-financeira da implantação de um empreendimento dessa natureza em Maringá-PR, com o objetivo de produzir agregado reciclado. Dessa forma, a metodologia aplicada procura caracterizar a área de estudo, principalmente com relação aos RCC gerados, de forma a possibilitar o delineamento de uma usina de reciclagem dos resíduos em questão e sua posterior avaliação econômico-financeira por diferentes métodos (Valor Presente Líquido – VPL, Taxa Interna de Retorno – TIR e Tempo de Recuperação do Capital Descontado). Considerando que não há dados consolidados a respeito da produção atual de RCC no município de Maringá-PR, a provável geração total de RCC foi estimada em 470,62 t/dia, sendo a provável geração *per capita* equivalente a 1,22 kg/hab./dia. Com base nesses dados, entende-se que o empreendimento deveria apresentar capacidade de produção de 50 t/hora. Após a análise de uma série de itens, o investimento total necessário para viabilizar a instalação da usina de reciclagem em Maringá-PR foi estimado em R\$1.641.023,19, ao passo que o total de custos e despesas decorrentes de sua operação e manutenção correspondeu a R\$564.973,13. Diante de um valor de R\$22,00/m³ para a comercialização do produto, e considerando que nos três primeiros anos de operação a usina de reciclagem de RCC de Maringá-PR apresente a produção de, respectivamente, de 70%, 80% e 90% de sua capacidade, calculou-se um VPL de R\$1.725.958,95, o que revela que o empreendimento é economicamente e financeiramente viável, para uma taxa de desconto de 18,00% ao ano. A viabilidade do investimento também foi atestada pela TIR (39,91%) e pelo Tempo de Recuperação do Capital Descontado (3,83 anos). Porém, o empreendimento torna-se inviável sob o aspecto financeiro se considerada a ocorrência de qualquer dos cenários previstos conforme a análise de sensibilidade.

Palavras-Chave: Resíduos da Construção Civil. Usina de reciclagem. Análise de viabilidade econômica.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 OBJETIVOS.....	23
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	24
3.2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	25
3.2.1 Primeira Etapa – Caracterização dos resíduos da construção civil gerados na área de estudo.....	25
3.2.1.1 Classificação qualitativa e quantitativa (Fase 1).....	26
3.2.1.2 Situação do manejo (Fase 2).....	26
3.2.2 Segunda Etapa – Delineamento de uma usina de reciclagem de RCC na área de estudo.....	26
3.2.2.1 Definição do <i>layout</i> proposto (Fase 1).....	26
3.2.2.2 Definição de um local compatível para a implantação do empreendimento (Fase 2).....	27
3.2.2.3 Determinação dos investimentos necessários (Fase 3).....	27
3.2.2.4 Determinação dos custos e despesas obtidas com o empreendimento (Fase 4).....	27
3.2.3 Terceira Etapa – Análise da viabilidade econômica.....	28
3.2.3.1 Métodos de Avaliação da Viabilidade Financeira.....	29
3.2.3.1.1 Valor Presente Líquido – VPL	29
3.2.3.1.2 Taxa Interna de Retorno – TIR	30
3.2.3.1.3 Tempo de Recuperação do Capital Descontado.....	30
3.2.3.2 Análise de Sensibilidade.....	31
3.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL GERADOS NO MUNICÍPIO DE MARINGÁ-PR.....	36
4.1.1 Classificação qualitativa e quantitativa.....	39
4.1.1.1 Histórico.....	39
4.1.1.2 Dados atuais.....	44

4.1.2 Situação do manejo.....	45
4.2 DELINEAMENTO DE UMA USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA A ÁREA DE ESTUDO.....	49
4.2.1 Definição do <i>layout</i> proposto.....	50
4.2.2 Definição de um local compatível para a implantação do empreendimento.....	54
4.2.3 Determinação dos investimentos necessários para a implantação do empreendimento.....	56
4.2.3.1 Obras Civis.....	57
4.2.3.2 Móveis e Equipamentos.....	58
4.2.3.3 Máquinas e Veículos.....	59
4.2.3.4 Conjunto de Britagem.....	59
4.2.3.5 Instalação de Equipamentos.....	61
4.2.4 Determinação dos custos e despesas oriundos do empreendimento.....	61
4.2.4.1 Custos de Operação.....	61
4.2.4.1.1 Mão de Obra.....	62
4.2.4.1.2 Operação de Veículos, Máquinas e Equipamentos Próprios.....	64
4.2.4.1.3 Insumos de Produção.....	65
4.2.4.1.4 Despesas Administrativas.....	66
4.2.4.2 Custos de Manutenção.....	67
4.2.4.2.1 Troca de Peças de Desgaste.....	67
4.2.4.2.2 Manutenção Preventiva de Equipamentos de Britagem.....	68
4.2.4.2.3 Manutenção Preventiva de Máquinas e Veículos.....	69
4.2.4.2.4 Manutenção Corretiva.....	70
4.2.4.2.5 Depreciação de Equipamentos.....	70
4.2.4.2.6 Depreciação de Máquinas e Veículos.....	70
4.2.4.2.7 Manutenção de Obras Civis, Terraplenagens e Contenções.....	70
4.2.4.2.8 Depreciação de Obras Civis.....	71
4.3 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DO EMPREENDIMENTO.....	71
4.3.1 Investimento inicial total para a instalação do empreendimento.....	71
4.3.2 Custos e despesas oriundos da instalação do empreendimento.....	72
4.3.3 Avaliação econômico-financeira.....	72

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	82
REFERÊNCIAS.....	84

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil desempenha um papel fundamental para o crescimento e o desenvolvimento econômico brasileiro. Além de apresentar uma elevada representatividade no Produto Interno Bruto – PIB do país, a construção civil também está associada à geração de um grande número de empregos diretos e indiretos.

De acordo com Passos *et al.* (2012) “Ao analisar o histórico do crescimento do PIB ao longo dos anos, percebe-se que há uma relação muito forte com o crescimento da indústria da construção civil”.

Nas décadas que houve crescimento significativo do PIB, a indústria de construção civil também cresceu a taxas elevadas, enquanto nos períodos de baixo crescimento o setor pouco se desenvolveu. A variação real anual do valor adicionado da construção civil a preços básicos se expandiu à taxa de 8,7% no período de rápido crescimento brasileiro, entre 1950 e 1980. No período de baixo crescimento – 1980-2004 – a média da taxa de expansão foi de somente 0,5% (PASSOS *et al.*, 2012, p. 507).

Sousa¹ (2006, *apud* PASSOS *et al.*, 2012) destaca que um bom exemplo da contribuição da construção civil no PIB é quando o governo investe em obras públicas como, por exemplo, a abertura de uma estrada, que durante sua execução gera empregos diretos e gastos com compra de materiais de construção, após a conclusão da obra, há melhorias no sistema viário que por sua vez podem vir a gerar novos empregos indiretamente, elevando assim a economia do país.

Segundo dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC (2012), a indústria da construção civil esteve associada a uma participação de 5,8% no PIB do Brasil no ano de 2011.

No que diz respeito à geração de empregos, de acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil – CBIC (2011), em 2009, o universo de empresas com uma ou mais pessoas ocupadas na indústria da construção abrangeu em torno de 64 mil empresas ativas que empregaram cerca de 2,0 milhões de pessoas. O gasto total com o pessoal ocupado correspondeu a 30,3% do total dos custos e despesas das empresas de construção e atingiu o valor de R\$ 48,3 bilhões, dos quais R\$ 31,8 bilhões foram em salários, retiradas e outras remunerações.

¹ SOUSA, S. A. PIB - Produto Interno Bruto - Entendendo Melhor. Disponível em: <<http://www.mundovestibular.com.br/articles/725/1/PIB---PRODUTO-INTERNO-BRUTO/Paacutegina1.html>>. Acesso em: 13/08/2013.

Por outro lado, a indústria da construção civil é considerada uma atividade de grande impacto ambiental. O desmatamento, o consumo de recursos naturais ou a extração de jazidas, o consumo de energia elétrica para a extração, transformação, fabricação e transporte, bem como a geração de resíduos em decorrência de perdas, desperdício e demolições, são exemplos de impactos que, de um modo geral, estão todos relacionados às atividades da construção civil.

Com relação a cada um dos impactos mencionados, os mais diversos tipos de análise são cabíveis. No caso específico da geração de resíduos por atividades de construção civil, os principais fatores a serem analisados basicamente envolvem os volumes produzidos e as formas de deposição.

Conforme John e Agopyan (2000), “de maneira geral a massa de resíduos de construção gerada nas cidades é igual ou maior que a massa de resíduo domiciliar”.

Em seu estudo, Pinto (1999) estima que em cidades brasileiras de médio e grande porte, a participação dos Resíduos da Construção Civil – RCC, ou Resíduos de Construção e Demolição – RCD, na Massa Total de Resíduos Sólidos Urbanos – RSU varia entre 41% a 70%. Ainda segundo o autor, a taxa de geração estimada para cidades de Santo André - SP, São José do Rio Preto - SP, São José dos Campos - SP, Ribeirão Preto - SP, Jundiaí - SP, Vitória da Conquista - BA, Belo Horizonte - MG, Campinas - SP e Salvador - BA variam entre 0,23 t/habitante/ano (Salvador - BA) até 0,76 t/habitante/ano (Jundiaí - SP).

De acordo com Souza² (2005), a quantidade gerada de RCC em determinada localidade, tem relação direta com o consumo de materiais, já que o setor de construção civil, além de consumir grandes quantidades de recursos naturais, também está associado a elevados índices de perdas, as quais são consequência de ineficiências nos processos construtivos.

Dentre os inúmeros fatores que contribuem para a geração dos RCC estão os problemas relacionados ao projeto, seja pela falta de definições e/ou detalhamentos satisfatórios, falta de precisão nos memoriais descritivos, baixa qualidade dos materiais adotados, baixa qualificação da mão de obra, o manejo, transporte ou armazenamento inadequado dos materiais, a falta ou ineficiência dos mecanismos de controle durante a execução da obra, ao tipo de técnica escolhida para a construção ou demolição, aos tipos de materiais que existem na região da obra e finalmente à falta de processos de reutilização e reciclagem no canteiro (LIMA E LIMA, 2012).

² SOUZA, U. E. L. **Como reduzir perdas nos canteiros**: Manual de Gestão do Consumo de Materiais na Construção Civil. São Paulo: Pini, 2005.

John e Agopyan (2000) afirmam que “A deposição irregular do resíduo é muito comum em todo mundo”.

No Brasil, os números estimados por Pinto (1999) para deposições irregulares em cinco cidades médias variaram entre 10 e 47% do total gerado.

Lima e Lima (2012) destacam que a autoconstrução e as pequenas reformas feitas com a contratação de pequenos empreiteiros são responsáveis por parte dos RCC, sendo que, por mais que gerem pequenos volumes, acabam transportados de forma inadequada e descartados em locais impróprios na maior parte dos casos, trazendo desconforto à população do entorno, visto que junto com os RCC também são descartados pneus, móveis, resíduos domésticos, animais mortos etc.

Conforme John e Agopyan (2000), estes resíduos depositados irregularmente causam enchentes, proliferação de vetores nocivos à saúde, interdição parcial de vias e degradação do ambiente urbano. Os referidos autores ressaltam ainda o fato de que, às vezes, estes resíduos são aceitos por proprietários de imóveis que os empregam como aterro, normalmente sem maiores preocupações com o controle técnico do processo.

Além destas consequências, a remoção destes resíduos acumulados irregularmente onera os cofres públicos municipais (JOHN E AGOPYAN, 2000).

Em seu estudo, Pinto (1999) constata que os custos da gestão corretiva nos municípios pesquisados variaram entre US\$5,37/t e US\$14,78/t de RCD recolhido conforme as diferentes características da remoção (pública, empreitada, carregamento mecânico ou carga manual).

Diante dessa breve análise, é possível verificar que os RCC representam um sério problema socioambiental.

Segundo consta no Art. 2º da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002:

(...) I - Resíduos 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, caliça ou metralha”. (...) (BRASIL, 2002).

Assim, constata-se que existe uma grande heterogeneidade nos RCC gerados, uma vez que a sua composição depende das características específicas de

cada cidade ou região tais como geologia, morfologia, disponibilidade dos materiais de construção, desenvolvimento tecnológico etc. Além de materiais volumosos e pesados, deve-se ressaltar a possibilidade de materiais perigosos como resinas, colas, tintas, asbestos e metais pesados figurarem como componentes de RCC.

Lima e Lima (2012) ressaltam que no Brasil, onde 90% dos resíduos gerados pelas obras são passíveis de reciclagem, e considerando a sua contínua geração, a reciclagem dos RCC é de fundamental importância ambiental e financeira para que os resíduos retornem para a obra em substituição a novas matérias-primas. Além disso, a reciclagem contribui para que a deposição irregular de RCC seja minimizada.

De acordo com Miranda *et al.* (2009), as primeiras pesquisas científicas envolvendo o uso de agregados reciclados de RCC no Brasil foram realizadas por Pinto³ (1986) em argamassas, Bodi⁴ (1997) em pavimentos, Levy⁵ (1997) em argamassas e Zordan⁶ (1997) em concretos.

Miranda *et al.* (2009) citam ainda que, a partir de 2000, diferentes autores desenvolveram pesquisas sistemáticas relacionadas ao uso do RCC, como variabilidade dos agregados, uso de agregados reciclados em argamassas, concretos pré-moldados e concretos em geral.

Ainda de acordo com Miranda *et al.* (2009), nesse mesmo período foi formada a Câmara Ambiental da Construção com a participação formal do Sindicato da Indústria da Construção de São Paulo - Sinduscon-SP, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – Cetesb, Universidade de São Paulo – USP, entre outros, para discutir, em âmbito nacional, normas técnicas para as atividades de triagem e reciclagem.

Dessa forma, Miranda *et al.* (2009) mencionam que a reciclagem ganhou força extra em 2002, com a homologação da Resolução CONAMA nº 307. Segundo

³ PINTO, T. P. P. **Utilização de Resíduos de Construção**: estudo do uso em argamassas. São Paulo, 1986. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1986.

⁴ BODI, J. Experiência Brasileira com Entulho Reciclado na Pavimentação. In: RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, ALTERNATIVA ECONÔMICA PARA A PROTEÇÃO AMBIENTAL, 29., São Paulo, 1997. **Anais...**São Paulo: Núcleo de Desenvolvimento de Pesquisas POLI /UPE, 1997. p. 56-63.

⁵ LEVY, S. M. **Reciclagem do Entulho de Construção Civil para Utilização como Agregado de Argamassas e Concretos**. São Paulo, 1997. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

⁶ ZORDAN, S. E. **A Utilização do Entulho como Agregado, na Confecção do Concreto**. Campinas, 1997. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

Campos (2012), essa resolução exige que os municípios e o Distrito Federal elaborem o Plano Integrado de Gerenciamento de RCC – PIGRCC, sendo esse um instrumento para implementação da gestão desses resíduos, e que inclui ações para os pequenos e grandes geradores.

Wiens e Hamada (2006) ressaltam a importância das regras de implementação a fim de nortear o plano de gerenciamento. Assim, os referidos autores descrevem que em 2004 a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT publicou cinco normas relacionadas aos RCC. Trata-se das seguintes Normas Brasileiras Regulamentadoras – NBRs:

- NBR 15112:2004 – diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas de triagem e transbordo;
- NBR 15113:2004 – diretrizes para projeto, implantação e operação de aterros;
- NBR 15114:2004 – diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem;
- NBR 15115:2004 – procedimentos para execução de camadas de pavimentação utilizando agregados reciclados de resíduos da construção;
- NBR 15116:2004 – requisitos para utilização em pavimentos e preparo de concreto sem função estrutural com agregados reciclados de resíduos da construção.

Segundo Wiens e Hamada (2006), as três primeiras normas apresentam metodologia semelhante e prevêem controles para a implantação, projeto e operação das áreas de triagem e transbordo – ATTs, aterros e áreas de reciclagem. Os autores destacam que o fato de que esses empreendimentos devem considerar a minimização de impactos como geração de poeira (por conta do material particulado e fragmentado), ruído, drenagem, impermeabilização e outros causados pela circulação de carroceiros, caçambeiros e outros tipos de transportadores.

Com relação à NBR 15115:2004 e NBR 15116:2004, Wiens e Hamada (2006) revelam que ambas são importantes por estabelecer critérios para a produção de agregados com qualidade, como um incentivo para que materiais considerados como resíduos retornem à cadeia produtiva como matéria-prima e deixem de causar impactos ambientais.

Sobre a Resolução CONAMA nº 307/2002, é importante mencionar resumidamente as alterações que ocorreram após a sua aprovação. A primeira

ocorreu em agosto de 2004 (Resolução CONAMA nº 348/2004), e teve por objetivo inserir o resíduo de amianto na classificação como resíduos classe D, resíduos estes que requerem cuidados na sua destinação. A segunda foi promovida em maio de 2008 (Resolução CONAMA nº 431/2011), pela qual foi alterada a classificação do resíduo de Gesso da classe C para a Classe B. A última alteração se deu em 2012 (Resolução CONAMA nº 448/2012), a fim de compatibilizar a Resolução com a Política Nacional de Resíduos. As compatibilizações se relacionaram a ajustes de nomenclatura e prazos para elaboração e implantação dos planos de gestão pelos municípios.

Quanto aos registros de experiências de reciclagem de RCC no Brasil, de Violin (2009) relata que as primeiras usinas com a finalidade de promover a reciclagem de entulhos foram implantadas em Itatinga, na cidade de São Paulo, e em Londrina, no estado do Paraná. Segundo o autor, ambas não alcançaram o resultado esperado devido a erros de planejamento, tornando-se ociosas.

Entretanto, Violin (2009) menciona a existência de exemplos de sucesso, como o da cidade de Belo Horizonte-MG, a qual iniciou um programa de reciclagem de entulho, incluindo a instalação de quatro usinas de reciclagem, sendo que a primeira delas está operando eficientemente desde novembro de 1995.

Conforme relatam Miranda *et al.* (2009), “Até o ano de 2002, o país contava com 16 usinas, possuindo uma taxa de crescimento mais reduzida (até três usinas inauguradas por ano)”.

Segundo os mesmos autores, essa taxa de crescimento aumentou (de três a nove usinas instaladas por ano) após a publicação da Resolução CONAMA nº 307/2002, bem como pelo exemplo de gestão pública bem-sucedida de Belo Horizonte.

Atualmente, já podem ser citadas pelo menos 47 usinas de reciclagem, sendo 24 públicas (51% do total) e 23 privadas (49% restante). Das 36 usinas que estão em operação ou em instalação, 15 (42%) são públicas e 21 (58%) são privadas (MIRANDA *et al.*, 2009).

Dessa forma, Miranda *et al.* (2009) ressaltam que “Por outro lado, das usinas públicas instaladas, apenas 15 estão operando ou em instalação”.

Isso demonstra que, apesar da vantagem econômica que a administração pública pode obter mediante a redução de gastos com limpeza urbana e a obtenção de agregados reciclados cerca de 40% mais baratos que os

naturais (considerando uma média de R\$ 21,00/m³ o preço dos reciclados contra R\$ 35,00/m³ dos agregados naturais), ela possui dificuldades em administrar tal atividade, por razões como: mudança de gestão ou desinteresse desta; dificuldades na manutenção/operação da usina por falta de pessoal tecnicamente preparado ou demora na obtenção de verbas para a compra de peças de reposição (MIRANDA *et al.*, 2009).

Miranda *et al.* (2009) também concluem que, por sua vez, o aumento do número de usinas privadas instaladas está associado a perspectiva dos empresários de ser esta uma boa alternativa de investimento, com baixo investimento de capital e alta taxa de retorno.

De acordo com avaliações econômicas feitas por esses autores para as cidades de São Paulo, São Luís, Recife e Curitiba, dependendo do mercado local, e caso atinja sua capacidade máxima de produção e a comercialize, uma usina com capacidade real de produção de 250 m³/dia pode apresentar um custo total de investimento estimado em R\$ 650.000,00 e uma taxa mensal de retorno próxima a 4,5%.

Em seu estudo, Miranda (2005) “mostra que até pequenas usinas podem ser viáveis, desde que logisticamente bem posicionadas e focadas em mercados e/ou serviços que incorporem valor ao produto”.

Segundo Miranda *et al.* (2009), isso é o que acontece com uma determinada usina que está há mais de dez anos no mercado, removendo e reciclando cerca de 50% do RCC de um município, para a produção de areia reciclada.

Em Belo Horizonte, a Prefeitura usa na pavimentação desde 1994 os agregados reciclados produzidos em suas usinas. Em 2005, a Prefeitura de São Bernardo do Campo consumiu cerca de 4.800 m³ de agregado reciclado do tipo bica corrida para a manutenção de ruas não pavimentadas. Para o mesmo tipo de uso e na mesma época, a Prefeitura de Mauá consumiu cerca de 4.000 m³. Ambas as obras foram realizadas com êxito. Ainda em 2005, a sub-base do Campus Zona Leste da USP, em São Paulo, foi realizada com agregados reciclados. Em Socorro, SP, uma nova etapa do asilo municipal teve a alvenaria toda revestida com argamassa de cimento, cal e areia reciclada lavada (MIRANDA *et al.*, 2009).

Quanto ao processo de reciclagem, Miranda *et al.* (2009) afirmam que quase todas as usinas brasileiras são bem semelhantes, sendo compostas pelos seguintes equipamentos: pá carregadeira ou retroescavadeira, alimentador vibratório, transportadores de correia, britador de mandíbula ou impacto, separador magnético permanente ou eletroímã, e peneira vibratória. Segundo os autores, nenhuma usina apresenta uma rotina de controle de qualidade dos agregados produzidos.

Miranda *et al.* (2009) ressaltam que o modelo de usina de reciclagem baseia-se em usinas de mineração e que, embora sejam sistemas semelhantes, há diversas diferenças.

Primeiramente, Miranda *et al.* (2009) descrevem que a matéria-prima a ser consumida na usina de reciclagem normalmente contém materiais contaminantes que devem ser removidos, seja pela etapa de triagem manual, seja por processos mecanizados.

Os autores também destacam que, na usina de reciclagem, os teores de cerâmica, argamassas e concretos porosos variam, afetando sua qualidade e desempenho, já que grande parte dos requisitos mecânicos depende da porosidade.

Por fim, Miranda *et al.* (2009) mencionam que o tipo de equipamento utilizado e a natureza do RCC podem influenciar em propriedades importantes do agregado, como lamelaridade e teor de finos, e na viabilidade econômica da usina.

Especificamente sobre a área geográfica em estudo, DRZ Geotecnologia e Consultoria S/S Ltda. (2011) descreve na versão preliminar do Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB – Módulo Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos que, no município de Maringá, mesmo com o impedimento legal imposto pela Resolução CONAMA nº 307/2002, os resíduos de construção civil ainda são recebidos pela célula sanitária, na ordem de 400 t/dia.

Assim, DRZ Geotecnologia e Consultoria S/S Ltda. (2011) evidencia que ocorre apenas ação corretiva com relação aos problemas gerados no município, uma vez que existe um número elevado de pontos de deposição irregular em fundos de vale e terrenos baldios.

Diante de todas as exposições, e considerando que a implantação de uma unidade de reciclagem de resíduos da construção civil futuramente poderá ser mencionada pelo Plano Integrado de Gerenciamento de RCC – PIGRCC a ser elaborado pela Prefeitura Municipal de Maringá, o presente estudo justifica-se no sentido de avaliar a viabilidade econômico-financeira da implantação de um empreendimento dessa natureza no município em questão.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral do presente estudo é verificar se a implantação de uma unidade de reciclagem de resíduos da construção civil no município de Maringá é viável, sob os aspectos econômico e financeiro.

Dentre os objetivos específicos que se relacionam a este trabalho, é possível citar:

- Estimar a quantidade de resíduos da construção civil exclusivamente gerados em Maringá;
- Caracterizar as atuais formas de destinação de resíduos oriundos das atividades de construção civil no referido município;
- Definir um local ideal para a implantação de uma unidade de reciclagem específica de resíduos da construção civil no município em questão;
- Estabelecer o investimento e os custos e despesas totais relacionados à implantação do referido empreendimento.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este tópico tem o intuito de demonstrar os referenciais teóricos e os métodos de pesquisa e análise que foram adotados a fim de que todos os propósitos do presente estudo pudessem ser plenamente alcançados.

Considerando o objetivo principal do estudo, é evidente que a metodologia aplicada esteve mais fundamentada na avaliação da viabilidade econômico-financeira de um determinado empreendimento, tema esse cujos conhecimentos técnicos são bastante amplos.

No entanto, por se tratar de uma área geográfica específica, e levando-se em consideração os demais objetivos do estudo, a metodologia também teve de estar fundamentada quanto aos seguintes aspectos:

- Caracterização da área de estudo;
- Caracterização dos RCC gerados na área de estudo;
- Delineamento de uma usina de reciclagem de RCC.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa classifica-se como aplicada do ponto de vista de sua natureza, já que de acordo com Silva e Menezes (2005), esse tipo de pesquisa tem por objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática, focando na solução de problemas específicos.

Do ponto de vista de seus objetivos, caracteriza-se como um método exploratório que busca proporcionar maior familiaridade com o problema, de modo a promover maior conhecimento sobre o tema pesquisado, por meio de pesquisas bibliográficas e estudo de caso (GIL, 2002).

Quanto ao tipo, pode ser classificada como uma pesquisa bibliográfica, qualitativa e quantitativa. Primeiramente, é considerada bibliográfica pelo fato de ter sido realizado um levantamento de informações em documentos diversos. Em segundo lugar, é tida como qualitativa uma vez que, conforme Ferreira *et al.*, 2009 afirmam, o objeto de estudo situa-se não somente no campo econômico, mas

também no social e ambiental, os quais embora possam ser quantificados, merecem uma visão mais ampla que por vezes pode ser considerada subjetiva. E por fim, é também quantitativa já que foi necessário mensurar uma série de dados fundamentais para o delineamento da usina e para a sua posterior avaliação econômico-financeira.

Assim como evidenciado por Stolz (2008), a pesquisa bibliográfica consistiu no exame da literatura científica, objetivando o levantamento e a análise do que já se produziu sobre determinado tema.

De acordo com Silva e Menezes (2005), a pesquisa qualitativa admite que haja uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, ou seja, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. Ainda segundo as autoras, a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa, sendo que o processo e seu significado são os focos principais da abordagem.

Já no que se refere à quantitativa, Silva e Menezes (2005) definem que esse tipo de pesquisa considera que tudo pode ser quantificável, sendo traduzidas em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. As autoras destacam que a pesquisa quantitativa requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc.).

3.2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este trabalho foi desenvolvido em três etapas, as quais estão descritas a seguir.

3.2.1 Primeira Etapa – Caracterização dos resíduos da construção civil gerados na área de estudo

A primeira etapa esteve relacionada à caracterização dos RCC gerados na área de estudo, a partir dos dados disponíveis em levantamentos realizados por outros autores, sendo para isso dividida em duas fases.

3.2.1.1 Classificação qualitativa e quantitativa (Fase 1)

Buscou demonstrar como podem ser classificados os RCC relacionados à área de estudo quanto a sua composição e quantidades geradas.

Os resultados obtidos nessa fase possuem fundamental importância visto que irão representar a quantidade de matéria prima a ser introduzida na usina.

3.2.1.2 Situação do manejo (Fase 2)

Realizada com o intuito de estabelecer um diagnóstico da situação atual do manejo dos RCC na área de estudo, inclusive procurando retratar as eventuais relações existentes entre os geradores dos referidos tipos de resíduos e empreendedores da iniciativa privada e/ou o poder público municipal.

A expectativa é de que o diagnóstico em questão venha a justificar a necessidade da implantação de uma usina de reciclagem de RCC na área de estudo.

3.2.2 Segunda Etapa – Delineamento de uma usina de reciclagem de RCC na área de estudo

Dividida em quatro fases, a segunda etapa do estudo compreendeu o delineamento do empreendimento em análise (usina de reciclagem de RCC) para a área de estudo, principalmente a partir dos dados disponíveis em trabalhos desenvolvidos sobre o assunto, além de outras fontes (por exemplo, catálogos de empresas – preços de equipamentos).

3.2.2.1 Definição do *layout* proposto (Fase 1)

Baseado nos dados obtidos na fase anterior, será proposto o *layout* do empreendimento, sendo estimado o espaço físico suficiente.

Com relação à planta, considerou-se que o empreendimento em questão é do tipo Planta Fixa. Segundo Corrêa *et al.* (2009), “As Plantas Fixas são definitivas. A principal vantagem é uma qualidade superior dos produtos reciclados. Há ainda a vantagem de usar equipamentos maiores e mais potentes”.

Para o projeto e o cálculo da instalação de uma usina, os seguintes itens foram analisados (CORRÊA *et al.*, 2009):

- produção desejada (t/h);
- tamanho máximo de alimentação;
- separação a serem obtidas;
- tipo de resíduo de construção civil;
- presença de materiais estranhos à reciclagem, que podem causar riscos à saúde do trabalhador e do usuário final;
- tipo de instalação (elétrica, geradora ou diesel);
- localização da Usina em relação às construções existentes;
- tipo de cliente.

3.2.2.2 Definição de um local compatível para a implantação do empreendimento (Fase 2)

Essa fase esteve pautada no levantamento de possíveis locais compatíveis com a implantação do empreendimento na área de estudo, levando em consideração tanto os critérios técnicos como os requisitos legais (legislação municipal correlata).

Através da apresentação das diferentes opções e das vantagens e desvantagens que estão associadas a cada uma delas, pretende-se que a melhor alternativa seja evidenciada.

3.2.2.3 Determinação dos investimentos necessários (Fase 3)

Nessa fase foi realizado um levantamento dos preços de equipamentos e de serviços relacionados à implantação do empreendimento.

3.2.2.4 Determinação dos custos e despesas obtidas com o empreendimento (Fase 4)

A finalidade dessa fase foi obter dados sobre os custos e despesas referentes à operação da usina de reciclagem de RCC.

3.2.3 Terceira Etapa - Análise da viabilidade econômica

Essa etapa compreende a análise de viabilidade econômica do empreendimento em questão, devidamente delineado para a área de estudo, através de métodos de análise econômica de projetos.

Segundo Costa e Attie⁷ (1990, *apud* ROSA, 2005), “A análise de viabilidade é um estudo que permite identificar se uma proposta de aplicação de capital deve ou não ser aceita”.

Em outras palavras, *United Nations Industrial Development Organization – UNIDO*⁸ (1987, *apud* ROSA, 2005) descreve que “A análise de viabilidade é um estudo que objetiva fornecer uma base técnica, econômica e comercial para uma decisão de investimento”.

Investidores e empreendedores privados normalmente condicionam a viabilidade de um projeto ao retorno financeiro que ele pode gerar sobre o capital investido. Nesse caso, a viabilidade é verificada através da comparação entre as receitas obtidas e os gastos realizados durante o período de vida útil do projeto, ou seja, através de uma análise de viabilidade financeira (BUARQUE E OCHOA⁹, 1991 *apud* ROSA, 2005). De outro lado, se o avaliador se situa no contexto da coletividade (como nos casos de projetos públicos), o julgamento do avaliador passa a depender também de uma análise de viabilidade econômica, que considera os efeitos do projeto sobre a economia nacional (seu potencial de gerar ocupação, poupança de divisas, emprego de recursos nacionais, etc.) (BUARQUE E OCHOA, 1991 *apud* ROSA, 2005).

É importante ressaltar que o projeto avaliado no presente estudo foi delineado como um empreendimento público, motivo pelo qual o mesmo foi julgado com base em uma análise de viabilidade econômico-financeira.

Conforme UNIDO (1987, *apud* ROSA, 2005), diferentes métodos possibilitam a execução do cálculo da rentabilidade privada, o qual determina a viabilidade financeira do projeto. Dentre os métodos, é possível citar “Taxa Interna de Retorno – TIR”, o “Valor Presente Líquido – VPL”, o “Tempo de Recuperação do Capital Descontado” e a “Taxa de Retorno Simples”.

⁷ COSTA, P. H. S.; ATTIE, E. V. **Análise de projetos de investimento**. 3. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1990.

⁸ UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION. **Manual de preparação de estudos de viabilidade industrial**. Tradução Antonio Norival Brito Rabelo. São Paulo: Atlas, 1987.

⁹ BUARQUE, C.; OCHOA, H. J. **Avaliação econômica de projetos: uma apresentação didática**. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

No presente estudo, a análise do empreendimento se deu a partir de três desses métodos (VPL, TIR e Tempo de Recuperação do Capital Descontado), sendo que foram utilizadas planilhas Excel como ferramentas para a obtenção dos resultados.

3.2.3.1 Métodos de Avaliação da Viabilidade Financeira

Seguem detalhes referentes aos métodos utilizados na análise de viabilidade realizada neste estudo:

3.2.3.1.1 Valor Presente Líquido – VPL

De acordo com Hoccheim¹⁰ (2002, *apud* ROSA, 2005), o método do VPL compreende a transposição dos resultados financeiros obtidos a cada ano para a suposta data em que o empreendimento foi implementado. O referido autor demonstra que essa transposição é realizada através da aplicação de uma taxa de juros fixa e pré-determinada através da seguinte equação:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+i)^t}$$

Onde:

- n: tempo total do projeto (anos ou meses);
- t: período (anos ou meses);
- i: taxa mínima de atratividade – TMA;
- F: fluxo de caixa por período.

UNIDO (1987, *apud* ROSA, 2005) destaca que “A taxa de desconto apresentada nessa equação reflete o custo de oportunidade do capital, ou seja, o possível retorno recebido caso o investidor optasse por outro investimento”.

O período de desconto equivale ao período de vida útil do projeto. A obtenção de resultado positivo no cálculo do VPL de um projeto indica que o mesmo é capaz de gerar um lucro superior à taxa de desconto. O resultado nulo indica que a lucratividade é igual a essa taxa. Um projeto cujo VPL é positivo ou nulo é, portanto, passível de aceitação. O VPL negativo, de outro lado, indica que a lucratividade do projeto é inferior à taxa de desconto, o que demonstra que, sob o ponto de vista do investidor privado, o projeto não é viável (UNIDO, 1987 *apud* ROSA, 2005).

¹⁰ HOCHEIM, N. **Análise de investimentos imobiliários**. 2002.

3.2.3.1.2 Taxa Interna de Retorno – TIR

Segundo consta em UNIDO (1987, *apud* ROSA, 2005), a TIR representa a taxa de desconto verificada quando o valor presente das saídas de caixa é igual ao valor presente das entradas de caixa (valor presente do fluxo de caixa do projeto é igual a zero). Assim, pode-se concluir que a TIR representa a exata rentabilidade do projeto.

Com base nessa definição, Hocheim (2002, *apud* ROSA, 2005) compreende que a TIR é a taxa i para a qual:

$$\sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+i)^t} = 0$$

Onde:

- n: tempo total do projeto (anos ou meses);
- t: período (anos ou meses);
- i: taxa mínima de atratividade – TMA;
- F: fluxo de caixa por período.

Para a conclusão a respeito da aceitação ou não da proposta de investimento, Leite *et al.* (2010) destacam que é necessário comparar a TIR com a Taxa Mínima de Atratividade – TMA.

UNIDO (1987, *apud* ROSA, 2005) ressalta que “O investimento proposto deve ser aceito se a TIR for maior do que a taxa de atratividade (definida como a menor taxa de investimento aceitável pelo capital investido)”.

3.2.3.1.3 Tempo de Recuperação do Capital Descontado

Hocheim (2002, *apud* ROSA, 2005) define que o Tempo de Recuperação do Capital Descontado, ou “*pay-back-period* descontado” é o prazo requerido para recuperar os gastos com o investimento original, através dos lucros gerados pelo projeto, considerando a TMA.

Conforme UNIDO (1987, *apud* ROSA, 2005), uma proposta de um projeto específico pode ser aceita se o Tempo de Recuperação do Capital for menor ou igual a um período de tempo aceitável.

3.2.3.2 Análise de Sensibilidade

Rosa (2005) descreve que o estudo de viabilidade financeira também envolve uma análise de sensibilidade, além da aplicação de métodos para determinar a rentabilidade privada. A autora ressalta que através dessa análise é possível demonstrar a forma com que a rentabilidade do projeto seria afetada caso diferentes valores fossem atribuídos às variáveis utilizadas no cálculo (como o preço unitário de vendas, o custo unitário, o volume de vendas etc.). Ainda de acordo com Rosa (2005), os diferentes valores são definidos de forma a criar um cenário otimista e outro pessimista.

A análise de sensibilidade contribui para que seja reduzido o grau de incerteza inerente aos projetos e aumentar, dessa maneira, a confiabilidade da análise de viabilidade financeira (UNIDO, 1987 *apud* DA ROSA 2005).

3.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo foi caracterizada com base em pesquisa bibliográfica e na análise de índices estatísticos relevantes, a fim de estabelecer um breve retrato de sua posição geográfica e de seus principais aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos.

O município de Maringá está localizado na Macrorregião Sul do Brasil, na mesorregião Norte Central Paranaense (Figura 1), com sede distante aproximadamente 423,0 Km de Curitiba, a capital do Estado do Paraná.

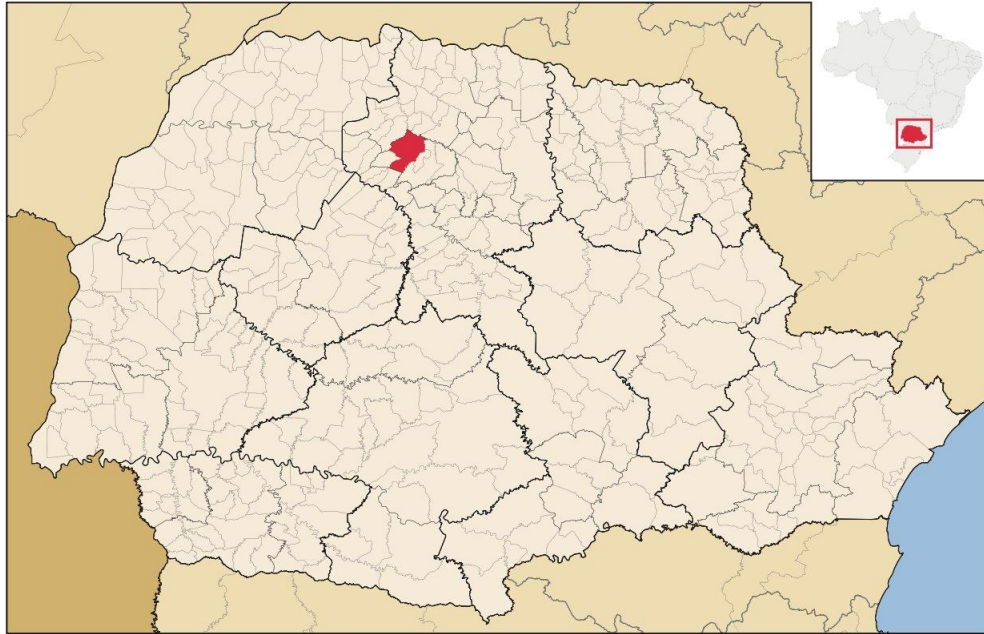


FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE MARINGÁ, NO ESTADO DO PARANÁ.

FONTE: WIKIPÉDIA (2013).

Sua posição geográfica é definida pelas coordenadas $23^{\circ} 25' 31''$ S e $51^{\circ} 56' 19''$ W; sua altitude é de 596 metros. Com uma área territorial de 486,433 Km², o município em questão está dividido em três distritos administrativos (Maringá, Floriano e Iguatemi).

Conforme demonstra a Figura 2, Maringá faz divisa com os municípios de Ângulo (ao Norte), Iguaraçu e Astorga (a Nordeste), Marialva (a Leste e ao Sul), Sarandi (a Sudeste), Floresta, Ivatuba, Doutor Camargo e Paiçandu (a Sudoeste), além de Mandaguaçu (a Noroeste).



FIGURA 2 – MUNICÍPIOS LIMÍTROFES A MARINGÁ.

FONTE: INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – IPARDES (2013).

A área onde o município se insere caracteriza-se pela presença de rochas ígneas, vulcânicas, predominantemente básicas, isto é, os basaltos da Formação Serra Geral. Associados à decomposição do basalto, o solo de Maringá é basicamente Latossolo Roxo e Terra Roxa Estruturada, os quais, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2006), atualmente são denominados Latossolo Vermelho e Nitossolo Vermelho.

Enquanto o Latossolo Roxo é encontrado nos topos e nas altas vertentes, o solo tipo Terra Roxa Estruturada ocorre nas médias e baixas encostas (EMBRAPA, 1984).

Sapata (2002) descreve que, além da alta fertilidade, a Terra Roxa apresenta características tais como baixa porosidade e alta plasticidade, o que oferece boas condições tanto para a urbanização quanto para a implantação de várias estruturas.

Segundo Beline (2006), para muitos pesquisadores o Norte do Paraná é uma área de transição climática entre os climas Tropical de duas estações e o Subtropical, motivo pelo qual há dificuldades em se definir o clima de Maringá. O autor cita que, de acordo com a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Cfa,

caracterizado como subtropical úmido com verões quentes e geadas pouco frequentes.

A temperatura média é de 21°C. No inverno a temperatura média oscila entre 12°C e 14°C, com mínima absoluta registrada de -3°C. O verão é quente com médias das máximas diárias em torno de 31°C e máxima absoluta registrada de 39°C (OTSUSCHI¹¹, 2000 *apud* BELINE, 2006).

Com relação à hidrografia, Sapata (2002) relata que “O sistema hidrográfico de Maringá pertence às bacias do Rio Pirapó (bacia do Rio Paranapanema) e do Rio Ivaí”.

De acordo com Otsuschi (2000, *apud* BELINE, 2006), o eixo da cidade de Maringá situa-se no topo de um divisor de água, com direção geral E-W. O referido autor descreve ainda que esse divisor separa os tributários das sub-bacias do Rio Ivaí e do Rio Paranapanema, sendo que os tributários que nascem na vertente sul do divisor de águas correm para o Rio Ivaí, enquanto que os da vertente norte do divisor correm para o Rio Pirapó, afluente do Rio Paranapanema.

Sapata (2002) menciona que os córregos que deságuam no Rio Pirapó (de dimensões e volume médios, e fornecedor do município) são: Mandaguaçu, Osório, Isalto, Miosótis, Nazareth e Ibitinga, além do Ribeirão Maringá. Já os córregos que deságuam no Rio Ivaí são o Borba Gato, o Nhanguaçu, o Burigui, o Cleópatra, o Moscados e o Merlo. A autora ressalta que todos esses córregos são de volume e dimensões reduzidos.

Conforme Beline (2006) destaca em seu estudo, “Grande parte desses cursos d’água não possui mata ciliar, restando pontos isolados da vegetação primária”.

Bigarella e Mazuchowski¹² (1985 *apud* BELINE, 2006) relatam que a vegetação que originalmente recobria o município de Maringá era a Floresta Estacional Semidecidual. Os autores em questão mencionam ainda que a floresta era exuberante e composta por árvores de 30 a 40 metros de altura, destacando-se espécies como a peroba-rosa, o pau d’alho, a canafístula, a gurucaia e o angico-branco.

¹¹ OTSUSCHI, C. **Poluição hídrica e processos erosivos**: Impactos ambientais da urbanização nas cabeceiras de drenagem na área urbana de Maringá/PR. 217 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

¹² BIGARELLA, J. J.; MAZUCHOWSKI, J. Z. **Visão integrada da problemática da erosão**. In: 3º simpósio de controle de erosão. Curitiba, Associação de Defesa e Educação Ambiental e Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. 1985.

Sapata (2002) ressalta que essa cobertura vegetal original foi sendo removida, em grande parte devido à exploração agropecuária sempre impulsionada pela fertilidade natural dos solos predominantes na região de Maringá, o que fez com que a cobertura vegetal se tornasse mais significativa na área urbana do que na zona rural do município.

Quanto aos aspectos populacionais, Sapata (2002) cita que, à época de sua fundação, o município de Maringá recebeu a atribuição de pólo regional, sendo considerado núcleo de comercialização da produção agrícola, centro de abastecimento, negociação de terras, prestação de serviços, entre outras. Segundo a autora, além da imigração provocada pela nova fronteira agrícola para o plantio e cultivo do café, Maringá também atraía população em razão de outras atividades econômicas.

Assim é que, no primeiro censo demográfico de que participou, em 1950, somente três anos após sua fundação, já contava como 38.588 habitantes e, mesmo considerando-se que a grande maioria, 81,2% vivia no campo, já se formava um significativo núcleo urbano, de apenas três anos e com mais de 7.000 habitantes (SAPATA, 2002).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2013), em 2007 a população do município era de 325.968 habitantes; em 2010, o número passou para 357.077 habitantes. Em 2013, a população é estimada em 385.753 habitantes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL GERADOS NO MUNICÍPIO DE MARINGÁ-PR

De acordo com Sapata (2002), os RSU do município de Maringá são compostos pelos RSU da Coleta Convencional (domiciliares, comerciais, industriais, de serviços de saúde e de varrição), por Resíduos Sólidos Volumosos (mobiliários, sucatas de carros abandonados, e outros não coletados pela coleta regular), e pelos RCC.

A Tabela 1 demonstra a quantidade de RSU coletados pelo serviço de coleta convencional de RSU no município de Maringá em 2001, conforme o levantamento realizado pela Secretaria Municipal de Serviços Urbanos e Meio Ambiente – SEUMA da Prefeitura Municipal de Maringá – PMM¹³ (2001, *apud* SAPATA, 2002). Em seu estudo, Beline (2006) afirma que os RCC foram considerados nessas quantificações.

TABELA 1 – QUANTIDADE MÉDIA DE RSU DO MUNICÍPIO DE MARINGÁ, DE JANEIRO A DEZEMBRO DE 2000.

MESES	QUANTIDADE MÉDIA (T/DIA)
Janeiro	281,60
Fevereiro	236,41
Março	207,51
Abril	239,33
Mai	254,23
Junho	260,91
Julho	147,04
Agosto	153,61
Setembro	155,52
Outubro	155,25
Novembro	191,15
Dezembro	223,20
Média/ano	227,80
Total/ano	2.282,56

FONTE: SEUMA/PMM (2001, *APUD* SAPATA, 2002).

¹³ SECRETARIA MUNICIPAL DE SERVIÇOS URBANOS E MEIO AMBIENTE. Prefeitura Municipal de Maringá. **Relatórios diários, mensais e anuais das atividades de coleta de resíduos sólidos urbanos e limpeza pública**. Maringá: SEUMA/PMM, 2001.

Segundo dados da Prefeitura Municipal de Maringá¹⁴ (2007, *apud* VIOLIN, 2009), a média de geração de resíduos sólidos residenciais e comerciais no município era de 283.290 kg/dia (em 2007). Sendo assim, considerando-se que a população de Maringá era constituída de 318.952 habitantes, afirmou-se que a geração diária *per capita* de resíduos na cidade de Maringá era de 0,89 kg/hab./dia de resíduos residenciais e comerciais naquele ano.

Conforme mencionado por DRZ Geotecnologia e Consultoria S/S Ltda. (2011) na versão preliminar no Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB – Módulo Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos do Município de Maringá, estima-se que Maringá tenha um total de 569.355 habitantes no final de 2041 (considerando uma taxa de crescimento de 1,22%).

Portanto, com base na projeção populacional estimada e considerando a taxa de geração de 0,88 kg *per capita* de resíduos por dia, DRZ Geotecnologia e Consultoria S/S Ltda. (2011) estimou o aumento de produção de resíduos conforme disposto na Tabela 2:

TABELA 2 – PROJEÇÃO POPULACIONAL E DE GERAÇÃO *PER CAPITA* DE RESÍDUOS.

<u>ANO</u>	<u>POPULAÇÃO</u>	<u>PRODUÇÃO RESÍDUOS (T/DIA)</u>
2010	357.117	317,48
2011	363.963	323,56
2012	370.810	329,65
2013	377.656	335,74
2014	384.503	341,82
2015	391.349	347,91
2016	398.195	354,00
2017	405.042	360,08
2018	411.888	366,17
2019	418.735	372,26
2020	425.581	378,34
2021	432.427	384,43
2022	439.274	390,51
2023	446.120	396,60
2024	452.967	402,69
2025	459.813	408,77
2026	466.659	414,86
2027	473.506	420,95
2028	480.352	427,03
2029	487.199	433,12
2030	494.045	439,21
2031	500.891	445,29
2032	507.738	451,38
2033	514.584	457,47
2034	521.431	463,55

¹⁴ PREFEITURA MUNICIPAL DE MARINGÁ. **Caracterização dos resíduos sólidos residenciais e comerciais da cidade de Maringá/PR.** Maringá: PMM, 2007. Relatório Técnico de Projeto de Prestação de Serviço.

ANO	POPULAÇÃO	PRODUÇÃO RESÍDUOS (T/DIA)
2035	528.277	469,64
2036	535.123	475,72
2037	541.970	481,81
2038	548.816	487,90
2039	555.663	493,98
2040	562.509	500,07
2041	569.355	506,16

FONTE: DRZ GEOTECNOLOGIA E CONSULTORIA S/S LTDA. (2011).

Quanto ao gerenciamento de RSU, Violin (2009) menciona a divisão em três etapas: coleta ou acondicionamento; transporte, e; destinação final.

Ao descrever o sistema de coleta dos resíduos sólidos gerados no município de Maringá, Violin (2009) destaca que ocorreram situações distintas de gerenciamento entre 1993 a 2002. Segundo o autor, o sistema era municipalizado até o ano de 1993. Num segundo momento foi privatizado, apresentando, portanto, uma empresa responsável pela coleta dos resíduos. Posteriormente tornou-se terceirizado, sendo que os materiais e equipamentos ficavam sob responsabilidade de uma empresa, e a Prefeitura Municipal de Maringá dispunha da mão-de-obra. Por fim, foi novamente municipalizado, com os resíduos passando a ser recolhidos pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Município de Maringá, por meio da aquisição de caminhões coletores pelo município, em convênio com o Governo do Estado do Paraná.

Segundo a Prefeitura Municipal de Maringá (2007, *apud* VIOLIN, 2009), “A primeira etapa do gerenciamento de resíduos envolve o funcionamento do sistema de coleta de resíduos sólidos do município e é apresentado em três setores: Zona Norte e Zona Sul, usando a Av. Colombo como linha limítrofe entre as duas, e a região central, atendendo cerca de 100% dos domicílios urbanos de Maringá/PR.”

No município de Maringá-PR, o sistema de coleta apresenta caminhos pré-determinados, a fim de evitar o aumento de distancias percorridas. O sistema de coleta municipal é composto de caminhões com carroceria compactadora que atendem domicílios e de caminhões com caçamba aberta para coleta de resíduos de varrição e limpeza de bocas-de-lobo (VIOLIN, 2009).

De 1974 até 2004 todo resíduo gerado no município tinha como destinação final um lixão, um vazadouro a céu aberto. Somente em 2005 o local foi reestruturado e transformado em um Aterro Controlado. Esta área esta localizada na Gleba Ribeirão Pinguim que funcionava sem licença ambiental em uma área de

240.000 m². Durante 10 anos o município recebeu várias determinações de interdição judicial, mas apenas no final de 2009 é que o aterro foi interditado (DRZ GEOTECNOLOGIA E CONSULTORIA S/S LTDA., 2011).

No dia 04 de dezembro a Empresa Constroeste Indústria e Comércio, de São José do Rio Preto - SP venceu a 2^a. licitação (pregão) ocorrida em 2010 para dar destinação final aos resíduos urbanos de Maringá. A empresa possui autorização ambiental para recebimento de resíduos sólidos urbanos do Instituto Ambiental do Paraná – IAP sob o n^o. 26.935 (DRZ GEOTECNOLOGIA E CONSULTORIA S/S LTDA., 2011).

Os resíduos são coletados e dispostos em uma célula sanitária temporária no interior da Pedreira Ingá Indústria e Comércio Ltda., localizada na Estrada Borba Gato, Lote 47/E-6, Km 04 – ao lado do antigo aterro interditado na Gleba Ribeirão Pinguim, próximo ao Ribeirão Borba Gato, em uma área de 9.000 m². Este local tem uma vida útil estimada de 6 (seis) anos atendendo somente o município de Maringá e recebe resíduos domiciliares, de varrição e poda de árvores (DRZ GEOTECNOLOGIA E CONSULTORIA S/S LTDA., 2011).

Ainda segundo descrito por DRZ Geotecnologia e Consultoria S/S Ltda. (2011), à época da elaboração da versão preliminar no Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB – Módulo Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos do Município de Maringá a célula sanitária recebia em torno de 300 toneladas/dia e 7.800 toneladas/mês de resíduos sólidos urbanos.

4.1.1 Classificação qualitativa e quantitativa

4.1.1.1 Histórico

Precedente à análise econômica do projeto, é necessário conhecer o volume estimado da geração de RCC do município, para posteriormente verificar-se a viabilidade de implantação e dimensionamento dos recursos a serem investidos na aquisição da Usina de Reciclagem de Entulho (MANFRINATO *et al.*, 2008).

Sapata (2002) afirma que “Para o levantamento de um perfil dos RCD, necessita-se do conhecimento de diversos aspectos relacionados ao Setor de Construção Civil e ao município de Maringá, os quais se tornam relevantes na

metodologia de pesquisa e contribuem nos resultados obtidos e análise dos mesmos”.

Assim, conforme a metodologia proposta em seu estudo, Sapata (2002) construiu os indicadores necessários para a quantificação dos RCC gerados no município de Maringá, sendo que o período adotado para levantamento dos dados pela autora foi de outubro à dezembro de 2001.

Com relação à quantificação do RCC gerado de acordo com o cadastro público do município de área construída, Sapata (2002) apresenta a Tabela 3, a qual é constituída somente de resíduos oriundos de construção:

TABELA 3 – ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE RCC ATRAVÉS DA ÁREA CONSTRUÍDA COM HABITE-SE NO PERÍODO DE JANEIRO A DEZEMBRO DE 2001.

PERÍODO	PROJETO APROVADO (m ²)	ÁREA CONSTRUÍDA (m ²)	RCC ESTIMADO (t)
Jan/01	45.657,12	51.611,90	7.741,78
Fev/01	33.682,68	40.132,57	6.019,89
Mar/01	39.258,96	39.753,61	5.963,04
Abr/01	47.915,19	39.711,69	5.956,75
Mai/01	50.908,33	43.315,53	6.497,33
Jun/01	36.126,61	40.710,81	6.106,62
Jul/01	55.220,33	32.857,79	4.928,67
Ago/01	40.884,47	37.012,96	5.551,94
Set/01	32.385,60	34.129,38	5.119,41
Out/01	48.008,75	39.665,89	5.949,88
Nov/01	46.242,53	48.608,84	7.291,33
Dez/01	52.832,93	40.263,60	6.039,54
TOTAL ANUAL	476.290,56	487.774,56	73.166,18
TOTAL RCC ANUAL (t/ano)		487.774,56	73.166,18
MEDIA RCC MENSAL (t/mês)		40.647,88	6.097,18
MEDIA RCC DIÁRIA (t/dia)		1.563,38	234,51
PROJETOS APROVADOS DE 2001			
ÁREA CONSTRUÍDA SEM REFORMAS E ACRÉSCIMOS			
TAXA DE GERAÇÃO DE RCC : 150 KG/M ²			
PERÍODO DE ATIVIDADE CONSIDERADO NO MÊS = 26 DIAS.			
Taxa de geração de resíduos 150 kg/m ² .			

FONTE: SAPATA (2002) Adaptado pelo autor (2014).

Quanto à quantificação de RCC coletados pelas empresas formais, Sapata (2002) obteve a estimativa do volume de RCC coletados no período de outubro a dezembro de 2001 através dos dados levantados junto às mesmas (Tabela 4):

TABELA 4 – ESTIMATIVA DA REMOÇÃO DE RCC PELAS EMPRESAS FORMAIS NO PERÍODO DE OUTUBRO A DEZEMBRO DE 2001.

INFORMAÇÕES	MARINGÁ
Volume de RCC coletado pelas empresas (m ³ /mês)	3.131,67
Volume de RCC coletado pelas empresas (m ³ /dia)	120,45
Massa de RCC coletado pelas empresas (t/mês)	3.382,20
Massa de RCC coletado pelas empresas (t/dia)	130,08

Adotou-se a massa unitária de 1,08 t/m³, encontrada através da caracterização qualitativa.

FONTE: SAPATA (2002) Adaptado pelo autor (2014).

No entanto, Sapata (2002) ressalta que “De acordo com a metodologia de Pinto (1999), faz-se necessário considerar a origem dos resíduos discriminados em planilha levantada”.

Assim, com a identificação da porcentagem de RCC oriundos da área de reformas, acréscimos e demolições (74,00%) separada da porcentagem oriunda de área construída (26,00%), a referida autora obteve o volume de RCC gerado sem sobreposição com o volume de RCC estimado e representado na Tabela 4. O valor encontrado pela autora é mencionado na Tabela 5.

TABELA 5 – QUANTIDADE DE RCC COLETADO PELAS EMPRESAS FORMAIS ORIUNDOS DE REFORMAS, DEMOLIÇÕES E ACRÉSCIMOS.

INFORMAÇÕES	MARINGÁ
Volume de RCC coletado pelas empresas de reformas, acréscimos e demolições coletados pelas empresas (m ³ /dia)	89,13
Massa de RCC coletado pelas empresas de reformas, acréscimos e demolições coletados pelas empresas (t/dia)	96,26

FONTE: SAPATA (2002) Adaptado pelo autor (2014).

De acordo com os dados levantados junto a SEUMA, Sapata (2002) constatou um resultado de 92,97 t/dia de RCC depositados na área do vazadouro municipal inadequadamente (Tabela 6).

TABELA 6 – VOLUME E MASSA TOTAL DIÁRIA DEPOSITADA NA ÁREA DO VAZADOURO MUNICIPAL EM 2001.

FREQUÊNCIA	DESCARGA NO VAZADOURO MUNICIPAL V (M ³ /DIA)	M (T/DIA)
Média Diária de RCC descarregada por veículos particulares	39,45	47,56
Média Diária de RCC descarregadas por veículos públicos	38,18	45,41
Total Diário de RCC descarregado no Vazadouro Municipal	77,63	92,97

FONTE: SAPATA (2002) Adaptado pelo autor (2014).

Com os dados obtidos anteriormente, Sapata (2002) obteve o total de RCC gerado pelo município de Maringá (Tabela 7).

TABELA 7 – GERAÇÃO TOTAL DE RCC DO MUNICÍPIO DE MARINGÁ.

INFORMAÇÕES	MARINGÁ
Estimativa Geração da Massa de RCC (t/dia)	234,51
Massa de RCC (t/dia), coletada pela Empresas Formais.	96,26
Massa de RCC (t/dia), que são depositados no vazadouro municipal.	92,97
Provável Geração de RCC (t/dia)	423,74

FONTE: SAPATA (2002) Adaptado pelo autor (2014).

A partir da provável geração de 423,74 t/dia de RCC, e considerando-se uma população de 288.653 habitantes, Sapata (2002) verificou que o município de Maringá apresentava uma provável geração *per capita* de 1,47 kg/hab./dia de RCC.

Ao comparar os dados referentes à provável geração total de RCC (423,74 t/dia) e a provável geração *per capita* de RCC (1,47 kg/hab./dia) com a geração média de RSU (305,00 t/dia) e com a geração *per capita* de RSU (1,06 kg/hab./dia), Sapata (2002) constatou a existência de uma relação equivalente a 1,39.

Em seu estudo, Sapata (2002) também determinou a composição total do RCC em Peso (%) e em Volume (%) de determinados depósitos informais que foram identificados na malha urbana do município de Maringá.

Os resultados evidenciados pela autora são apresentados na Tabela 8 e nas Figuras 3 e 4.

TABELA 8 – COMPOSIÇÃO TOTAL DO RCC EM PESO (%) E EM VOLUME (%).

MATERIAL	MASSA (KG)	%	VOLUME (L)	%	P (KG) / V (L)
Argamassa	949,39	45,51%	609,55	40,64%	1,56
Concreto	152,40	7,31%	75,40	5,03%	2,02
Ag. Miúdo	254,78	12,21%	157,85	10,52%	1,61
Ag. Graúdo	142,52	6,83%	98,53	6,57%	1,45
Solo	174,60	8,37%	109,10	7,27%	1,60
Tijolo Maciço	36,66	1,76%	22,20	1,48%	1,65
Tijolo Furado	50,69	2,43%	37,55	2,50%	1,35
Azulejo, P. Cer.	122,89	5,89%	132,85	8,86%	0,93
Madeira	31,09	1,49%	82,40	5,49%	0,38
Telha de Fibroc.	4,93	0,24%	7,55	0,50%	0,65
Pedra (britas)	5,86	0,28%	3,20	0,21%	1,83
Metal	95,55	4,58%	57,35	3,82%	1,67
Blocos de Concreto	24,33	1,17%	11,42	0,76%	2,13
Outros	40,46	1,94%	95,05	6,34%	0,43
Total	2.086,15	100,00%	1.500,00	100,00%	1,39

FONTE: SAPATA (2002).

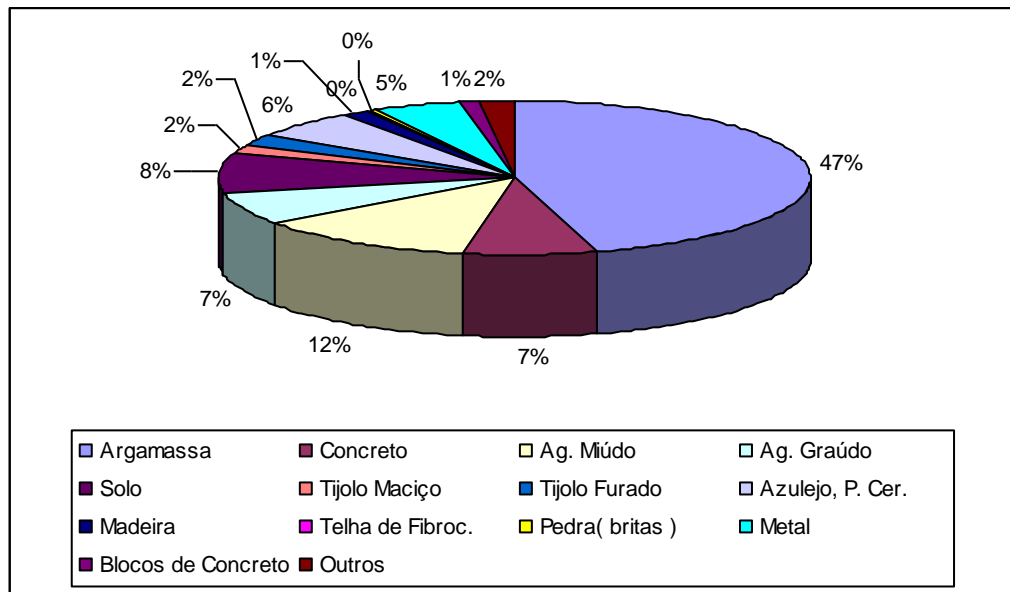


FIGURA 3 – COMPOSIÇÃO TOTAL DA MASSA DE RCC.

FONTE: SAPATA (2002). ADAPTADO PELO AUTOR (2014).

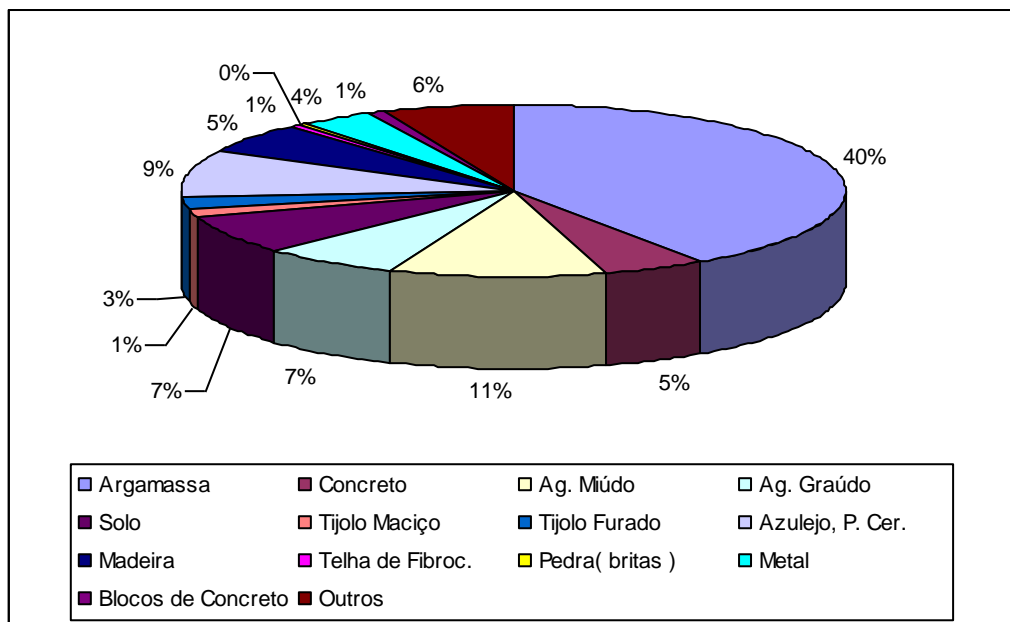


FIGURA 4 – COMPOSIÇÃO TOTAL DO VOLUME DE RCC.

FONTE: SAPATA (2002). ADAPTADO PELO AUTOR (2014).

Verificou-se a predominância de materiais com características cimentícias com 53,99% em massa e 46,43% em volume (sendo argamassa com representatividade de 45,51% da massa total do RCC dos depósitos informais e com um volume de 40,64%; 7,31% de massa e de 5,03% em volume de concreto, e com

1,17 de massa e 0,76 em volume de bloco de concreto); seguido de 12,21% em massa e 10,52% em volume de agregado miúdo; 8,37% de massa e volume de 7,27% de solo; e depois pelos agregados graúdos com massa de 6,83 % e 6,57% em volume (SAPATA, 2002).

4.1.1.2 Dados atuais

Uma vez que não há dados consolidados a respeito da produção atual de RCC no município de Maringá, a provável geração total de RCC e o seu respectivo aumento ao longo dos anos foram estimados no presente estudo, sendo que para isso considerou-se que:

- o município de Maringá atualmente possui 385.753 habitantes (IBGE, 2013);

- a provável geração *per capita* de RCC equivale a 1,22 kg/hab./dia, sendo esse um valor estimado a partir da taxa de geração de 0,88 kg *per capita* de resíduos por dia mencionada por DRZ Geotecnologia e Consultoria S/S Ltda. (2011), e mantendo-se a relação evidenciada por Sapata (2002), ou seja: taxa de geração de RCC/taxa de geração de RSU = 1,39;

Para o cálculo da população futura do município, foi considerada uma taxa média de crescimento da população de 1,50% ao ano.

Dessa forma, a Tabela 9 apresenta os dados referentes à população e a produção de resíduos projetados até o ano de 2.028.

TABELA 9 – PROJEÇÃO POPULACIONAL E PRODUÇÃO DE RESÍDUOS.

ANO	POPULAÇÃO	PRODUÇÃO DE RESÍDUOS (T/DIA)
2014	385.753	470,62
2015	391.539	477,68
2016	397.412	484,84
2017	403.374	492,12
2018	409.424	499,50
2019	415.566	506,99
2020	421.799	514,59
2021	428.126	522,31
2022	434.548	530,15
2023	441.066	538,10
2024	447.682	546,17
2025	454.397	554,36
2026	461.213	562,68
2027	468.131	571,12
2028	475.153	579,69

FONTE: O AUTOR (2014).

4.1.2 Situação do manejo

Em sua pesquisa, Sapata (2002) identificou todos os depósitos formais e informais localizados na malha urbana do município de Maringá, no período outubro de 2001 a dezembro de 2001. Segundo a autora, foram identificados 3 tipos de depósitos na malha urbana.

O Tipo 01 correspondeu a depósitos informais caracterizados por deposições com pilhas variáveis de pequenas até grandes dimensões (m^3), tidos como prováveis pontos de descargas de carroças, carrinhos de mão, veículos frete pequenos, médios e grandes. Foram identificados 65 depósitos na malha urbana, sendo todos concentrados próximos a avenidas, mas em localização periférica radial dos bairros de Maringá (SAPATA, 2002).

O Tipo 02 foi classificado por Sapata (2002) como aterro ilegal particular, sendo depósitos de grandes dimensões, localizado na Rodovia PR-317, e mais utilizado pelas empresas formais coletoras de RCC, sendo estes de propriedade particular.

Já o Tipo 03, conforme Sapata (2002), correspondeu ao Aterro (Vazadouro) Municipal da Prefeitura de Maringá, onde são dispostos em áreas distintas os RSU, Resíduos de Serviços de Saúde – RSSS, RCC e resíduos volumosos.

Mais recentemente, Beline (2006) também caracterizou os pontos de lançamento de RCC no município de Maringá, de acordo com os seguintes volumes estimados (maiores que $20 m^3$, menores que $20 m^3$, e pontos com características lineares compostos por pequenos montes distribuídos ao longo de um determinado trecho).

Além dos 60 pontos de lançamento identificados, Beline (2006) menciona que inúmeros outros foram observados, normalmente em terrenos vizinhos às construções. Esses, porém, não foram transcritos por não configurarem pontos de lançamento de RCC, sendo apenas de caráter provisório (apenas pelo tempo de duração da obra).

Ao avaliar o sistema de gestão de resíduos da construção civil em Maringá, Rezende *et al.* (2012) inicialmente destacam que “Os resíduos oriundos da construção civil, de acordo com o art. 4º, § 1º da Resolução CONAMA nº 307/2002, não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em área de ‘bota-fora’, em encostas e corpos d’água, lotes vago e em áreas protegidas por Lei”.

Entretanto, os mesmos autores chamam a atenção ao fato destacado por DRZ Geotecnologia e Consultoria S/S Ltda. (2011) na versão preliminar do PMSB – Módulo Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos, onde consta que Maringá possuía cerca de 20 pontos de deposição irregular de resíduos da construção civil, segundo informações da Secretaria Municipal de Serviços Públicos – SEMUSP.

A versão preliminar do Plano Municipal de Saneamento Básico Módulo Limpeza Pública e Manejo de Resíduos Sólidos de Maringá (PMSB), de 2011, está fundamentado na legislação vigente (Constituição Federal de 1988; Lei Federal n. 11.445/07, entre outras, bem como resoluções do CONAMA; leis estaduais e municipais) e tem um item específico que trata dos resíduos da construção civil (REZENDE *et al.*, 2012).

As diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil são estabelecidos pela Lei Estadual n. 12.493/1999 e a Resolução CONAMA 307/2002. A Resolução CONAMA 307/2002 determina que é obrigação do poder público apresentar aos geradores de resíduos da construção civil a responsabilidade pela coleta, transporte e destinação correta dos resíduos (REZENDE *et al.*, 2012).

Rezende *et al.* (2012) relatam que a Prefeitura Municipal de Maringá estabeleceu parceria com três pedreiras locais (Pedreira Ingá, Pedreira Mauá e Pedreira Extracon – Carlos Borges), cuja localização encontra-se na periferia urbana da cidade, e que constituem o destino final dos resíduos da construção civil. Procurando estimar a quantidade de RCC em Maringá, os referidos autores verificaram junto às pedreiras qual a quantidade recebida diariamente, concluindo que, em média, a pedreiras conveniadas com a Prefeitura Municipal de Maringá recebiam 1.566,8 m³ de resíduos da construção civil, totalizando mensalmente, uma média, de 31.336 m³.

Porém, DRZ Geotecnologia e Consultoria S/S Ltda. (2011) afirma que, “Segundo a Secretaria Municipal de Serviços Públicos, Maringá conta com duas Pedreiras (atualmente em atividade) que recebem esses resíduos, dando tratamento e disposição final adequados (Quadro 1 e Figura 5).

DADOS GERAIS	PEDREIRA CARLOS BORGES	PEDREIRA INGÁ
Localização	Estrada Carlos Borges, Lote 55, Km 06, Gleba Ribeirão Pingüim	Estrada São Jose, Km 04, no 725, Jardim São Clemente

DADOS GERAIS	PEDREIRA CARLOS BORGES	PEDREIRA INGÁ
Resíduos Recebidos	Resíduos de construção civil não contaminado (madeiras, concreto e terra)	Resíduos de construção civil, exceto tintas, solventes, gesso, isopor e lâ de vidro
Processamento utilizado	Separação Manual. Separação de ferro e aço que não são processados	Separação manual dos resíduos de construção civil dos demais materiais como os reciclados
Quantidade recebida	500 m³/dia	600 m³/dia
Funcionários	3	10
Capacidade	15 ha – vida útil de 40 anos	25 anos
Licença Ambiental	Licença de Operação	Licença de Operação
Validade	22/04/2014	16/02/2015

QUADRO 1 – LOCAIS DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.

FONTE: DRZ GEOTECNOLOGIA E CONSULTORIA S/S LTDA. (2011).

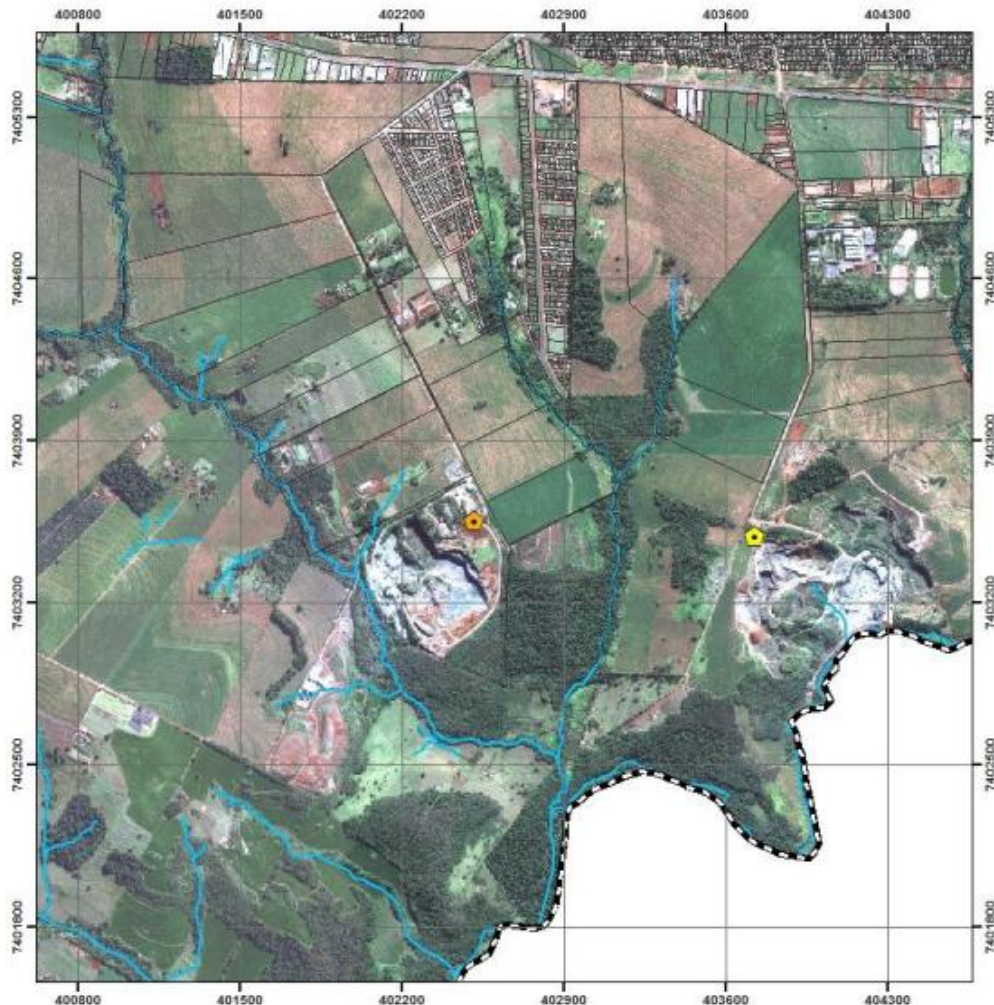


FIGURA 5 – LOCALIZAÇÃO DAS PEDREIRAS: PEDREIRA INGÁ (MARCADOR NA COR LARANJA); PEDREIRA CARLOS BORGES (MARCADOR NA COR AMARELA).

FONTE: DRZ GEOTECNOLOGIA E CONSULTORIA S/S LTDA. (2011) Adaptado pelo autor (2014).

De acordo com Rezende *et al.* (2012), “Ao chegar à pedreira, as caçambas ou caminhões são descarregados próximo ao local onde será descartado o resíduo. Mas, primeiramente, é feita uma triagem daqueles que podem ser recicláveis, como papelão, plástico, latas e sacos de cimento. Os resíduos são descartados nos locais já escavados, visando preencher o espaço. Observa-se, ainda, que o preço médio cobrado pelas pedreiras para descarga das caçambas é de R\$26,00, e dos caminhões é de R\$80,00”.

Os mesmos autores consideram que, assim como ocorre na maior parte das cidades brasileiras, em Maringá foi adotado o método da “Gestão Corretiva”, ou seja, a destinação final dos RCC consiste na prática do aterramento de terrenos vagos, alagados, ao longo de corpos hídricos e em áreas periféricas urbanas com os resíduos provenientes da construção civil. Rezende *et al.* (2012) destacam que “Entretanto, esse método não compreende medidas preventivas, mas apenas corretivas, que além de repetitivas e onerosas, é paliativo, promove um fluxo irracional dos resíduos e pode causar diversos problemas sérios ao meio ambiente”.

Com base nas informações apresentadas em seu estudo, Rezende *et al.* (2012) concluem que o setor da construção civil em Maringá tem uma geração de resíduos significativa, entendendo que se faz necessário o poder público criar um setor específico responsável pela geração do resíduo de construção civil, bem como uma unidade de reciclagem e uma fiscalização efetiva e eficiente.

A destinação para unidades de reciclagem de entulhos, bem como a reutilização dos resíduos, é mencionada por DRZ Geotecnologia e Consultoria S/S Ltda. (2011) na versão preliminar do PMSB – Módulo Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos opções atuais para a destinação correta de resíduos da construção civil em Maringá.

A implantação de uma unidade de reciclagem de entulhos exige que se tenha uma área para a deposição dos resíduos com uma linha de separação, um britador que processe o resíduo para a granulometria desejada e um local para armazenamento. Os produtos que podem ser gerados em uma unidade de reciclagem são: briquetes para calçada, blocos para muros e alvenaria para casas populares dentre outros (DRZ GEOTECNOLOGIA E CONSULTORIA S/S LTDA., 2011).

Ainda segundo apontado por DRZ Geotecnologia e Consultoria S/S Ltda. (2011) na versão preliminar do PMSB – Módulo Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos de Maringá, “A implantação de uma unidade de reciclagem de entulhos no município pode ser uma proposta viável para curto prazo (4 a 5 anos), considerando o tempo necessário para as liberações documentais e de licenciamento ambiental, como da elaboração e implantação de projetos de educação ambiental para que a população e os grandes geradores também possam se adequar as normativas”.

4.2 DELINEAMENTO DE UMA USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO PARA A ÁREA DE ESTUDO

Conforme destacado por Silva (2012), a ABNT NBR 15.114, de 30 de julho de 2004, estabelece diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem de resíduos da construção civil, buscando fixar os requisitos mínimos exigíveis para operação de áreas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil classe A.

Silva (2012) ressalta que “Na Norma aplica-se a reciclagem de materiais triados para produção de agregados que possuam características para a aplicação em obras de infra-estrutura e edificação, sem comprometer o meio ambiente, as condições de trabalho dos operadores das usinas e a qualidade de vida da população”.

O Quadro 2 demonstra as condições e critérios apresentados pela Norma ABNT NBR 15.114 para a implantação de usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição:

CONDIÇÕES DE IMPLANTAÇÃO	CRITÉRIOS
Isolamento e sinalização	<ul style="list-style-type: none"> - sinalização do perímetro da área em operação, construído com o objetivo de impedir o acesso de pessoas não cadastradas e animais; - estabelecimento de uma forma de controle de acesso ao local; <ul style="list-style-type: none"> - sinalizações que identifiquem o empreendimento; - preocupação com aspectos relativos à vizinhança, ventos e estética.
Acessos	<ul style="list-style-type: none"> - devem ser protegidos e mantidos em condições de utilização para diferentes variações climáticas.
Iluminação e energia	<ul style="list-style-type: none"> - a área deve dispor de iluminação que permita ações de emergência a qualquer tempo.

CONDIÇÕES DE IMPLANTAÇÃO	CRITÉRIOS
Proteção das águas superficiais	- respeitar as faixas de proteção dos corpos d'água superficiais; - previsão de um sistema de drenagem das águas de escoamento superficial na área de reciclagem.
Preparo da área de operação	- área de operação deve ter sua superfície regularizada; - determinar local específico para armazenamento temporário de resíduos não recicláveis; - área coberta para armazenamento temporário de resíduos da Classe D.

QUADRO 2 – CONDIÇÕES E CRITÉRIOS PARA IMPLANTAÇÃO DE USINA DE RECICLAGEM DE RCC.

FONTE: ABNT NBR 15.114¹⁵ (2004, *APUD* SILVA, 2012).

De maneira simplificada, o local ideal para implantação da usina deve buscar minimizar os impactos ambientais que sua instalação pode gerar; maximizar sua aceitação por parte da população da região; estar de acordo com as legislações ambientais e de utilização do solo; e principalmente, observar hidrografia, vegetação e vias de acesso ao local (ABNT NBR 15.114, 2004, *apud* SILVA, 2012).

4.2.1 Definição do *layout* proposto

Wilburn e Goonan¹⁶ (1998, *apud* JADOVSKI, 2005) apontam a necessidade de 20.000 m² para uma usina de pequeno porte (110.000 t/ano), 40.000 m² para usina de médio porte (253.000 t/ano) e 60.000 m² para usina de grande porte (312.000 t/ano).

Entretanto, com base em sua pesquisa, Jadovski (2005) relata que as áreas requeridas para a instalação de usinas de reciclagem são bem menores do que as arbitradas por aqueles autores.

Os dados apontados por Jadovski (2005), em função da capacidade de produção da usina de reciclagem, são apresentados na Tabela 10:

TABELA 10 – ÁREA REQUERIDA PARA USINA DE RECICLAGEM EM FUNÇÃO DA CAPACIDADE DE PRODUÇÃO.

CAPACIDADE DE PRODUÇÃO (T/H)	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO (T/ANO)	ÁREA REQUERIDA (M ²)
10	21.000	5.000

¹⁵ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.114**: Resíduos sólidos da Construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

¹⁶ WILBURN, D. R.; GOONAN, T. G. Aggregates from Natural and Recycled Sources: economic assessments for construction applications: a materials flow analysis. U.S. Geological Survey Circular 1176. 1998. Disponível em: <<http://greenwood.cr.usgs.gov/pub/circulars/c1176/c1176.html>>. Acesso em: 20/12/2013.

CAPACIDADE DE PRODUÇÃO (T/H)	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO (T/ANO)	ÁREA REQUERIDA (M²)
20	42.000	6.500
30	63.000	8.000
40	84.000	10.000
50	105.000	12.000
75	158.000	16.000
100	210.000	20.000

FONTE: JADOVSKI (2005) Adaptado pelo autor (2014).

Conforme descrito pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA (2010) no Manual para Implantação de Sistema de Gestão de Resíduos de Construção Civil em Consórcios Públicos, destaca que “os espaços necessários à movimentação interna de veículos e o volume de material a ser recebido e processado determinarão a área de terreno necessária em cada caso”.

A Tabela 11 revela as áreas necessárias para o manejo dos resíduos, de forma aproximada:

TABELA 11 – ÁREA BÁSICA DEMANDADA PARA O MANEJO DOS RESÍDUOS.

FASE DO PROCESSO	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO (M³/DIA)	ÁREA DEMANDADA (M²)
Triagem geral de resíduos	70	1.100
	135	1.400
	270	2.300
	540	4.800
Reciclagem de RCC classe A	40	3.000
	80	3.500
	160	7.500
	320	9.000

FONTE: MMA (2010) Adaptado pelo autor (2014).

Tendo em vista que a provável geração de RCC no município de Maringá é equivalente a 470,62 t/dia (conforme evidenciado no item 4.1.1.2), e admitindo-se que o empreendimento deverá ser capaz de processar um índice superior a 80,00% do total de RCC recolhido no município atualmente (considerando que o montante de RCC coletado é igual ao montante produzido), determinou-se que a usina de reciclagem de RCC a ser implantada em Maringá irá apresentar capacidade de produção equivalente a 50 T/hora (ou 46,29 m³/hora). Para a conversão de unidades, foi adotada a massa unitária de 1,08 t/m³, citada por Sapata (2002)

Assim, ao confrontar o valor que corresponde à capacidade de produção do empreendimento em questão com os dados da Tabela 10, verificou-se que a área requerida para instalação da usina de reciclagem é de 12.000 m².

Buscando-se efetuar a mesma análise a partir da Tabela 11, cujos dados referentes à área demandada variam não apenas conforme a capacidade de produção, mas também conforme a fase do processo (triagem geral de resíduos ou reciclagem de RCC classe A), primeiramente foi necessário considerar que a triagem geral de resíduos estará relacionada à quantidade total de RCC recolhido no município atualmente, ou seja, 470,62 t/dia (ou 435,76 m³/dia). Diante desse valor, verificou-se que a área demandada para a triagem geral de resíduos situa-se entre 2.300 m² e 4.800 m². Com relação à área demandada para a reciclagem de RCC classe A, constatou-se a necessidade de área superior a 9.000 m², visto que a capacidade de produção prevista é 46,29 m³/hora (ou 370,32 m³/dia). Dessa forma, definiu-se que a área total necessária ao empreendimento deve situar-se entre 11.800 m² e 14.300 m².

Considerando que a área obtida segundo as definições de Jadovski (2005) foi equivalente a 12.000 m², e sendo 13.050 m² o valor intermediário entre as áreas estabelecidas pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA (2010) no Manual para Implantação de Sistema de Gestão de Resíduos de Construção Civil em Consórcios Públicos, no presente estudo a área necessária para a instalação da usina de reciclagem de RCC no município de Maringá foi estimada em 12.600 m².

Para definir as obras de engenharia civil necessárias para o delineamento da usina de reciclagem objeto de seu estudo, Rosa (2005) cita que a estrutura física das centrais de reciclagem deve envolver:

- Locais de triagem;
- Cercamento leve com arame liso ou alambrado;
- Portões de acesso;
- Guarita;
- Edificação para a instalação de escritório, depósito, vestiário, copa etc.;
- Dispositivos de drenagem superficial;
- Baias de concreto para a disposição de resíduos triados;
- Área para a disposição de RCC de classe D;
- Entrada rebaixadora de energia;
- Rede de distribuição de energia elétrica;

- Reservatório elevado para água;
- Rede de distribuição de água;
- Sistema de esgotamento sanitário;
- Sistema de proteção contra emissões de poluentes na atmosfera;
- Sistema de prevenção e combate a incêndios;
- Placa de identificação;
- Elementos de paisagismo.

O *layout* geral proposto para a usina de reciclagem de RCC de Maringá segue o que foi esboçado por Rosa (2005) em seu estudo, sendo ilustrado na Figura 6.

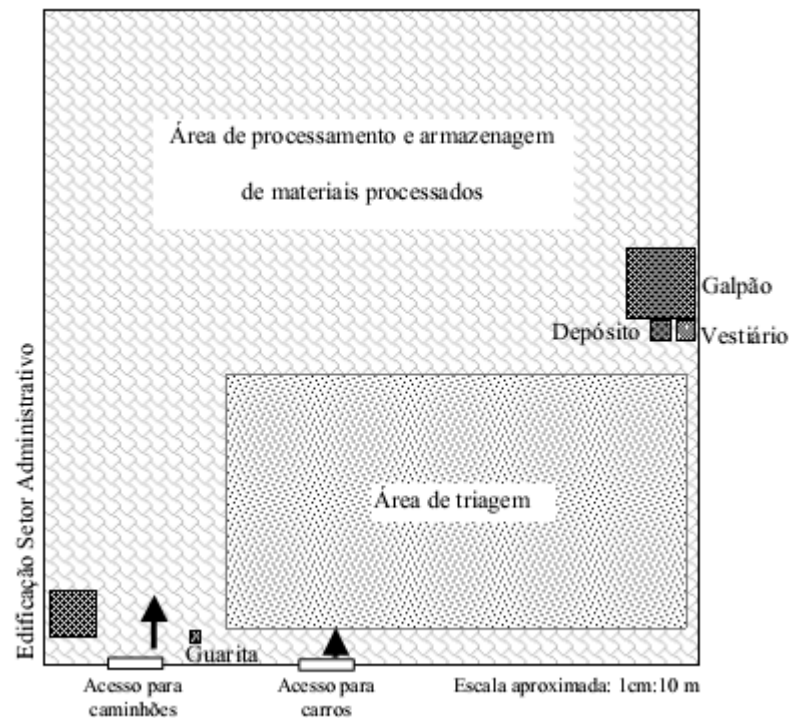


FIGURA 6 – REPRESENTAÇÃO DO *LAYOUT* GERAL DA USINA DE RECICLAGEM DE RCC DE MARINGÁ.

FONTE: ROSA (2005).

A única ressalva quanto ao *layout* proposto por Rosa (2005) está relacionada à ausência de uma barreira vegetal no entorno do empreendimento. Embora não esteja representada na Figura 6, essa situação foi prevista neste estudo, sendo abordada como um dos itens dentre os investimentos necessários para a instalação da usina de reciclagem de RCC de Maringá (item 4.2.3.1).

4.2.2 Definição de um local compatível para a implantação do empreendimento

Para a escolha de um local compatível para a instalação da usina de reciclagem de RCC de Maringá, podem ser considerados critérios semelhantes aos descritos por Rosa (2005), conforme segue:

- Dimensões condizentes com a necessidade do empreendimento;
- Proximidade dos locais onde ocorre a geração das maiores quantidades de RCC no município;
- Facilidades de transporte;
- Existência de infra-estrutura necessária (sistema de remoção de esgoto, abastecimento de água e energia elétrica, etc.);
- Custo do terreno acessível;
- Atenção às exigências dos órgãos ambientais e de planejamento urbano e às disposições da norma ABNT NBR 15.114.

Considerando que o empreendimento será implantado em área já de posse da Prefeitura Municipal de Maringá, entendeu-se como inadequada a definição de local exato para a implantação da usina de reciclagem no presente estudo, principalmente pelo fato de que os dados referentes aos terrenos cuja propriedade pertence ao referido órgão não foram disponibilizados, o que inviabiliza qualquer tentativa de análise a partir dos critérios descritos anteriormente.

Conforme DRZ Geotecnologia e Consultoria S/S Ltda. (2011) descreve na versão preliminar do PMSB – Módulo Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos de Maringá, o município dispunha de duas áreas de triagem desativadas, uma na Zona Norte e outra na região Sul, sendo esta última um terreno vinculado ao antigo aterro controlado já interditado no município. Segundo consta, essa área seria a mais adequada e viável economicamente para a instalação de um centro de triagem de resíduos.

Ainda de acordo com DRZ Geotecnologia e Consultoria S/S Ltda. (2011), a Prefeitura Municipal tinha em andamento um processo administrativo para desmembramento da matrícula de imóvel desta área, à época sem passivo ambiental, como também projeto para recuperação e monitoramento da área inadequada.

A Figura 7 demonstra uma foto aérea do local em questão, com destaque para a área referente ao antigo aterro controlado e para a área disponível para o centro de triagem de resíduos.



FIGURA 7 – FOTO AÉREA DA ÁREA ONDE LOCALIZA-SE O ANTIGO ATERRO E A ÁREA DISPONÍVEL PARA O FUTURO CENTRO DE TRIAGEM.

FONTE: INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ¹⁷ (2011, APUD DRZ GEOTECNOLOGIA E CONSULTORIA S/S LTDA., 2011).

É importante ressaltar que não foi realizado nenhum tipo de análise das condições inerentes à área em destaque, bem como de sua disponibilidade atual e compatibilidade com o empreendimento alvo do presente estudo.

Entretanto, optou-se por apresentá-la aqui unicamente para fins de ilustração, partindo-se do pressuposto de que DRZ Geotecnologia e Consultoria S/S Ltda. (2011) considerou a área apropriada para a instalação de um centro de triagem de resíduos, conforme descrito na versão preliminar do PMSB – Módulo Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos de Maringá, cuja apresentação deve ter ocorrido em audiência pública realizada no dia 11 de novembro 2011, conforme estabeleceu o Decreto nº 1.653, de 20 de outubro de 2011 (MARINGÁ, 2011).

¹⁷ INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Região do antigo aterro**: foto aérea. Maringá, 2011.

4.2.3 Determinação dos investimentos necessários para a implantação do empreendimento

Wilburn e Goonan (1998, *apud* JADOVSKI, 2005) consideram como investimento os equipamentos moveis e estacionários, construções civis, infra-estrutura e capital de giro.

A infra-estrutura inclui os custos de construção e instalação de acessos e estradas, instalações de água e energia elétrica, vestiários e alojamentos. O capital de giro é estimado em 15% dos custos variáveis de operação (JADOVSKI, 2005).

De acordo com Jadovski (2005), o custo de implantação de uma usina de reciclagem de RCC é dado pela seguinte equação:

$$C_{imp} = C_e + C_{mvp} + C_{ie} + C_t + C_{oc}$$

Onde:

- C_{imp} : custo de implantação da usina de reciclagem de RCC;
- C_e : custo de aquisição de equipamentos, tais como, britador, esteiras, peneiras, calhas vibratórias, pá carregadeira, entre outros;
- C_{mvp} : custo de aquisição de máquinas e veículos próprios;
- C_{ie} : custo de instalação de equipamentos;
- C_t : custo de aquisição do terreno;
- C_{oc} : custo de obras civis, tais como, terraplenagem, construções civis da administração e guarita, barreira vegetal e obras de contenção.

Além dos custos evidenciados por Jadovski (2005) na equação acima, neste estudo também foi considerado como investimento o custo relacionado à aquisição de móveis e equipamentos (Equipamentos de Proteção Individual – EPIs e Equipamentos de Escritório).

Em contrapartida, no presente estudo optou-se por desconsiderar o custo de aquisição do terreno (C_t) pelo fato de que, conforme já evidenciado, estipulou-se que a usina de reciclagem será instalada em terreno já de posse da Prefeitura Municipal de Maringá.

Embora não esteja citado na equação proposta por Jadovski (2005), o capital de giro também foi desprezado para fins de análise, já que se trata de um estudo preliminar de viabilidade para uma empresa pública.

4.2.3.1 Obras Civis

O investimento necessário para o desenvolvimento das obras de engenharia civil relacionadas à instalação da usina de reciclagem de RCC de Maringá (Tabela 12) foi mensurado a partir da multiplicação da área projetada para a construção das estruturas pelo Custo Unitário Básico de Construção – CUB/m² (CÂMARA BRASILEIRA DE INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2014). Foram utilizados os dados da Tabela do CUB/m² Estadual – Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Paraná - Sinduscon-PR no mês de dezembro de 2013):

TABELA 12 – INVESTIMENTO TOTAL EM OBRAS DE ENGENHARIA CIVIL.

ITEM	QUANTIDADE	ÁREA (M ²)	ÁREA TOTAL (M ²)	VALOR UNITÁRIO (R\$/M ²)	VALOR TOTAL (R\$)
Edificação do setor administrativo ¹⁸	1	70,00	70,00	1.304,70	91.329,00
Edificações externas					
Vestiário com banheiro ¹⁹	2	10,00	20,00	1.304,70	26.094,00
Guarita ²⁰	1	8,00	8,00	652,35	5.218,80
Galpão ²¹	1	150	150	630,40	94.560,00
Depósito ²²	1	12	12	630,40	7.564,80
Outras obras e instalações ²³					22.476,66
Total					247.243,26

FONTE: O AUTOR (2014).

Além dos itens apontados no item 4.2.1 deste estudo, Pritsch (2010) destaca mais alguns parâmetros que estão relacionados ao custo de obras civis para a instalação de uma usina de reciclagem de RCC:

- preparação de desnível e rampa para instalação e operação de equipamentos;
- preparação de bases de equipamentos;
- instalação de cabine de comando para conjunto de reciclagem.

Pinto (1999, *apud* PRITSCH, 2010) indica o valor de R\$ 60.000,00 para as obras de topografia, drenagem superficial, cercamento, cortina vegetal, cabine de comando, sistema de contenção para material particulado, instalação rebaixadora de

¹⁸ Valor unitário igual ao CUB/m² Padrão Comerciais CAL (Comercial Andares Livres).

¹⁹ Valor unitário igual ao CUB/m² Padrão Comerciais CAL (Comercial Andares Livres).

²⁰ Valor unitário igual à metade do valor do CUB/m² Padrão Comerciais CAL (Comercial Andares Livres).

²¹ Valor unitário igual ao CUB/m² Padrão Galpão Industrial (GI).

²² Valor unitário igual ao CUB/m² Padrão Galpão Industrial (GI).

²³ Calculado a partir da aplicação de 10% ao valor total despendido na execução das edificações externas e do setor administrativo.

energia e bases dos equipamentos, para uma usina com capacidade de 40 t/h, representando um percentual médio de 22% sobre o custo de aquisição de equipamentos.

Assim, determinou-se que o investimento total em obras de engenharia civil necessárias para a instalação do empreendimento em questão é equivalente a R\$307.243,26.

4.2.3.2 Móveis e equipamentos

Os custos referentes à aquisição de móveis, equipamentos de proteção individual e equipamentos de escritório foram estimados conforme demonstra a Tabela 13.

TABELA 13 – QUANTIDADE NECESSÁRIA, CUSTO UNITÁRIO E CUSTO TOTAL DE MÓVEIS E EQUIPAMENTOS A SEREM UTILIZADOS NA USINA DE RECICLAGEM DE RCC DE MARINGÁ.

ITEM	QUANTIDADE NECESSÁRIA	CUSTO UNITÁRIO (R\$/UNID.)	CUSTO TOTAL (R\$)
Móveis de escritório			
Mesa para o responsável técnico	1	340,00	340,00
Mesa para secretária	1	160,00	160,00
Poltrona para o responsável técnico	1	175,00	175,00
Cadeira para a secretária	1	90,00	90,00
Cadeira com 3 lugares	1	75,00	75,00
Armário para funcionários	1	250,00	250,00
Mesa para reunião	1	170,00	170,00
Cadeiras para a mesa de reunião	6	40,00	240,00
Armário com chave para escritório	1	180,00	180,00
Equipamentos para escritório			
Computador	2	1.399,00	2.798,00
Impressora multifuncional	1	349,00	349,00
Equipamentos de Proteção Individual			
Capacetes	15	11,00	165,00
Luvas	15	1,86	27,90
Botas de borracha	15	18,85	282,75
Protetor auricular	15	9,49	142,35
Total			5.445,00

FONTE: O AUTOR (2014).

A relação dos itens, bem como os custos unitários, foram considerados conforme descrito por Corneli (2009).

Diante dos números apresentados, a aquisição de móveis e equipamentos diversos resultou em um investimento total de R\$5.445,00.

4.2.3.3 Máquinas e Veículos

Segundo Pritsch (2010), “As máquinas e veículos necessários em uma usina de reciclagem de RCC são retroescavadeira ou pá carregadeira, conforme a capacidade da usina, caminhão basculante e rompedor hidráulico”.

Cunha²⁴ (2007, *apud* PRITSCH, 2010) e Correa *et al.* (2009) revelam que, para usinas com capacidade de produção inferiores a 30 t/h recomenda-se a utilização de retroescavadeira, caso contrário a opção recomendada é a pá carregadeira. O primeiro autor ressalta que essa opção se dá em função do custo do equipamento e também que, em usinas com capacidade inferior a 30 t/h a retroescavadeira realiza os serviços necessários de maneira adequada.

Considerando que a usina de reciclagem de RCC de Maringá está sendo projetada para uma capacidade de produção de 50 t/h, definiu-se pela utilização de uma pá carregadeira, além do caminhão basculante.

Dessa forma, os custos relacionados à aquisição de máquinas e veículos foram estimados de acordo com o estabelecido pela Secretaria de Infraestrutura e Logística – SEIL (2013), do Governo do Estado do Paraná, na Tabela de Referência de Custos de Insumos de Edificações com Desoneração (vigentes até agosto de 2013).

O custo referente à aquisição de uma pá-carregadeira foi estimado em R\$ 387.068,33, enquanto que um caminhão basculante pode ser adquirido por R\$260.096,60. Somados, equivalem a um total de R\$674.164,93.

4.2.3.4 Conjunto de Britagem

De acordo com Rosa (2005) “A transformação de entulhos da construção civil em agregados envolve basicamente a seleção, a trituração, o peneiramento e a classificação granulométrica desses resíduos. Essas operações são realizadas por uma máquina trituradora e equipamentos acessórios, que reunidos são conhecidos como conjunto de britagem”.

Em seu estudo, Jadovski (2010) apresenta os custos médios de aquisição de equipamentos, conforme levantamento realizado junto a fabricantes de

²⁴ CUNHA, N. A. Resíduos da Construção Civil – Análise de Usinas de Reciclagem. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp>>. Acesso em 16/11/2013.

equipamentos. De acordo com o autor, os custos incluem o frete até uma distância de 1.000 km da cidade de São Paulo. A Tabela 13 apresenta os referidos dados.

TABELA 13 – PREÇOS MÉDIOS DE AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS PARA BRITAGEM.

CAPACIDADE DE PRODUÇÃO	ALIMENTADOR VIBRATÓRIO	CALHA VIBRATÓRIA	GRELHA VIBRATÓRIA	BRITADOR DE MANDÍBULAS	REBRITADOR DE MANDÍBULAS	BRITADOR DE IMPACTO	PENEIRAS	CORREIAS	
								BICA CORRIDA	AREIA E BRITA
T/h	Preço do Equipamento (R\$)								
20	31.000	5.000	-	98.000	60.000	85.000	28.000	23.250	62.000
30	40.000	8.000	-	136.000	73.800	95.000	35.000	27.900	73.600
40	53.000	9.300	-	160.000	80.000	107.000	43.000	31.000	85.250
50	62.000	15.000	32.000	183.000	100.000	125.000	60.500	37.200	115.200
75	75.000	16.000	32.000	238.000	120.000	185.000	78.000	48.000	135.750
100	90.000	18.000	32.000	293.000	120.000	245.000	95.500	56.000	151.500

FONTE: JADOVSKI (2005) Adaptado pelo autor (2014).

Jadovski (2005) destaca que, “Para usinas de reciclagem com produção de agregados para concreto (areia e brita) considera-se o custo do alimentador vibratório, calha vibratória, grelha vibratória, britador de mandíbulas, rebritador de mandíbulas, moinho de martelos, peneiras e correias transportadoras”.

Sendo assim, a Tabela 14 apresenta os custos associados com a aquisição do conjunto de britagem destinado à operação da usina de reciclagem de RCC de Maringá, cuja capacidade de produção, conforme já informado, será de 50 t/h:

TABELA 14 – INVESTIMENTO PROJETADO PARA A AQUISIÇÃO DO CONJUNTO DE BRITAGEM PARA A USINA DE RECICLAGEM DE RCC DE MARINGÁ.

ITEM	VALOR TOTAL (R\$)
Alimentador vibratório	62.000,00
Calha vibratória	15.000,00
Grelha vibratória	32.000,00
Britador de mandíbulas	183.000,00
Rebritador de mandíbulas	100.000,00
Peneiras	60.500,00
Correias transportadoras	115.200,00
Total	567.700,00

FONTE: O AUTOR (2014).

Verificou-se, portanto, um investimento total de R\$567.700,00 em virtude da aquisição do conjunto de britagem para o empreendimento alvo do presente estudo.

4.2.3.5 Instalação de Equipamentos

Os custos de instalações mecânicas e elétricas de equipamentos obedecem a um percentual do custo de aquisição dos equipamentos, sendo 5% e 10% respectivamente. O custo de obras de terraplenagem e obras de contenção é arbitrado em um percentual de 5% sobre o custo de aquisição dos equipamentos (JADOVSKI, 2005).

Assim, determinou-se que o custo total destinado à instalação de equipamentos na usina de reciclagem de RCC de Maringá será de R\$113.470,00, sendo R\$28.385,00 referentes a instalações mecânicas, R\$56.700,00 voltados a instalações elétricas, e outros R\$28.535,00 envolvidos com obras de terraplenagem e contenção.

4.2.4 Determinação dos custos e despesas oriundas do empreendimento

4.2.4.1 Custos de Operação

Para Wilburn e Goonan (1998, *apud* JADOVISKI, 2005), os custos variáveis de operação incluem mão-de-obra de operação e manutenção, operação do estoque e utilidades. Os custos fixos de operação incluem mão-de-obra técnica e administrativa, *payroll overhead*, aluguel do terreno, custos administrativos, custos de propaganda e vendas, taxas, seguro, depreciação e custos de licenças.

Segundo Jadovski (2005), o custo de operação de uma usina de reciclagem de RCC é expresso pela seguinte equação:

$$\text{Cop} = \text{Cmo} + \text{Cvmea} + \text{Cvmep} + \text{Cins} + \text{Cda} + \text{Cat} + \text{Cimp}$$

Onde:

- Cop: custo de operação da usina de reciclagem de RCC;
- Cmo: custo de mão-de-obra própria para operação da usina, incluindo salários, leis sociais, benefícios, EPI (equipamentos de proteção individual);
- Cvmea: custo de veículos, máquinas e equipamentos alugados;
- Cvmep: custo de operação de veículos, máquinas e equipamentos próprios;
- Cins: custo dos insumos de produção, quais sejam, água e energia elétrica;
- Cda: custo de despesas administrativas, tais como, mão-de-obra administrativa, telefone, vigilância e material de consumo;

- Cat: custo de aluguel do terreno, no caso do terreno não ser adquirido;
- Cimp: custo de impostos, quais sejam, PIS/COFINS, IPI, ICMS, imposto de renda e contribuição social.

Embora na equação os custos de mão de obra própria para a operação da usina e de mão de obra administrativa tenham sido considerados de maneira isolada, no presente estudo ambos estão contemplados em conjunto (item 4.2.4.1.1).

Além disso, foram desconsiderados os custos relacionados ao aluguel de veículos, máquinas e equipamentos, pelo fato de que determinou-se pela aquisição dos mesmos, além do custo de impostos, por tratar-se de um empreendimento de caráter público.

4.2.4.1.1 Mão de Obra

Segundo evidenciado pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA (2010) no Manual para Implantação de Sistema de Gestão de Resíduos de Construção Civil em Consórcios Públicos, o número de funcionários relacionados ao processo de reciclagem de RCC classe A (após triagem) varia de 4 a 12.

Em seu estudo, Jadovski (2005) descreve a composição da equipe de operação de usinas de reciclagem de RCC conforme disposto na Tabela 15.

TABELA 15 – COMPOSIÇÃO DA EQUIPE DE OPERAÇÃO DE USINAS DE RECICLAGEM DE RCC.

EQUIPE DE OPERAÇÃO			
Capacidade de Produção	Encarregado	Operador de Equipamentos	Auxiliar de Produção
Até 10 t/h	1	1	3
Até 30 t/h	1	1	4
Até 50 t/h	1	1	6
Até 75 t/h	1	2	8
Até 100 t/h	1	2	10
Acima de 100 t/h	1	3	12

FONTÉ: JADOVSKI (2005) Adaptado pelo autor (2014).

Ao analisar os dados propostos por Jadovski (2005), e considerando que a capacidade de produção definida para a usina de reciclagem de RCC de Maringá é de 50,00 t/h, inicialmente conclui-se que a equipe de operação deverá ser composta por 1 encarregado, 1 operador de equipamentos e 6 auxiliares de produção. No entanto, no presente estudo optou-se por considerar ainda a necessidade de um

operador de máquinas e um motorista, além de uma secretaria para auxiliar nas tarefas administrativas.

Na Tabela 16 estão listados os cargos, a quantidade e a remuneração mensal aproximada (jornada de 40 horas semanais e 22 dias trabalhados no mês) da equipe de funcionários previstos para a usina de reciclagem de Maringá, sendo que a caracterização dos cargos levou em consideração as definições de Corneli (2009), Rosa (2005), Paiva *et al.* (2012) e Pritsch (2010).

A remuneração mensal de cada cargo foi definida com base em estimativas dos salários praticados pela Prefeitura Municipal de Maringá, conforme os editais de concurso mais recentes.

TABELA 16 - CARGOS, QUANTIDADE E REMUNERAÇÃO MENSAL DOS FUNCIONÁRIOS DA USINA DE RECICLAGEM DE RCC DE MARINGÁ.

CARGO	REMUNERAÇÃO MENSAL (R\$)	QUANTIDADE	REMUNERAÇÃO TOTAL MENSAL (R\$)
Responsável Técnico (Engenheiro Civil)	2.407,86	1	2.407,86
Secretária	750,48	1	750,48
Auxiliar de Produção	660,00	6	3.960,00
Operador de Equipamento de Britagem	783,97	1	783,97
Operador de Máquinas	850,92	1	850,92
Motorista	783,97	1	783,97
Total	6.237,20	11	9.537,20

FONTE: O AUTOR (2014).

Dessa forma, a Tabela 17 demonstra a estimativa dos custos anuais com mão de obra para o empreendimento, considerando salários brutos e benefícios previstos na legislação brasileira.

TABELA 17 – CARGOS, QUANTIDADE E REMUNERAÇÃO ANUAL DOS FUNCIONÁRIOS DA USINA DE RECICLAGEM DE RCC DE MARINGÁ.

CARGO	REMUNERAÇÃO TOTAL ANUAL (R\$)	BENEFÍCIOS (R\$/ANO)				TOTAL POR FUNCIONÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
		13º SALÁRIO	FÉRIAS	FGTS	CONTRIBUIÇÃO SOCIAL		
Responsável Técnico	28.894,32	2.407,86	802,62	2.311,55	3.178,38	37.594,72	37.595,72
Secretária	9.005,76	750,48	250,16	720,46	688,94	11.415,80	11.416,80
Auxiliar de Triagem	47.520,00	3.960,00	1.320,00	3.801,60	3.635,28	10.039,48	60.242,88
Operador de Equipamento de Britagem	9.407,64	783,97	261,32	752,61	719,68	11.925,23	11.926,23

CARGO	REMUNERAÇÃO TOTAL ANUAL (R\$)	BENEFÍCIOS (R\$/ANO)				CONTRIBUIÇÃO SOCIAL	TOTAL POR FUNCIONÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
		13º SALÁRIO	FÉRIAS	FGTS				
Operador de Máquinas	10.211,04	850,92	283,64	816,88	1.123,21	13.285,70	13.286,70	
Motorista	9.407,64	783,97	261,32	752,61	719,68	11.925,23	11.926,23	
Total	114.446,40	9.537,20	3.179,07	9.155,71	10.065,18	96.186,16	146.394,56	

FONTE: O AUTOR (2014).

4.2.4.1.2 Operação de Veículos, Máquinas e Equipamentos Próprios

De acordo com Jadovski (2005), “No caso de optar-se por veículos e máquinas próprios há de se considerar os custos de mão-de-obra dos operadores e motoristas destes equipamentos, o custo de combustível e o custo de licenciamento e seguro do caminhão”.

Considerando que os custos de mão de obra do motorista (caminhão basculante) e dos operadores (equipamento de britagem e pá carregadeira) foram analisados no item 4.2.4.1.1, a seguir serão apresentados os demais custos associados a máquinas e veículos próprios.

Com relação ao combustível, Jadovski (2005) menciona uma relação de consumo de 16 litros/hora para a pá carregadeira. Admitindo-se que a referida máquina irá trabalhar 6h/dia (em 22 dias mensais), e sendo o custo do óleo diesel considerado pela Agencia Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP (2013) de R\$ 2,448/litro (preço médio de revenda, conforme a série histórica do Levantamento de Preços e de Margens de Comercialização de Combustíveis para o município de Maringá, em dezembro de 2013), o valor mensal referente ao consumo de combustível calculado para a pá-carregadeira é de R\$ 5.170,18.

No caso do consumo de combustível do caminhão, Jadovski (2005) menciona que a previsão de quilômetros rodados por mês é de 1.000 km para usinas com capacidade de produção de até 25 t/h, de 1.800 km para usinas com capacidade de produção de até 50 t/h e 2.500 km para usinas com capacidade maior que esta. Considerando uma relação de consumo do caminhão basculante de 2,38 litros/km rodado, e tendo em vista o custo do óleo diesel de R\$ 2,448/litro (ANP, 2013), estimou-se que o valor mensal referente ao consumo de combustível pelo caminhão basculante é equivalente a R\$ 10.487,23.

Somados, ambos equivalem a um custo anual de R\$187.888,92.

4.2.4.1.3 Insumos de Produção

Para Jadovski (2005), são considerados insumos de produção a água e a energia elétrica.

O consumo de energia elétrica é dado em função dos equipamentos instalados conforme a capacidade de produção da usina e a finalidade do agregado produzido (JADOVSKI, 2005).

O referido autor apresenta dados referentes às potências dos equipamentos, conforme demonstra a Tabela 18.

TABELA 18 – POTÊNCIA MÉDIA DOS EQUIPAMENTOS PARA BRITAGEM.

CAPACIDADE DE PRODUÇÃO	ALIMENTADOR VIBRATÓRIO	CALHA VIBRATÓRIA	GRELHA VIBRATÓRIA	BRITADOR DE MANDÍBULAS	REBRITADOR DE MANDÍBULAS	BRITADOR DE IMPACTO	PENEIRAS	CORREIAS	
								BICA CORRIDA	AREIA E BRITA
T/h				Potência do Equipamento (kW)					
20	2,94	1,47	-	19,61	15,00	22,07	3,68	2,94	11,03
30	3,79	1,84	-	19,42	18,39	29,42	5,52	2,94	13,24
40	3,79	2,20	-	35,00	27,59	36,78	7,36	3,68	13,24
50	5,51	2,41	7,35	42,00	36,78	44,13	9,20	4,41	26,48
75	11,03	2,94	7,35	58,00	45,97	73,55	11,03	9,19	27,58
100	14,71	4,40	7,35	75,00	45,97	110,00	12,86	11,03	30,16

FONTE: JADOVSKI (2005).

Considerando que a capacidade de produção prevista para a usina de reciclagem de RCC de Maringá é de 50,00 t/h, a potência instalada total dos equipamentos utilizados será de 179,73 kW. Para efeitos de cálculo, admitiu-se que o funcionamento dos equipamentos será em média de 6 h/dia (em 22 dias mensais), resultando em um consumo total mensal de energia elétrica equivalente a 23.724,36 kWh. Assim, a um custo unitário de energia elétrica definido pela Companhia Paranaense de Energia – COPEL (2013) de R\$ 0,23642kWh (tarifa determinada para a classe Poderes Públicos Federal e Municipal, A3a - 30 a 44 kV, com ICMS e PIS/COFINS), o custo total mensal desse insumo de produção será de R\$ 5.608,91.

Com relação ao consumo de água, Jadovski (2005) e Manfrinato *et al.* (2008) apontam que o custo é calculado em função da capacidade de produção da usina, conforme a equação a seguir:

$$\text{Custo mensal de água} = \text{Capacidade de produção} \times 0,08 \times \text{Valor da tarifa}$$

Onde:

- 0,08: coeficiente baseado no consumo de água apresentado pelas usinas de reciclagem do município de Belo Horizonte;

Assim, considerando que 50,00 t/h é a capacidade de produção prevista para a usina de reciclagem de RCC de Maringá, e sendo a tarifa estipulada pela Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR (2013) de R\$6,20/m³ + R\$0,62/m³ (tarifa social para consumo excedente a 10m³), o custo total mensal desse insumo de produção será de R\$5.058,05.

Diante dos valores apresentados, observou-se que R\$128.003,52 representa o custo anual relacionado aos insumos de produção água e energia elétrica.

4.2.4.1.4 Despesas Administrativas

Conforme Jadovski (2005), "As despesas administrativas são compostas pelo custo de mão-de-obra administrativa, de telefone, de material de consumo e de vigilância".

Tendo em vista que os custos relacionados à mão de obra administrativa foram abordados anteriormente (item 4.2.4.1), resta apresentar aqui o custo referente a serviços de telefonia e material de consumo.

Em seu estudo, Jadovski (2005) considerou um custo fixo mensal médio de R\$160,00/mês para telefonia, e R\$410,00 para material de consumo. Por sua vez, Pritsch (2010) verificou que os custos mensais de telefonia e de material de consumo são da ordem de R\$210,00 e R\$390,00, respectivamente. Já Leite *et al.* (2010) estimou um custo fixo mensal médio de R\$120,00/mês para telefone, e R\$210,00/mês para material de consumo.

Assim, considerando a dificuldade em se mensurar ambos os valores em função de sua variação, fato esse que pode ser comprovado a partir das referências consultadas, no presente estudo foi estabelecida uma média dos valores citados por Jadovski (2005), Pritsch (2010) e Leite *et al.* (2010). Assim, os valores definidos para efeitos de cálculo foram de R\$165,00/mês para os custos de telefonia, e de R\$300,00 mensais para material de consumo.

Tais valores resultam em um custo anual de despesas administrativas equivalentes a R\$6.000,12.

4.2.4.2 Custos de Manutenção

Custos de manutenção são relativos às atividades que irão garantir o funcionamento da usina de reciclagem de forma eficiente ao longo de sua vida útil. Estes custos não compreendem somente manutenção de equipamentos e maquinários, mas também custos para manutenção de obras civis (PRITSCH, 2010).

Segundo Jadovski (2005) o custo de manutenção de uma usina de reciclagem de RCC é dado pela equação a seguir:

$$C_{man} = C_{tpd} + C_{mpeb} + C_{mpmvp} + C_{mc} + C_{de} + C_{dmvp} + C_{moct} + C_{doc}$$

Onde:

- C_{man} : custo de manutenção da usina de reciclagem de RCC;
- C_{tpd} : custo de troca de peças de desgaste;
- C_{mpeb} : custo de manutenção preventiva dos equipamentos de britagem;
- C_{mpmvp} : custo de manutenção preventiva de máquinas e veículos próprios;
- C_{mc} : custo de manutenção corretiva;
- C_{de} : custo de depreciação de equipamentos;
- C_{dmvp} : custo de depreciação de máquinas e veículos próprios;
- C_{moct} : custo de manutenção das obras civis, terraplenagem e contenções;
- C_{doc} : custo de depreciação das obras civis.

4.2.4.2.1 Troca de Peças de Desgaste

Em seu estudo, Jadovski (2005) calculou o custo de troca das peças de desgaste com base no custo unitário das peças de desgaste e na durabilidade destas peças, conforme levantamento efetivado junto aos fabricantes de equipamentos.

Os dados obtidos pelo autor são apresentados na Tabela 19.

TABELA 19 - CUSTO DE TROCA DAS PEÇAS DE DESGASTE DOS EQUIPAMENTOS DE BRITAGEM.

EQUIPAMENTO	PEÇA	CUSTO R\$	CICLO DE PRODUÇÃO PARA SUBSTITUIÇÃO TONELADAS	CUSTO DE SUBSTITUIÇÃO R\$/T
Alimentador Vibratório	trilho	800,00	100.000,00	0,008
Grelha Vibratória	trilho	800,00	100.000,00	0,008
Britador de Mandíbulas	Mandíbula fixa	2.300,00	80.000,00	0,083
	Mandíbula móvel	2.400,00	50.000,00	
	Cunha lateral	500,00	80.000,00	
Rebritador de Mandíbulas	Mandíbula fixa	1.550,00	80.000,00	0,058
	Mandíbula móvel	1.600,00	50.000,00	
	Cunha lateral	500,00	80.000,00	
Peneiras	Tela 1.1/4"	2.160,00	190.000,00	0,051
	Tela 3/4"	2.600,00	183.000,00	
	Tela 3/8"	2.600,00	175.000,00	
	Tela 3/16"	1.800,00	168.000,00	
Correias Transportadoras	Roletes	1.100,00	250.000,00	0,007
	cinta	750,00	300.000,00	

FONTE: JADOVSKI (2005).

Após verificar os dados, e tendo em vista que na usina de reciclagem de RCC de Maringá estima-se a produção 50,00 t/h, ou o equivalente a 8.800,00 t/mês, o custo total mensal relacionado à troca das peças de desgaste dos equipamentos de britagem será de aproximadamente R\$1.892,00. Portanto, anualmente serão gastos R\$22.704,00.

4.2.4.2.2 Manutenção Preventiva de Equipamentos de Britagem

O custo de manutenção preventiva dos equipamentos de britagem foi calculado por Jadovski (2005) com base na mão-de-obra necessária para troca das peças de desgaste, lubrificação e manutenção geral dos equipamentos, de acordo com levantamento efetivado junto a fabricantes de equipamentos, e com o valor da hora de manutenção arbitrada em R\$ 50,00.

Na Tabela 20 são apresentados os dados conforme as definições apresentadas por Jadovski (2005).

TABELA 20 – QUANTIDADE DE HORAS MENSAIS DE MÃO DE OBRA PARA MANUTENÇÃO PREVENTIVA DOS EQUIPAMENTOS DE BRITAGEM.

EQUIPAMENTO	QUANTIDADE DE HORAS PARA TROCA DE PEÇAS E MANUTENÇÃO PREVENTIVA HORAS
Alimentador Vibratório	4,75
Calha Vibratória	1,00

EQUIPAMENTO	QUANTIDADE DE HORAS PARA TROCA DE PECAS E MANUTENÇÃO PREVENTIVA HORAS
Grelha Vibratória	5,00
Britador de Mandíbulas	10,00
Rebritador de Mandíbulas	10,00
Peneiras	4,25
Correias transportadoras	5,00

FONTE: JADOVSKI (2005).

Portanto, considerando que na usina de reciclagem de RCC de Maringá haverá ao menos uma manutenção preventiva dos equipamentos de britagem ao mês, estimou-se a necessidade de um total de 40,0 horas/mês. Sendo o valor da hora de manutenção equivalente a R\$50,00, o custo total mensal calculado foi de R\$2.000,00 e, por consequência, de R\$24.000,00 ao ano.

4.2.4.2.3 Manutenção Preventiva de Máquinas e Veículos

A Tabela 21 relaciona os custos de manutenção preventiva para máquinas e veículos adquiridos, conforme os custos e durabilidades apresentadas para cada item por Jadovski (2005).

É importante ressaltar que o custo de manutenção preventiva das máquinas é função das horas trabalhadas por mês (sendo no caso da pá-carregadeira, considerou um total de 132 h/mês) e o custo de manutenção preventiva dos caminhões é função da capacidade de produção da usina de reciclagem (como a capacidade de produção da usina de reciclagem de RCC de Maringá é de até 50 t/h, considerou-se 1.800 km rodados/mês).

TABELA 21 – CUSTO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE MÁQUINAS E VEÍCULOS PRÓPRIOS.

EQUIPAMENTO	ITEM	CUSTO (R\$)	DURABILIDADE	CUSTO MENSAL (R\$)
Pá-carregadeira	Peças	2,76/h		364,32
	Mão de obra	2,98/h		393,36
	Pneus	3.200,00/peça	7.000 horas	241,37
	Lubrificação	100,00/mês		100,00
	Subtotal			1.099,05
Caminhão	Peças	0,007/km		126,00
	Mão de obra	0,042/km		75,60
	Pneus	1.276,00/peça	50.000 km	275,69
	Lubrificação	100,00/mês		100,00
	Subtotal			577,29
Total				1.676,34

FONTE: JADOVSKI (2005) Adaptado pelo autor (2014).

A partir do cálculo dos custos mensais para cada item, obteve-se o custo mensal total relacionado à manutenção preventiva de máquinas e veículos próprios (R\$1.676,34). O referido valor representa um custo anual de R\$20.116,08.

4.2.4.2.4 Manutenção Corretiva

O custo de manutenção corretiva é decorrente de processos voltados para a regularização de atividades e equipamentos, sendo considerado o valor de R\$ 1.760,00/mês (PRITSCH, 2010).

Assim, no presente estudo estimou-se um custo anual de R\$21.120,00.

4.2.4.2.5 Depreciação de Equipamentos

De acordo com o indicado por Greco e Arend²⁵ (1998, *apud* JADOVSKI, 2005) para instalações e maquinários, o custo de depreciação dos equipamentos de britagem é calculado de forma linear para um período de 10 anos, considerando um valor residual de 10% do custo de aquisição.

4.2.4.2.6 Depreciação de Máquinas e Veículos

O custo de depreciação das máquinas e veículos próprios é calculado de forma linear para um período de 10 anos, considerando um valor residual de 10% do custo de aquisição destas máquinas e veículos (JADOVSKI, 2005).

Segundo Greco e Arend (1998, *apud* JADOVSKI, 2005), o período de depreciação para veículos de carga é de cinco anos, porém os mesmos autores indicam que pode-se utilizar prazos superiores aos indicados. Jadovski (2005) e Leite *et al.* (2010) adotaram um período de 10 anos para a depreciação de veículos de carga.

4.2.4.2.7 Manutenção de Obras Civis, Terraplenagens e Contenções

Conforme Jadovski (2005), o custo de manutenção das obras civis é arbitrado como um percentual do custo de implantação das obras civis (1,0% anuais)

²⁵ GRECO, A. L.; AREND, L. R. **Contabilidade**: teoria e prática básicas. 8. ed. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1998.

e o custo de manutenção das obras de terraplenagem e contenções é arbitrado como um percentual do custo de implantação destas obras (5,0 % anuais).

4.2.4.2.8 Depreciação de Obras Civis

O custo de depreciação das obras civis é calculado de forma linear para um período de 20 anos sem valor residual previsto (JADOVSKI, 2005).

Segundo Greco e Arend (1998, *apud* JADOVSKI, 2005), o período de depreciação de edifícios e benfeitorias é de 25 anos.

4.3 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DO EMPREENDIMENTO

4.3.1 Investimento inicial total para a instalação do empreendimento

O investimento inicial total necessário para viabilizar a instalação da usina de reciclagem de RCC de Maringá foi composto pelo somatório das estimativas de custos totais referentes à: obras civis; aquisição de móveis, aparelhos, utensílios, ferramentas e demais equipamentos; aquisição de máquinas e veículos próprios; aquisição de equipamentos móveis e estacionários, e; instalação de equipamentos.

Dessa forma, a Tabela 22 apresenta um detalhamento desses custos, bem como do valor orçado para o investimento total:

TABELA 22 – TOTAL DO INVESTIMENTO NECESSÁRIO PARA A INSTALAÇÃO DA USINA DE RECICLAGEM DE RCC DE MARINGÁ.

ITEM	VALOR (R\$)
Obras civis	307.243,26
Móveis e equipamentos	5.445,00
Máquinas e Veículos próprios	647.164,93
Conjunto de Britagem	567.700,00
Instalação de Equipamentos	113.470,00
Total	1.641.023,19

FONTE: O AUTOR (2014).

4.3.2 Custos e despesas oriundos da instalação do empreendimento

Os custos estimados de operação (mão de obra, operação de máquinas e veículos próprios, insumos de produção e despesas administrativas) e de manutenção (troca de peças de desgaste, manutenção preventiva de equipamentos de britagem, manutenção preventiva de máquinas e veículos, manutenção corretiva, depreciação de equipamentos, depreciação de máquinas e veículos, manutenção de obras civis, terraplenagens e contenções, e depreciação de obras civis), somados, representam as despesas totais relacionados à implantação da usina de reciclagem de RCC de Maringá.

Na Tabela 23 são apresentados os valores referentes a cada custo, bem como o total das despesas orçadas.

TABELA 23 – TOTAL DE CUSTOS E DESPESAS ADVINDOS DA INSTALAÇÃO DA USINA DE RECICLAGEM DE RCC DE MARINGÁ.

ITEM	VALOR (R\$)
Recursos Humanos	146.394,56
Operação de Máquinas e Veículos Próprios	187.888,92
Insumos de Produção	128.003,52
Despesas Administrativas	6.000,12
Troca de Peças de Desgaste	22.704,00
Manutenção Preventiva de Equipamentos de Britagem	24.000,00
Manutenção Preventiva de Máquinas e Veículos	20.116,08
Manutenção Corretiva	21.120,00
Manutenção de Obras Civis, Terraplenagens e Contensões	8.745,93
Total	564.973,13

FONTE: O AUTOR (2014).

4.3.3 Avaliação econômico-financeira

De acordo com Souza e Clemente²⁶ (1997, *apud* JADOVSKI, 2005), durante a operação de transformar matéria prima em produto acabado e sua respectiva comercialização, uma empresa precisa atender a dois requisitos básicos, quais sejam:

- o preço de venda do produto deve ser no mínimo, suficiente para remunerar todos os fatores de produção utilizados no processo de transformação de matéria prima em produto acabado;
- o tempo decorrido entre desembolsos e recebimentos deve ser compatível com a capacidade financeira da empresa para sustentar o ciclo em análise.

²⁶ SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos**: fundamentos, técnicas e aplicações. São Paulo: Editora Atlas S.A.; 1997.

Dentro deste enfoque, acredita-se que, em relação ao valor de venda dos agregados reciclados para uso em concreto, seu valor não deva ser superior a 80% do valor do agregado natural (JADOVSKI, 2005).

Considerando que na região de Maringá, segundo pesquisa de preços realizada junto a três fornecedores diferentes²⁷, a areia é comercializada a R\$62,35/m³ e a brita a R\$55,00/m³, sendo então o preço médio de R\$58,70/m³, conclui-se que o preço do agregado reciclado para concreto não deve ultrapassar o valor de R\$46,96/m³. No presente estudo, face às características do empreendimento, considerou-se a comercialização do produto a um valor de R\$22,00/m³.

Para a realização dos cálculos do faturamento, o programa de produção para a usina de reciclagem de RCC de Maringá (Tabela 23) considerou que a mesma atingirá o seu potencial total apenas no quarto ano de funcionamento. Assim, nos três primeiros anos a produção será de, respectivamente, 70%, 80% e 90% de sua capacidade.

TABELA 23 – PROGRAMA DE PRODUÇÃO DA USINA DE RECICLAGEM DE RCC DE MARINGÁ.

ITEM	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANOS SEGUINTES
Capacidade de produção	70%	80%	90%	100%
RCC encaminhado para o processo de britagem (t/ano) ²⁸	73.920,00	84.480,00	95.040,00	105.600,00
Material expedido (m ³ /ano) ²⁹	46.200,00	52.800,00	59.400,00	66.000,00
Receita bruta anual (R\$)	1.016.400,00	1.161.600,00	1.306.800,00	1.452.000,00

FONTE: O AUTOR (2014).

Com relação ao valor residual das edificações, o percentual adotado foi de 40%. No caso dos equipamentos de britagem e das máquinas e veículos próprios, os percentuais foram de 10%.

Assim sendo, considerou-se que, após um período de 10 anos, o valor residual da usina de reciclagem será de R\$244.383,79.

A avaliação econômico-financeira foi realizada com base em um fluxo de caixa delineado para um período de 10 anos.

²⁷ Depósito Mantovani, Depósito A.Silva e Depósito Maringá Areia.

²⁸ Considerando 400 t/dia e 264 dias/ano.

²⁹ Considerando que o agregado reciclado apresenta relação peso/volume equivalente a 1,6 t/m³, conforme exposto por Leite *et al.* (2010).

A taxa de desconto (TMA) utilizada no cálculo do VPL foi igual a 18,00% ao ano, aparentemente muito superior a taxa mínima praticada no mercado, porém a escolha desta taxa se deu por acrescer a taxa mínima de mercado um percentual de segurança da ordem de 6 na 8% como adicional de risco.

O fluxo de caixa da usina de reciclagem de RCC de Maringá pode ser visualizado na Tabela 24:

TABELA 24 – FLUXO DE CAIXA ANUAL.

DISCRIMINAÇÃO	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
INVESTIMENTO	(1.641.023)										
CAPITAL DE GIRO	-										
RECEITA		1.016.400	1.161.600	1.306.800	1.452.000	1.452.000	1.452.000	1.452.000	1.452.000	1.452.000	1.452.000
CUSTOS TOTAIS		(564.973)	(564.973)	(564.973)	(564.973)	(564.973)	(564.973)	(564.973)	(564.973)	(564.973)	(564.973)
LUCRO OPERACIONAL		451.427	596.627	741.827	887.027	887.027	887.027	887.027	887.027	887.027	887.027
DEPRECIÇÃO (Vida Útil: 10 anos)	10	(139.664)	(139.664)	(139.664)	(139.664)	(139.664)	(139.664)	(139.664)	(139.664)	(139.664)	(139.664)
LUCRO TRIBUTÁVEL		311.763	456.963	602.163	747.363	747.363	747.363	747.363	747.363	747.363	747.363
IMP. RENDA/CONTRIB. SOC.	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LUCRO LÍQUIDO		311.763	456.963	602.163	747.363	747.363	747.363	747.363	747.363	747.363	747.363
AJUSTES											
DEPRECIÇÃO		139.664	139.664	139.664	139.664	139.664	139.664	139.664	139.664	139.664	139.664
VALOR RESIDUAL											244.384
RECUPERAÇÃO CAPITAL DE GIRO						-					
FLUXO CAIXA DO PROJETO	(1.641.023)	451.427	596.627	741.827	887.027	887.027	887.027	887.027	887.027	887.027	1.131.411

FONTE: O AUTOR (2014).

A avaliação econômico-financeira, como mencionado anteriormente, foi realizada através do cálculo do VPL, da TIR e do Tempo de Recuperação do Capital Descontado.

No fluxo de caixa, verificou-se que o VPL foi de R\$1.725.958,95. Isso significa que o investimento é economicamente e financeiramente viável para uma taxa de desconto de 18,00% ao ano. A TIR, de 39,91%, reafirma a viabilidade do investimento. O Prazo de Recuperação do Capital Descontado foi de 3,83 anos.

Avaliando-se a variação do VPL em função da alteração da taxa de desconto (Figura 8), constatou-se que o fluxo de caixa manteve-se viável para taxas de até aproximadamente 38%.

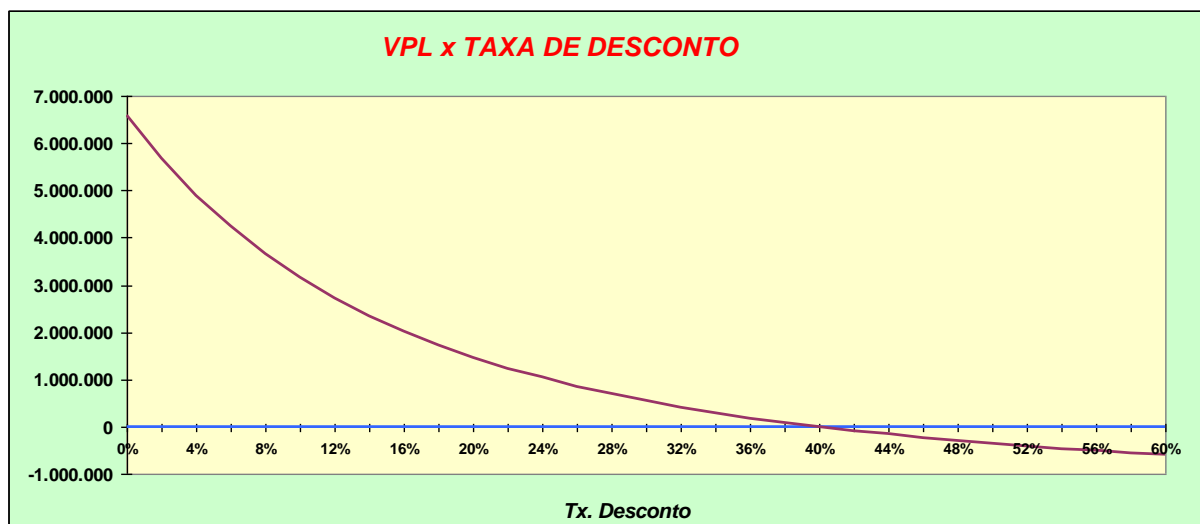


FIGURA 8 – PERFIL DO VALOR PRESENTE LÍQUIDO.

FONTE: O AUTOR (2014).

A análise de sensibilidade previu a ocorrência de dois cenários pessimistas:

- Uma redução de 10% no uso da capacidade produtiva;
- Um aumento de 15% no total de despesas fixas e variáveis (ou seja, de R\$564.973,13 para R\$649.719,09).

A Tabela 25 demonstra o programa de produção da usina de reciclagem de RCC de Maringá, adaptado de acordo com o primeiro cenário pessimista considerado.

TABELA 25 – PROGRAMA DE PRODUÇÃO DA USINA DE RECICLAGEM DE RCC DE MARINGÁ, CONSIDERANDO UMA REDUÇÃO DE 10% NO USO DA CAPACIDADE PRODUTIVA.

ITEM	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANOS SEGUINTE
Capacidade de produção	70%	80%	90%	100%
RCC encaminhado para o processo de britagem (t/ano) ³⁰	66.528,00	76.032,00	85.536,00	95.040,00
Material expedido (m ³ /ano) ³¹	41.580,00	47.520,00	53.460,00	59.400,00
Receita bruta anual (R\$)	914.760,00	1.045.440,00	1.176.120,00	1.306.800,00

FONTE: O AUTOR (2014).

As Tabelas 26 e 27 demonstram os fluxos de caixa considerados conforme as análises de sensibilidade supracitadas:

³⁰ Considerando 400 t/dia e 264 dias/ano.

³¹ Considerando que o agregado reciclado apresenta relação peso/volume equivalente a 1,6 t/m³, conforme exposto por Leite *et al.* (2010).

TABELA 26 – FLUXO DE CAIXA ANUAL – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE: REDUÇÃO DE 10% NO USO DA CAPACIDADE PRODUTIVA.

DISCRIMINAÇÃO	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
INVESTIMENTO	(1.641.023)										
CAPITAL DE GIRO	-										
RECEITA		914.760	1.045.440	1.716.120	1.306.800	1.306.800	1.306.800	1.306.800	1.306.800	1.306.800	1.306.800
CUSTOS TOTAIS		(564.973)	(564.973)	(564.973)	(564.973)	(564.973)	(564.973)	(564.973)	(564.973)	(564.973)	(564.973)
LUCRO OPERACIONAL		349.787	480.467	611.147	741.827	741.827	741.827	741.827	741.827	741.827	741.827
DEPRECIAÇÃO (Vida Útil: 10 anos)	10	(139.664)	(139.664)	(139.664)	(139.664)	(139.664)	(139.664)	(139.664)	(139.664)	(139.664)	(139.664)
LUCRO TRIBUTÁVEL		210.123	340.803	471.483	602.163	602.163	602.163	602.163	602.163	602.163	602.163
IMP. RENDA/CONTRIB. SOC.	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LUCRO LÍQUIDO		210.123	340.803	471.483	602.163	747.363	747.363	747.363	747.363	747.363	747.363
AJUSTES											
DEPRECIAÇÃO		139.664	139.664	139.664	139.664	139.664	139.664	139.664	139.664	139.664	139.664
VALOR RESIDUAL											244.384
RECUPERAÇÃO CAPITAL DE GIRO						-					
FLUXO CAIXA DO PROJETO	(1.641.023)	349.787	480.467	611.147	741.827	741.827	741.827	741.827	741.827	741.827	741.827

FONTE: O AUTOR (2014).

TABELA 27 – FLUXO DE CAIXA ANUAL – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE: AUMENTO DE 15% NO TOTAL DE DESPESAS FIXAS E VARIÁVEIS.

DISCRIMINAÇÃO	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
INVESTIMENTO	(1.641.023)										
CAPITAL DE GIRO	-										
RECEITA		1.016.400	1.161.600	1.306.800	1.452.000	1.452.000	1.452.000	1.452.000	1.452.000	1.452.000	1.452.000
CUSTOS TOTAIS		(649.719)	(649.719)	(649.719)	(649.719)	(649.719)	(649.719)	(649.719)	(649.719)	(649.719)	(649.719)
LUCRO OPERACIONAL		366.681	511.881	657.081	802.281	802.281	802.281	802.281	802.281	802.281	802.281
DEPRECIÇÃO (Vida Útil: 10 anos)	10	(139.664)	(139.664)	(139.664)	(139.664)	(139.664)	(139.664)	(139.664)	(139.664)	(139.664)	(139.664)
LUCRO TRIBUTÁVEL		227.017	372.217	517.417	662.617	662.617	662.617	662.617	662.617	662.617	662.617
IMP. RENDA/CONTRIB. SOC.	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LUCRO LÍQUIDO		227.017	372.217	517.417	662.617	662.617	662.617	662.617	662.617	662.617	662.617
AJUSTES											
DEPRECIÇÃO		139.664	139.664	139.664	139.664	139.664	139.664	139.664	139.664	139.664	139.664
VALOR RESIDUAL											244.384
RECUPERAÇÃO CAPITAL DE GIRO						-					
FLUXO CAIXA DO PROJETO	(1.641.023)	366.681	511.881	657.081	802.281	802.281	802.281	802.281	802.281	802.281	802.281

FONTE: O AUTOR (2014).

No primeiro caso, o VPL foi reduzido para R\$1.140.025,99 e a TIR, para 32,86%. O Tempo de Recuperação do Capital Descontado foi estendido para 4,76 anos. Nesta situação, o investimento permaneceu economicamente viável, porém tornou-se inviável sob o ponto de vista financeiro, de acordo com o VPL.

No segundo cenário pessimista, o VPL foi de R\$1.345.103,01, a TIR, 35,17% e o Tempo de Recuperação do Capital Descontado, de 4,42 anos. Assim como no primeiro cenário, o VPL revelou que o investimento continuou apresentando viabilidade econômica, mas tornou-se inviável financeiramente.

As Figuras 9 e 10 ilustram a variação do VPL em função da alteração da taxa de desconto, considerando a análise de sensibilidade realizada.

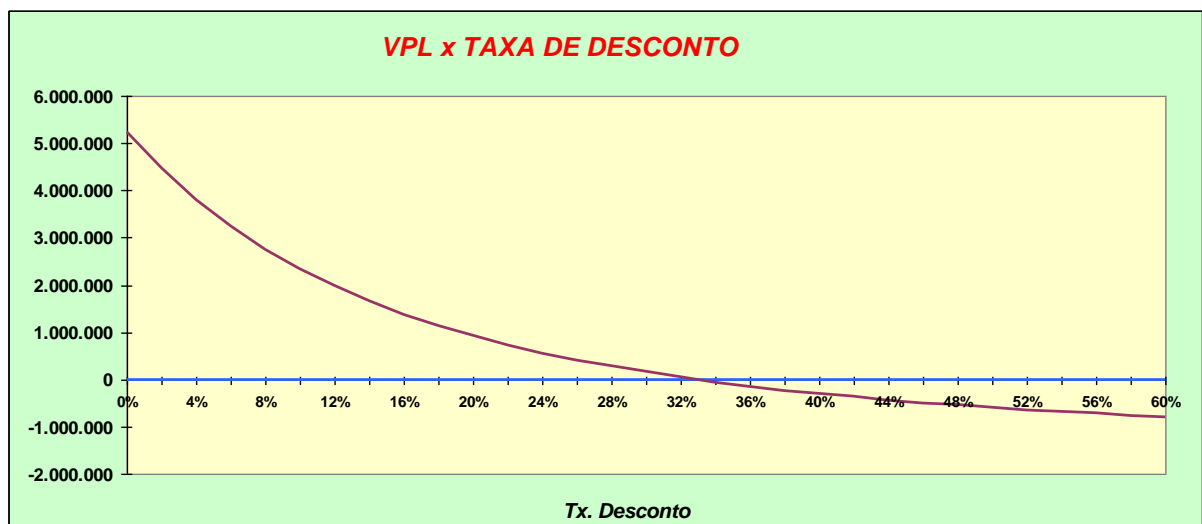


FIGURA 9 – PERFIL DO VALOR PRESENTE LÍQUIDO DE ACORDO COM A ANÁLISE DE SENSIBILIDADE: REDUÇÃO DE 10% NO USO DA CAPACIDADE PRODUTIVA.

FONTE: O AUTOR (2014).

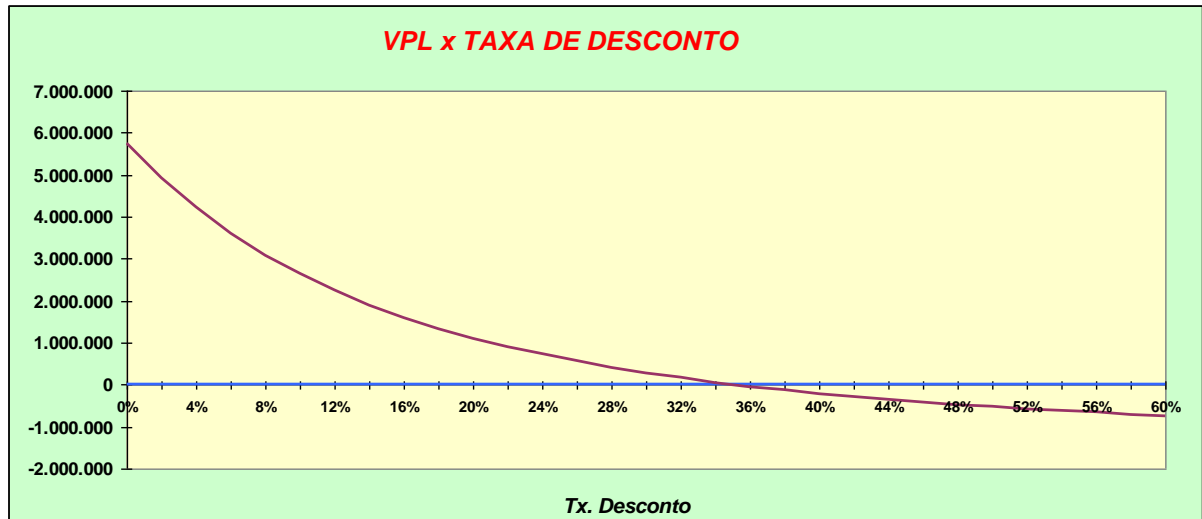


FIGURA 10 – PERFIL DO VALOR PRESENTE LÍQUIDO DE ACORDO COM A ANÁLISE DE SENSIBILIDADE: AUMENTO DE 15% NO TOTAL DE DESPESAS FIXAS E VARIÁVEIS.

FONTE: O AUTOR (2014).

Com relação ao perfil do VPL no caso de uma redução de 10% no uso da capacidade produtiva da usina de reciclagem de RCC de Maringá, constatou-se que o fluxo de caixa manteve-se viável para taxas de até aproximadamente 33%. Quanto ao perfil do VPL se for considerado o aumento de 15% no total de despesas fixas e variáveis do empreendimento, é possível verificar que taxas de até 34% estão associadas à manutenção de um fluxo de caixa viável.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O gerenciamento dos significativos volumes de Resíduos de Construção Civil gerados diariamente nos centros urbanos é um tema que necessita de um maior envolvimento por parte do Poder Público. A inexistência dos Planos Municipais de Gerenciamento de RCC, evidenciando o descumprimento da legislação brasileira em vigor, bem como a ausência de locais adequados para os quais os RCC possam ser destinados, são fatos que comprovam essa necessidade.

No município de Maringá, conforme revelam os dados apresentados neste estudo, a situação não é diferente. Rezende *et al.* (2012) e DRZ Geotecnologia e Consultoria S/S Ltda. (2011) destacam que o referido município está somente associado a uma gestão corretiva, carecendo de medidas mais eficazes para conter o elevado número de deposições irregulares e o volume excessivo de RCC que são destinados à célula sanitária atualmente. Além disso, a alternativa encontrada, de encaminhar os RCC para as pedreiras locais pertencentes à iniciativa privada, acaba por comprovar que o gerenciamento adotado pela Prefeitura Municipal de Maringá vem sendo ineficiente.

Dessa forma, e corroborando com uma das ações previstas na versão preliminar do Plano Municipal de Saneamento Básico do município de Maringá, entende-se que a implantação de uma usina de reciclagem de RCC pode ser considerada como uma necessidade real para a área de estudo.

A principal dificuldade relacionada ao delineamento de um empreendimento dessa natureza para Maringá deve-se à ausência de dados atualizados a respeito dos RCC gerados no município, já que a principal referência continua sendo o estudo realizado por Sapata (2002). Por isso, pode-se considerar de fundamental importância o desenvolvimento de novos estudos com o intuito de obter uma caracterização quantitativa e qualitativa dos RCC do município de Maringá.

Apesar dessas restrições, as estimativas realizadas no presente estudo buscaram se aproximar o máximo possível do aspecto real, sendo que todos os itens relacionados ao investimento necessário para a instalação da usina de reciclagem de RCC, bem como os custos e despesas decorrentes de sua operação, foram minuciosamente analisados e ajustados, sempre que necessário, de acordo com os autores consultados.

De acordo com os resultados da avaliação econômico-financeira, o investimento foi considerado viável pelos métodos utilizados (VPL, TIR e Tempo de Recuperação do Capital Descontado), tanto economicamente como financeiramente. No entanto, deve-se ressaltar que tais resultados foram obtidos com base em uma série de parâmetros e critérios especificamente adotados para a instalação de uma usina de reciclagem de RCC no município de Maringá, conforme descrito ao longo do estudo.

Também é importante destacar que a análise de sensibilidade considerou a ocorrência de dois cenários pessimistas, exclusivamente relacionados a variações no uso da capacidade produtiva (no caso, uma redução de 10%) e no total de despesas fixas e variáveis (aumento estimado em 15%). Assim, os métodos de análise demonstraram que a viabilidade econômica do investimento foi mantida nessas situações, porém o mesmo passou a ser considerado inviável sob o aspecto financeiro.

Diante destas situações, entende-se como imprescindível a realização de outras análises que venham a subsidiar novas avaliações econômico-financeiras. O perfil do empreendedor (se público ou privado), a situação do local de instalação do empreendimento (se terreno próprio ou terreno alugado), a situação das máquinas e veículos (se adquiridos ou alugados), o financiamento do projeto (com ou sem) são apenas alguns exemplos de variáveis que podem ser exploradas em condições distintas ao presente estudo, numa tentativa de obter novas interpretações para a instalação de um empreendimento como tal no município de Maringá.

As diferentes possibilidades de uso do produto oriundo da reciclagem, como a utilização do mesmo como sub-base de pavimentos, certamente também é um fato que poderia ser considerado em trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Série histórica do Levantamento de Preços e de Margens de Comercialização de Combustíveis – Série Histórica mensal a partir de 2013 – Municípios. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=66510>>. Acesso em: 30/01/2014.

BELINE, E. L. **Impactos ambientais causados pela deposição de resíduos de construção e demolição no município de Maringá/PR**. 135 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, nº 136, p. 95-96, 17 jul. 2002. Seção 1.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Informativo econômico construção civil**: desempenho e perspectivas. Brasília: CBIC, 2011.

CÂMARA BRASILEIRA DE INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Custo Unitário Básico – CUB/m²: indicador dos custos do setor da construção civil. Disponível em: <http://www.cub.org.br/p_reports.php?sid=18&id=38>. Acesso em: 01/02/2014.

CAMPOS, P. B. **Gestão de Resíduos de Construção Civil**: avaliação e propostas de metodologias de gestão. 262 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana – Área de concentração: Infra-estrutura e Sistemas Urbanos. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ. Tabela de tarifas. Disponível em: <http://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/files/tabela_tarifas_saneamento_basico.pdf>. Acesso em: 02/01/2014.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA. Taxas e tarifas. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Ftarifas%2Fpagcopel2.nsf%2Fverdocatual%2F23BF37E67261209C03257488005939EB>>. Acesso em: 01/01/2014.

CORNELI, V. M. **Análise da gestão de resíduos de construção e demolição no município de Campo Mourão/Paraná**. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia

Urbana) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

CORRÊA, B. C.; CURSINO, D.; SILVA, G. **Viabilidade de implantação de uma usina de reciclagem da construção civil na cidade de São José dos Campos/SP**. Trabalho apresentado no XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2009.

DRZ GEOTECNOLOGIA E CONSULTORIA S/S LTDA. **PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico Módulo Limpeza Pública e Manejo de Resíduos Sólidos**. Maringá: DRZ Gestão Ambiental, 2011. 237 p. Versão preliminar.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná**. Londrina: EMBRAPA-SNLCS/SUDESUL/IAPAR, 1984.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FERREIRA, D. D. M.; NOSCHANG, C. R. T.; FERREIRA, L. F. **Gestão de resíduos da construção civil e demolição**: contribuições para a sustentabilidade ambiental. Trabalho apresentado no V Congresso Nacional de Excelência em Gestão: Gestão do Conhecimento para a Sustentabilidade, Niterói, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades: Paraná – Maringá. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/2340P>>. Acesso em: 05/09/2013.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONOMICO E SOCIAL. Caderno Estatístico: Município de Maringá. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/Montapdf.php?Municipio=87000>>. Acesso em: 11/09/2013.

JADOVSKI, I. **Diretrizes técnicas e econômicas para usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição**. 178 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos da construção**. Trabalho apresentado no Seminário – Reciclagem de Resíduos Sólidos Domiciliares, São Paulo, 2000.

LEITE, R. A.; PANDOLFO, A.; GOMES, A. P.; CORRÊA, R.; PANDOLFO, L. M.; MARTINS, M. S. Usina de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição do Município de Passo Fundo (RS): Avaliação da Viabilidade Econômica. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 12, n. 1, p. 107-129, 2010.

LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. **Guia para elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. Série de Publicações Temáticas do CREA-PR. Curitiba: CREA-PR, 2012.

MANFRINATO, J. W. S.; ESGUÍCERO, F. J.; MARTINS, B. L. **Implementação de usina para reciclagem de resíduos da construção civil (RCC) como ação para o desenvolvimento sustentável – estudo de caso**. Trabalho apresentado no XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção: A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável, Rio de Janeiro, 2008.

MARINGÁ. Decreto n. 1.653, de 20 de outubro de 2011. **Órgão Oficial do Município**, Maringá, PR, n. 1607, p. 15, 21 out. 2011.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. **Anuário Estatístico 2012**. Brasília: Secretaria do Desenvolvimento da Produção, 66 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Manual para implantação de sistema de gestão de resíduos de construção civil em consórcios públicos**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano, 2010. 54 p.

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, 2009.

MIRANDA, L. G. R. **Contribuição ao desenvolvimento da produção e controle de argamassas de revestimento com areia reciclada lavada de resíduos Classe A da construção civil**. 439 f. Tese (Doutorado em Engenharia – Área de Concentração Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

PAIVA, E. C. R.; SILVA, C. M.; BERNARDES, S. D. **Viabilidade econômica de uma usina de reciclagem de entulho em Catalão-GO**. Trabalho apresentado no III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Goiânia, 2012.

PASSOS, A. G.; MACIEL, M. A. C.; DORIA, M. R.; OLIVEIRA, R. B.; RUSSO, S. L. Análise estatística da evolução do Produto Interno Bruto da indústria da construção civil brasileira utilizando regressão linear simples. **Revista Gestão, Inovação e Tecnologias – GEINTEC**. São Cristóvão, v. 2, n. 5, p. 505-514, 2012.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PRITSCH, F. R. **Implementação de usinas para reciclagem de RCD classe A – metodologia para análise de custos**. 156 f. Trabalho de graduação (Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2010.

REZENDE, J. L.; SCHMIDT, A. S.; RINAUDO, R. **Estudo exploratório da geração de resíduos sólidos da construção civil em Maringá-PR**. Trabalho apresentado no 1º Fórum Internacional Ecoinnovar, Santa Maria, 2012.

ROSA, M. P. **Viabilidade econômico-financeira e benefícios ambientais da implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil produzidos em Florianópolis-SC**. 168 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SAPATA, S. M. M. **Diagnóstico e proposta para gerenciamento do resíduo da construção civil no município de Maringá-PR**. 184 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA. Paraná Edificações: custo de edificações. Disponível em: <
<http://www.paranaedificacoes.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=6>>. Acesso em: 02/02/2014.

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

SILVA, M. C. G. **Utilização do método *analytic hierarchy process* (AHP) para localização de usina de reciclagem de resíduos da construção civil.** 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Departamento de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012.

STOLZ, C. M. **Viabilidade econômica de usinas de reciclagem de RCD: um estudo de caso para Ijuí/RS.** 99 f. Trabalho de graduação (Engenharia Civil) – Departamento de Tecnologia, Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2008.

VIOLIN, R. Y. T. **Diagnostico da geração de resíduos de construção e demolição em etapas construtivas no município de Maringá/PR.** 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana), Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

WIENS, I. K.; HAMADA, J. **Gerenciamento de resíduos da construção civil** – uma introdução à legislação e implantação. Trabalho apresentado no XIII SIMPEP, Bauru, 2006.

WIKIPÉDIA. Maringá. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Maring%C3%A1>>. Acesso em: 11/09/2013.