



ÉDER LUIZ ARAÚJO SILVA

**ESTUDO PRÉVIO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA
IMPLANTAÇÃO DA COLETA SELETIVA E UNIDADE DE TRIAGEM
EM INCONFIDENTES - MG**

INCONFIDENTES – MG

2015

ÉDER LUIZ ARAÚJO SILVA

**ESTUDO PRÉVIO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA
IMPLANTAÇÃO DA COLETA SELETIVA E UNIDADE DE TRIAGEM
EM INCONFIDENTES - MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação Tecnológica em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes, para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. *Me.* Luiz Flávio Reis Fernandes

INCONFIDENTES – MG

2015

ÉDER LUIZ ARAÚJO SILVA

**ESTUDO PRÉVIO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA
IMPLANTAÇÃO DA COLETA SELETIVA E UNIDADE DE TRIAGEM
EM INCONFIDENTES - MG**

Data de aprovação: 11 de maio 2015

Orientador: Prof. *Me.* Luiz Flávio Reis Fernandes
Instituto Federal do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes

Membro 1: Prof. *Dr.* Éder Clementino dos Santos
Instituto Federal do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes

Membro 2: Prof. *Dr.* Claudino Ortigara
Instituto Federal do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus Pais João e Marlene, a minha irmã Nádyá e a uma pessoa muito especial minha avó Dona Nena, sem vocês nada disso seria possível. Dedico de uma forma muito especial a duas pessoas que sempre tive um carinho muito grande e sei que sempre foi recíproco, aos meus tios Tadeu e Filomena (in memoriam).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente e de uma forma muito especial às pessoas mais importantes na minha vida, minha mãe Marlene e minha avó Dona Nena, grandes guerreiras, pelo apoio, confiança e amor. Minha irmã Nádya pelo continuo incentivo e exemplo e ao meu Pai João pela força que sempre me deu, meu mais sincero muito obrigado a vocês FAMÍLIA.

À família que escolhi, meus amigos, Betão, Guilherme, Thiago Frezatti, Shu e Fernando Pereira pela irmandade, parceria e aprendizado, às amizades feitas durante essa etapa da Graduação, Guilherme (Big), Henrique (Kiki), Allison (Marboro), Arthur (Quarta-feira) e por fim Fernando (Chopotó) juntos desde o início de tudo, amizades para levar para vida. Agradeço ainda a todos os colegas de sala que caminharam junto comigo durante esses anos, valeu demais por tudo.

Ao professor Luiz Flávio, pela paciência, ensinamentos, orientação e contribuição para o desenvolvimento do trabalho.

Ao professor Mauro Alberti pela contribuição e sugestões fundamentais ao trabalho e ao meu amigo Tone por prontamente aceitar contribuir com a realização do trabalho e por sempre me receber muito bem em seu local de trabalho. Agradeço ainda a Adriana Daló que gentilmente se prontificou a contribuir e com muita paciência deu boas sugestões ao estudo e ao professor Carlos Cezar pela contribuição imediata quando solicitado.

Aos professores e colaboradores do IFSULDEMINAS - *Câmpus* Inconfidentes que muito me ensinaram e contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional, e aos membros da banca que aceitaram o convite prontamente, professores Éder Clementino dos Santos e Claudino Ortigara, pessoas que sempre me apoiaram e que tive como referência durante os anos de graduação.

Ao pessoal da Prefeitura Municipal de Inconfidentes, de modo especial ao Renatinho, Volmey e Zé França pela paciência e grande ajuda que deram e também aos catadores de materiais recicláveis pela recepção e ensinamentos.

Agradeço aos meus companheiros Lucas Godoi, Allison (Marboro), Carlos Henrique (Zé Roberto) e Arthur (Veio) por contribuírem diretamente para o desenvolvimento do trabalho.

Ao pessoal da Prefeitura Municipal de Turvolândia, em especial à Edimara e Caubi pela paciência e recepção e ao pessoal da ACLAMA de modo especial à Neusinha e Mindinho pela grande contribuição e ajuda.

Aos amigos do INSEA, de modo especial à Renata Siviero e Marcelo por sempre contribuírem prontamente com esclarecimentos sobre o trabalho.

Agradeço de um modo especial a Aricia, pessoa muito especial que esteve ao meu lado durante o desenvolvimento do trabalho me apoiando e dando forças nos momentos difíceis.

Por fim agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para o desenvolvimento do trabalho e acreditaram em mim.

Gratidão a todos.

Seja a mudança que você quer ver no mundo!

Mahatma Gandhi

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS E QUADROS	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT	iv
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 - RESÍDUOS SÓLIDOS.....	3
2.2 - DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)	5
2.3 - GERAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	8
2.4 - COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA	9
2.5 - COLETA SELETIVA	11
2.6 - IMPLANTAÇÃO DE PROGRAMAS DE COLETA SELETIVA.....	16
2.7 - RECICLAGEM	17
2.8 - UNIDADE DE TRIAGEM DE RECICILÁVEIS (UTR).....	20
2.9 - VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DA COLETA SELETIVA E UNIDADE DE TRIAGEM	25
2.10 - LEI 12.305/2010 – POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS) ..	26
3 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	30
3.1 - CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL.....	30
3.2 - CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	31
3.3 - CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	32
3.3.1 – Caracterização quantitativa	32
3.3.2 – Caracterização qualitativa – composição gravimétrica.....	33
3.4 - DIMENSIONAMENTO E VIABILIDADE DA COLETA SELETIVA E DA UNIDADE DE TRIAGEM.....	34
4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
4.1 - CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS	37
4.2 - COBRANÇA DOS SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA.....	39
4.3 - VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DA COLETA SELETIVA E UNIDADE DE TRIAGEM	40
4.3.1 – Cenário A – Gerenciamento do sistema através de parceria com associação de catadores.....	46
4.3.2 – Cenário B: Prefeitura municipal arcando com o processo de forma integral.....	48

4.3.3 – Comparação dos sistemas de gerenciamento	49
5 - CONCLUSÕES	53
6 - RECOMENDAÇÕES	55
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
8 – ANEXOS	63
8.1 - ROTEIROS DE ENTREVISTAS – CATADORES E PREFEITURA	63
8.2 – RELATÓRIOS DE CONSUMO DE COMBUSTÍVEL E DESPESAS COM MANUTENÇÃO DO CAMINHÃO COMPACTADOR.....	64
8.3 – ORÇAMENTOS	65

LISTA DE TABELAS E QUADROS

TABELA 1: Evolução da disposição final dos resíduos de 1989 a 2008.....	7
TABELA 2 - Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil em 2008.....	10
TABELA 3 - Índice de reciclagem no Brasil entre 2010 e 2012	19
TABELA 4 - Economias proporcionadas pela reciclagem	20
TABELA 5 - Estimativa de custos de elementos em unidades de triagem.	24
TABELA 6 - Receitas com as vendas dos recicláveis.....	41
TABELA 7 - Custos estimados de implantação e manutenção do programa de coleta seletiva e UTR	43
TABELA 8 – Relação de possível receita dos associados.	46
TABELA 9 - Despesas da prefeitura municipal.....	47
TABELA 10 - Despesas para prefeitura operar o sistema de forma integral	49
TABELA 11 - Comparação dos sistemas de gerenciamento	50
QUADRO 1 - Equipamentos para galpão de triagem	23
QUADRO 2 - Principais mudanças com a promulgação da PNRS	28
QUADRO 3 - Informações socioeconômicas de Inconfidentes	31
QUADRO 4 - Rotas de coleta dos resíduos	38
QUADRO 5- Despesas mensais com coleta convencional	40

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Disposição final dos RSU em Minas Gerais	7
FIGURA 2 - Composição gravimétrica dos RSU do município de Dois Irmãos do Buriti - MS	10
FIGURA 3 - Amostragem para composição gravimétrica	11
FIGURA 4 - Evolução do custo da coleta seletiva x Coleta Convencional	14
FIGURA 5 - Evolução das iniciativas de coleta seletiva no Brasil	15
FIGURA 6 - Etapas da unidade de triagem	21
FIGURA 7 - Composição gravimétrica de Inconfidentes	33
FIGURA 8 - Lixão e big bag's com material triado FIGURA 9 - Catadores trabalhando	39
FIGURA 10 - Coleta de materiais recicláveis no município de Tibagi.....	44

RESUMO

Atualmente, um dos maiores problemas ambientais enfrentados pelas prefeituras municipais no que tange ao saneamento trata-se da crescente geração de resíduos sólidos e sua posterior destinação. A disposição final inadequada dos resíduos sólidos proporcionam inúmeros impactos ambientais que afetam diretamente a qualidade de vida da população, logo iniciativas voltadas para melhorar o gerenciamento dos resíduos dentro dos municípios são necessárias. Diante desse contexto, a implantação da coleta seletiva e uma unidade de triagem dos resíduos (UTR) apresentam-se como alternativas adequadas que proporcionam benefícios sociais e ambientais. Visando esta questão, o presente estudo teve como objetivo analisar a viabilidade econômica da implantação de um programa de coleta seletiva e de uma unidade de triagem no município de Inconfidentes - MG. O trabalho foi desenvolvido por meio de um levantamento bibliográfico a respeito do tema, levantamento de dados a respeito da geração dos resíduos sólidos municipais e sua composição gravimétrica, entrevistas semiestruturadas com os atores envolvidos com o gerenciamento dos resíduos, visitas técnicas em unidades de triagem consolidadas, levantamento de dados do mercado de recicláveis na região e por fim foram confrontados os dados das possíveis receitas e despesas que a implementação do programa venha apresentar à municipalidade. Com os dados obtidos foi possível propor cenários de gerenciamento que envolvem a implementação da coleta seletiva, bem como da unidade de triagem. A partir da análise dos cenários, um programa de coleta seletiva e uma UTR não são viáveis economicamente do ponto de vista da administração municipal, ou seja, nenhuma das propostas se auto sustentam, inclusive a forma atual de gerenciamento, o que demonstra que a coleta seletiva e a UTR não são determinantes para a inviabilidade. Destaca-se, porém, que a adoção das referidas práticas de gerenciamento não devem ser vistas somente do ponto de vista econômico, tendo em vista os diversos benefícios socioambientais que as mesmas podem proporcionar, o que conseqüentemente contribui para a melhora na qualidade de vida da população.

Palavras – chaves: Coleta seletiva; Unidades de Triagem de Resíduos; Viabilidade Econômica.

ABSTRACT

In this days, one the biggest environmental problems faced by municipal governments regarding the reorganization it is the rising generation of solid waste and its subsequent disposal. The inadequate disposal of solid waste provide numerous environmental impacts that directly affect people's quality of life, just initiatives aimed at improving the management of waste within the municipalities are required. In this context, the implementation of selective collection and Waste Sorting Unit (WSU) are presented as suitable alternatives that provide social and environmental benefits. Aiming to this question, this study aimed to analyze the economic feasibility of implementing a selective collection program and a screening unit in the city of Inconfidentes - MG. This study was developed through a literature review on the topic, survey data concerning the generation of municipal solid waste and its gravimetric composition, semi-structured interviews with the actors involved in waste management, technical visits in consolidated sorting units, lifting of recyclable market data in the region and finally were compared data of the possible income and expenses that the program implementation will provide the municipality. With the data obtained was proposed management scenarios involving the implementation of selective collection and sorting unit. From the analysis of the scenarios, a selective collection program and a WSU are not economically viable from the point of view of municipal administration, that is, none of the proposals themselves claim, including the current form of management, which shows that the collection selective and the WSU is not decisive for the unfeasibility. It is noteworthy, however, that the adoption of management practices such should not be seen only from the economic point of view, given the various social and environmental benefits that they can provide, which in turn contributes to improved quality of life population.

Key – words: Selective collect; Waste Sorting Units; Economic Viability.

1 - INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos pelos seres humanos é algo que remonta ao início de sua existência. Para exercer suas atividades diárias de sobrevivência os mesmos necessitam de insumos que geralmente são extraídos dos recursos naturais posteriormente transformados em bens e produtos que conseqüentemente após sua utilização resultam em subprodutos, também conhecidos como resíduos.

A crescente geração de resíduos sólidos é um dos problemas ambientais mais preocupantes das cidades contemporâneas, tal acréscimo na geração é fruto do crescimento populacional aliado à mudança de hábitos da população. Somado a isso, a industrialização e o desenvolvimento tecnológico contribuem na medida em que cada vez mais são produzidos bens não duráveis que rapidamente voltam ao ambiente e conseqüentemente geram impactos socioambientais pela disposição inadequada, como poluição do solo, ar e água, bem como a proliferação de vetores de doenças que interferem na qualidade de vida da população.

Segundo dados da Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), em 2013 foram geradas diariamente 209.280 toneladas de resíduos apresentando um aumento de 4,1% em relação ao ano anterior. Já com relação à disposição final, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontou que em 2008 50,8% dos municípios encaminhavam seus resíduos a lixões, 22,5% a aterros controlados e somente 27,7% faziam a disposição de forma adequada em aterros sanitários.

Diante desse contexto é evidente a necessidade de se promover um gerenciamento adequado dos resíduos com o intuito de minimizar os impactos que os mesmos podem proporcionar ao ambiente e à saúde da população. É válido ressaltar a importância da implantação de programas de coleta seletiva e unidades de triagem de resíduos (UTRs), principalmente em relação à saúde pública, pois muitos municípios brasileiros sofrem com os problemas advindos do gerenciamento inadequado dos resíduos e programas dessa natureza

podem contribuir significativamente para melhorar as condições de saúde e conseqüentemente de qualidade de vida da população.

Segundo a pesquisa *Ciclosoft* realizada em 2014 pelo Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), apenas 17% dos municípios brasileiros operam programas de coleta seletiva. Já no que concerne as unidades de triagem, dados do Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (IPEA, 2012) apontaram que em 2008 somente 445 municípios possuíam unidades de triagem de resíduos, o que corresponde a 7,97% do total de municípios brasileiros. Complementarmente em Minas Gerais, foram identificados 155 municípios destinando seus resíduos em unidades de triagem e compostagem no ano de 2013, quantidade que corresponde a aproximadamente 18% dos municípios mineiros (Feam, 2014).

Com uma população de 6.908 habitantes (IBGE, 2010), Inconfidentes/MG possui um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos similar a muitos municípios brasileiros, sem a existência da coleta seletiva bem como UTR, contando somente com a coleta convencional seguida da disposição final em um lixão. É relevante frisar que Inconfidentes/MG gera aproximadamente 111 toneladas mensais de resíduos sólidos e a geração *per capita* do município é de 0,507 Kg/hab./dia.

Tendo em vista a realidade do município, é possível perceber a necessidade de melhorias no que se refere ao gerenciamento dos resíduos, onde a implantação de um programa de coleta seletiva e a instalação de uma unidade de triagem podem contribuir significativamente com a destinação dos resíduos municipais, trazendo benefícios voltados a qualidade de vida de sua população.

Diante desse contexto, o objetivo do presente estudo é analisar a viabilidade econômica da implantação da coleta seletiva e de uma unidade de triagem em Inconfidentes/MG, visando contribuir com o gerenciamento dos resíduos sólidos do município. Como objetivos específicos destacam-se, a realização do diagnóstico da situação atual do gerenciamento dos resíduos sólidos do município; identificação da quantidade dos resíduos sólidos gerados e sua distribuição por tipos; levantamento dos preços dos recicláveis da região e a realização do dimensionamento do programa de coleta seletiva e da unidade de triagem em Inconfidentes/MG.

2 - REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 - RESÍDUOS SÓLIDOS

Os termos resíduos sólidos e rejeitos geralmente são alvo de dúvidas por parte da maioria das pessoas. Diante deste cenário, diversos autores e expedientes legais estabelecem suas definições.

Para efeito de entendimento, o inciso XVI do artigo 3º da Lei nº 12.305/2010 que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), traz a seguinte definição para resíduos sólidos:

“material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível”.

De acordo com Reis Fernandes (2010), a diferença básica entre resíduo e rejeito está na possibilidade de aproveitamento do mesmo após o consumo do produto que o deu origem, ou seja, o primeiro é passível de uso pós-consumo já o segundo trata-se de material inservível que de certa forma não pode ser aproveitado devido às suas características.

Complementam essas definições a conceituação de Goncalves (2007) que define resíduos sólidos municipais (RSM) como sendo aqueles gerados dentro de um município, podendo ser subdivididos em resíduos sólidos urbanos (RSU) e resíduos sólidos rurais (RSR) e de Roth, Isaia e Isaia (1999) *apud* Rodrigues (2009) que informa que resíduos sólidos urbanos são aqueles decorrentes das atividades humanas em aglomerados urbanos que se enquadram como residenciais, comerciais e públicos.

Diante da abrangência da definição do conceito de resíduos sólidos, é conveniente que os mesmos sejam classificados com o intuito de orientar os gestores na estratégia de

manejo para posterior tomada de decisões. Para tanto, as formas mais usuais de classificação são quanto a sua periculosidade de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT 10.004 (2004) e quanto à fonte geradora.

Para Consoni; Peres; Castro (2000) citados por Macari (2009), a classificação segundo a fonte geradora é composta das seguintes categorias:

I - Domiciliar: originado no dia-a-dia das residências, composto por restos de alimentos, embalagens, rejeitos, etc.

II - Comercial: proveniente de estabelecimentos comerciais e de serviços, como lojas, bares, restaurantes, supermercados etc.

III - Público: oriundo dos serviços de limpeza pública urbana, composto por resíduos de varrição, restos de podas de árvores, limpeza de galerias etc.

IV - Serviços de Saúde: resíduos sépticos, provenientes dos estabelecimentos de saúde como hospitais, farmácias, clínicas veterinárias e postos de saúde.

V - Portos, aeroportos e terminais rodoviários e ferroviários: composto de materiais de higiene pessoal, asseio pessoal e restos de alimentos.

VI - Industrial: originado nas atividades dos diversos ramos da indústria, os resíduos são bastante variados e geralmente encontra-se em suas composições substâncias tóxicas e perigosas.

VII - Agrícola: provenientes das atividades agrícolas e pecuárias.

VIII - Construção Civil: resultantes das atividades de construção civil, de demolição e restos de obras.

Dentre os tipos de classificações supracitadas, a que é realizada com base na origem dos resíduos é de grande relevância, pelo fato da mesma poder inferir a responsabilidade pela destinação final dos mesmos.

Com relação à responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos o Guia de Orientação de Adequação dos Municípios à PNRS (2011), preconiza o seguinte:

“A coleta e o transporte dos resíduos domiciliares, públicos e de pequeno comércio são em geral de responsabilidade do órgão municipal gestor da limpeza pública, assim como pequenas quantidades de resíduos da construção civil. Já a coleta e o transporte dos resíduos de grandes geradores, como indústrias, comércios e categorias específicas, por exemplo portos, aeroportos e atividades agrícolas, são de responsabilidade do gerador.”

2.2 - DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)

São considerados sistemas de disposição final de resíduos sólidos: os lixões, aterros controlados e os aterros sanitários.

Os lixões ainda são empregados em grande parte dos municípios brasileiros, e por se tratar da forma de disposição mais inadequada entre as demais é um ponto significativo abordado pela PNRS, sendo prevista sua erradicação no país por conta dos diversos impactos que podem trazer tanto ao ambiente quanto a saúde pública.

Para Cornieri (2011) os lixões ou vazadouros a céu aberto tratam-se de locais onde os resíduos são depositados sem nenhum tipo de tratamento, apresentando potencial elevado de contaminar o solo e água, além de ser foco de proliferação de doenças.

Outra alternativa de disposição final empregada no Brasil são os aterros controlados, que tratam-se de uma forma de disposição que minimiza os impactos se comparados aos lixões, pois há um recobrimento da massa de resíduo com material inerte no final de cada jornada de trabalho. Frésca (2007) explica que a disposição em aterros controlados apenas minimiza os impactos, tendo em vista a realização do recobrimento dos resíduos, porém, ainda deixa a desejar quanto aos demais fatores envolvidos, que implicam no tratamento do chorume e gases, pela ausência de impermeabilização de base e de sistemas de drenagem, além da falta de controle na entrada dos resíduos.

Para um melhor entendimento dos problemas que a disposição final inadequada pode gerar Gouveia (2012) menciona que a disposição de resíduos sólidos em aterros controlados ou lixões comprometem significativamente a qualidade do solo, água e ar por serem fontes de compostos orgânicos voláteis, solventes, metais pesados, entre outros. Outro ponto que pode agredir o ambiente é a formação do chorume, líquido negro de mau cheiro que apresenta elevado potencial poluidor, proveniente da decomposição de matéria orgânica que além de contaminar diretamente o solo, pode através de sua percolação comprometer a qualidade do lençol freático.

Somado a esses fatores os aterros controlados e lixões se tornam propícios a proliferação de vetores transmissores de doenças, além de proporcionar risco aos profissionais que trabalham diretamente com os resíduos, onde os mesmos realizam seu trabalho em condições insalubres, pois ficam expostos a substâncias tóxicas e geralmente não utilizam nenhum tipo de proteção para desempenhar suas atividades.

Os aterros sanitários são tidos como a maneira mais adequada de disposição final de resíduos, por apresentar características técnicas operacionais avançadas que mitigam os impactos ambientais negativos.

Segundo Oliveira (2011), os aterros sanitários são caracterizados por adotar medidas sanitárias que reduzem os danos ao ambiente e a saúde pública, como a impermeabilização de base objetivando evitar a infiltração de líquidos residuais e chorume para que não haja contato dos mesmos com o lençol freático. Os resíduos são colocados em células sanitárias e recobertos com material inerte diariamente, possuem sistemas de tratamento para lixiviados, drenos superficiais para águas pluviais, além de apresentar drenos para captação de gases que posteriormente podem passar pelo processo de queima possibilitando o aproveitamento energético do mesmo.

A disposição final em aterros sanitários indubitavelmente é a mais adequada do ponto de vista sanitário, porém, é preciso se ter em mente que uma quantidade enorme de resíduos que poderiam ser reaproveitados são encaminhados aos mesmos, o que acarreta em um desperdício de matérias-primas e recursos naturais. Portanto, iniciativas como a coleta seletiva para posterior reciclagem além da compostagem devem ser estimuladas com o intuito de evitar que novas áreas sejam destinadas a disposição final de resíduos.

No que concerne a situação da disposição final dos resíduos sólidos no Brasil, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) demonstraram que houve uma melhora na situação, o aumento de 10% na disposição final em aterros sanitários em 2008 em relação a 2000 e a redução de cerca de 21% na disposição em vazadouros a céu aberto no mesmo período denotam um avanço, porém, ainda há muito o que se fazer em relação a esse aspecto do gerenciamento dos resíduos, inclusive para atender o estabelecido pela PNRS.

A Tabela 1 demonstra a evolução na disposição de resíduos nos últimos anos:

TABELA 1: Evolução da disposição final dos resíduos de 1989 a 2008

Ano	Destino final (%)		
	Vazadouro a céu aberto	Aterro Controlado	Aterro Sanitário
1989	88,2	9,6	1,1
2000	72,3	22,3	17,3
2008	50,8	22,5	27,7

FONTE: IBGE PNSB (2008)

A situação descrita anteriormente a respeito da disposição final dos resíduos sólidos no Brasil, prevalecendo às formas inadequadas, decorre principalmente pelo baixo orçamento das administrações municipais, além da falta de capacitação técnico administrativa e pouca conscientização relacionada aos problemas ambientais (Zanta e Ferreira, 2003).

Diante do cenário apresentado anteriormente é importante destacar de forma complementar a situação do estado de Minas Gerais nesse contexto.

A Figura 1 demonstra a conjuntura da disposição final em MG:

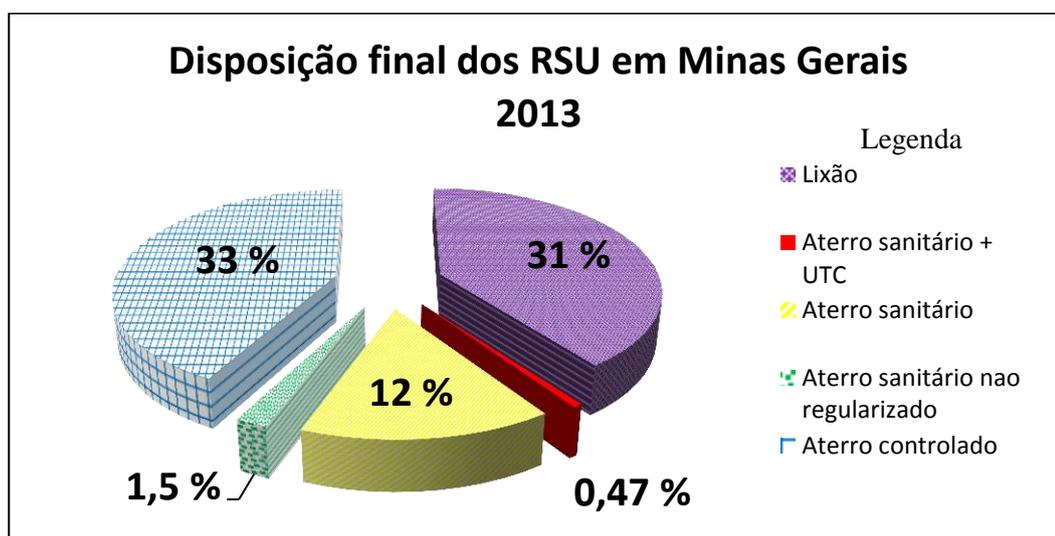


FIGURA 1 - Disposição final dos RSU em Minas Gerais
FONTE: Adaptado FEAM (2013)

Com relação aos dados apresentados na Figura 1, é relevante frisar que as categorias de destinação denominadas UTC, UTC não regularizadas, fora de MG e AAF's sem verificação, presentes no relatório da Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), não foram incluídas, sendo abordadas somente as formas de disposição final.

2.3 - GERAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Um dos maiores problemas atualmente que os municípios têm enfrentado no que tange ao saneamento é a crescente geração de resíduos sólidos, que por sua vez, é influenciada diretamente pelo crescimento populacional e econômico, geração esta que cresce constantemente devido principalmente aos hábitos de consumo excessivos adotados pela população.

Além do aumento da quantidade de resíduos gerados, outro fator agravante é a mudança nas características dos mesmos, que muitas vezes integram em suas composições elementos perigosos e tóxicos que proporcionam riscos tanto ao ecossistema quanto a saúde da população. Tais alterações decorrem principalmente por meio das mudanças nos processos de fabricação dos produtos (Gouveia, 2012).

Alguns fatores influenciam diretamente na geração de RSU e segundo Magalhães (2008), os principais são: o poder de compra da população, os hábitos de consumo, costumes, épocas do ano, dentre outros.

Para ilustrar a relação direta entre renda, consumo e geração de resíduos Oliveira *et al* (2004) *apud* Campos (2012) em seu estudo observou grande variação *per capita* em função da renda dos habitantes, evidenciando que maiores índices de geração dos resíduos encontravam-se nas regiões mais ricas ao passo que os menores índices se encontravam em regiões menos abastadas.

Os hábitos da população influenciam diretamente a quantidade e composição dos resíduos. É possível notar que em determinadas épocas do ano como os períodos de férias e em eventos festivos a geração de resíduos aumenta em determinadas localidades. Michaellesen *et al* (2011) analisando a geração de resíduos da cidade de Gramado/RS, que tem sua economia voltada para as atividades turísticas, observou que a geração de resíduos aumenta significativamente nos tradicionais meses de férias, ou seja, dezembro e janeiro. A geração mensal que gira em torno de 800 toneladas tem um aumento nos referidos meses de duzentas toneladas em decorrência da vinda de muitos visitantes a cidade.

É importante ressaltar que a pesquisa nacional realizada pela Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), que identificou o panorama dos resíduos sólidos urbanos no Brasil, apontou que em 2013 foram geradas diariamente 209.280 toneladas de resíduos sólidos ao passo que no ano anterior foram geradas 201.058 toneladas, evidenciando aumento de 4,1% no período de 12 meses, denotando a relevância da temática tendo em vista a quantidade de resíduos sólidos gerados

por dia e que conseqüentemente são encaminhadas para a destinação final. A mesma pesquisa indicou que a geração média de RSU no Brasil é de 1,04 kg/hab./dia.

Diante desse cenário nacional, é importante ressaltar a participação do estado de Minas Gerais em 2013 na geração de resíduos sólidos, que foi de 18.470 toneladas/dia o que corresponde 8,8% do montante nacional. Cabe salientar também, que a geração média do referido estado é de 0,8 kg/hab./dia.

2.4 - COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA

Com o intuito de aperfeiçoar as questões relacionadas ao gerenciamento dos resíduos sólidos, é primordial conhecer de forma detalhada as características e quantidades dos mesmos, onde a caracterização física através da composição gravimétrica é um item de extrema relevância e que pode ser de grande utilidade na tomada de decisões.

De acordo com Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM, 2001), entende-se por composição gravimétrica o levantamento que traduz o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra dos resíduos analisada. A forma mais empregada de divisão para a caracterização dos resíduos é: plástico, papel/papelão, vidro, metal, matéria orgânica e outros, porém, a escolha de qual divisão realizar vai ao encontro da finalidade do estudo a ser desenvolvido e suas especificidades.

A análise da composição gravimétrica dos RSU trata-se de uma ferramenta essencial no planejamento das ações a serem tomadas com relação ao gerenciamento dos resíduos. Com base na mesma é possível obter informações para o dimensionamento dos equipamentos, instalações e recursos necessários tanto para elaboração da proposta de tratamento, quanto para a disposição final dos resíduos, além de proporcionar informações estatísticas para cálculos de estimativas com relação à viabilidade econômica de projetos de coleta seletiva e reciclagem (Cavalcanti, 2013).

A Tabela 2 demonstra a composição gravimétrica do Brasil no ano de 2008:

TABELA 2 - Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil em 2008.

Materiais	Participação (%)
Recicláveis	31,9
Papel / papelão e tetrapack	13,1
Metais	2,9
Plástico	13,5
Vidro	2,4
Matéria Orgânica	51,4
Outros	16,7
TOTAL	100,0

FONTE: Adaptado (BRASIL, 2012 p. 9)

A título de ilustração da importância da realização da composição gravimétrica, um estudo realizado por Filho *et al* (2008) no município de Dois Irmãos do Buriti – MS, com população de aproximadamente 4.300 habitantes, teve como objetivo realizar um diagnóstico da situação dos resíduos sólidos do município visando subsidiar a elaboração de um Sistema Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos (SIGRSU) que contemplasse a coleta seletiva e uma central de tratamento dos resíduos. Para tanto foi elaborada a composição gravimétrica dos resíduos, e os resultados encontrados estão apresentados na Figura 2.

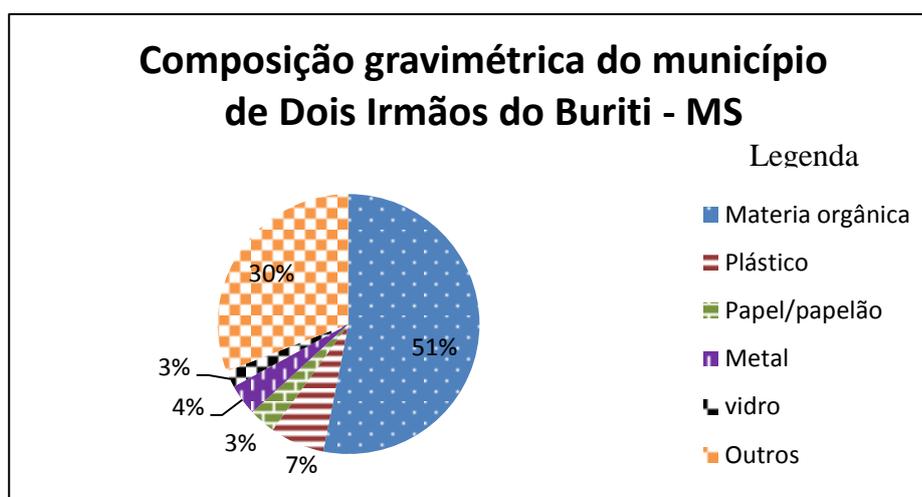


FIGURA 2 - Composição gravimétrica dos RSU do município de Dois Irmãos do Buriti - MS
 FONTE: Adaptado Filho *et al* (2008)

Os autores evidenciaram a partir do estudo que 51% dos resíduos que eram coletados eram constituídos de matéria orgânica e aproximadamente 18% era composto por recicláveis, denotando que somente 30% dos resíduos eram para ser dispostos no aterro.

Com relação às metodologias utilizadas para caracterização física dos resíduos Gonçalves (2007) destaca alguns métodos nacionais conforme a seguir:

- **Método de Martins:** Indicado para cidades de médio porte, recomendado que as amostragens sejam feitas em três fases, na estação chuvosa (novembro/março), fria (abril/julho) e quente e seca (agosto/outubro).
- **Método CETEC:** Utiliza a mesma metodologia de Martins com algumas adaptações.
- **Método Leme e Jóia:** Metodologia onde as amostragens são realizadas por residência, onde as coletas acontecem no período de um mês no inverno, verão e férias escolares.
- **Método CETESB:** Metodologia onde as amostragens são realizadas no sistema de disposição final dos resíduos por meio da técnica de quarteamento, conforme a Figura 3 a seguir:

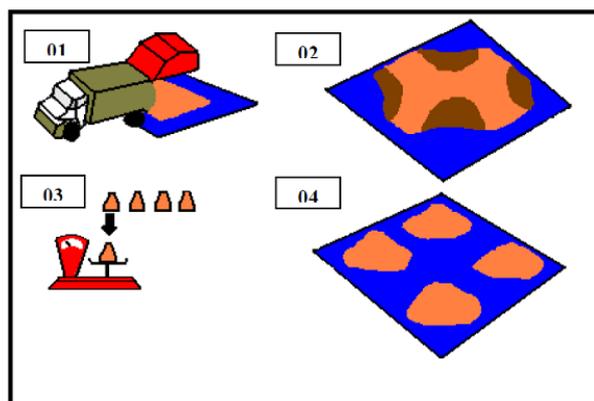


FIGURA 3 - Amostragem para composição gravimétrica
FONTE: D' Almeida e Vilhena *apud* Gonçalves (2007)

2.5 - COLETA SELETIVA

O interesse pelo meio ambiente e pelas questões relacionadas com os resíduos sólidos tem resultado em questionamentos por parte de diversos segmentos da sociedade, levando a busca frequente por soluções que aperfeiçoem o gerenciamento dos mesmos.

Os programas de coleta seletiva podem ser executados seguindo diversos modelos, ou seja, podem ser operados de forma isolada pela municipalidade, por meio do trabalho exclusivo dos catadores ou através do estabelecimento de parcerias entre as prefeituras e associações/cooperativas de catadores. Este último, por sua vez, tem sido adotado por diversos municípios acarretando ganhos econômicos e sociais (Cornieri, 2011).

O Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE, 2014) destaca quatro maneiras de se realizar a coleta seletiva: coleta seletiva porta-a-porta, coleta seletiva voluntária (PEVs), postos de troca e por meio da coleta informal, geralmente realizada por catadores.

É importante ressaltar que a adoção dos sistemas supracitados pode ser realizada de forma individual ou combinada, isso vai depender das especificidades do sistema de gerenciamento escolhido.

A implementação da coleta seletiva é considerada um fator de grande relevância, pelo fato de interferir em diversas questões, sejam elas econômicas ou socioambientais.

A adesão desse método de coleta propicia uma melhora significativa na qualidade dos materiais a serem posteriormente reciclados, pois com a segregação na fonte, os materiais como papel/papelão, vidro, metal e plásticos tem suas propriedades físicas conservadas o que eleva seu potencial de aproveitamento, reduzindo os custos de tratamento dos mesmos nas unidades de triagem e conseqüentemente os ganhos na comercialização dos mesmos são maiores. Outro ponto importante de tal modalidade de coleta é a economia proporcionada às municipalidades no que se refere à disposição final dos resíduos, pois uma quantidade razoável de materiais é direcionada a reciclagem evitando o encaminhamento dos mesmos para disposição final.

Do ponto de vista ambiental trata-se de um ganho que se traduz pelo aumento da vida útil das áreas de disposição final, somado a esse fator a coleta seletiva ainda contribui para a redução do consumo de recursos naturais tendo em vista que os materiais encaminhados à reciclagem retornam ao ciclo produtivo, além de reduzir a poluição que conseqüentemente traz riscos a saúde da população (Viana e Oliveira, 2012).

Um exemplo que ilustra a relevância financeira da disposição final dos RSU é apresentado por Schirmer *et al.* (2009), onde observaram em sua pesquisa, que no primeiro ano de implantação da coleta seletiva no município de Irati/PR, houve uma economia referente a disposição final de R\$ 13.437,00, com prolongamento da vida útil do aterro em 66 dias.

Na esfera social, destaca-se a geração de emprego e renda para pessoas menos favorecidas que sobrevivem da catação de materiais, pois com a coleta seletiva tais indivíduos tem uma melhora nas condições de trabalho, uma vez que podem deixar de desempenhar suas funções em lixões, situação cotidiana no país, para trabalhar nas cidades e em unidades de triagem, se organizando através de associações ou cooperativas, contribuindo efetivamente

para a redução dos custos de gerenciamento despendidos pelas prefeituras (Demajorovic; Besen; Rathsam, 2004).

Outro aspecto importante é a promoção da cidadania, pois a participação popular na implementação da coleta é primordial, portanto, o caráter educativo de tal processo é notório através da sensibilização das pessoas para com o ambiente no qual estão inseridas.

Os programas de coleta seletiva apresentam pontos positivos quando implementados. Candido *et al* (2009) destacam que tais programas contribuem para estimular a cidadania e a participação popular, tendo em vista a importância da população no processo, que através de seu engajamento pode melhorar as condições dos materiais recicláveis a serem encaminhados as unidades de triagem. Outro ponto relevante é o benefício ambiental que os programas proporcionam, pois reduzem a quantidade de resíduos a serem dispostos além de promover a economia de energia e recursos naturais. Em contrapartida, os autores destacam como principais desafios enfrentados na implementação dos programas a necessidade de estrutura para triagem dos materiais, bem como de critérios técnicos bem planejados e definidos para não perder a credibilidade com a população. Somado a esses fatores não deve haver expectativa de lucro financeiro, pois a economia advém da otimização dos serviços, aumento da vida útil das áreas de disposição final e redução dos custos com saúde pública.

Em suas pesquisas Ribeiro e Lima (2000) citam que os obstáculos mais comuns na execução da coleta seletiva nos municípios são: dificuldades na comercialização; inexistência de infraestrutura para estocagem; dependência por parte dos catadores da estrutura operacional da prefeitura; armazenamento inadequado dos materiais recicláveis e dificuldade de capitalização da cooperativa para comprar equipamentos.

As limitações financeiras também geralmente são responsáveis pela inexistência e até mesmo descontinuidade dos programas de coleta seletiva. Viveiros (2006) destaca que no campo econômico, a principal alegação relacionada a não implantação de soluções adequadas para os resíduos sólidos é a insuficiência de recursos financeiros. Corrobora com essa afirmação, a observação de Silva *et al.*(2013) em sua pesquisa, onde o gestor dos resíduos sólidos do município de Pirambu/SE, apontou a questão financeira para justificar, em parte, a inexistência de um programa de coleta seletiva para a cidade.

Calderoni (2003) em sua pesquisa apontou alguns fatores que podem justificar o aumento dos custos da coleta seletiva em São Paulo, como a escala da coleta, pois com o aumento da quantidade coletada os custos poderiam ser reduzidos. O espaço para armazenagem também é um item que pode ter encarecido o processo já que a venda em lotes

evita perdas decorrentes das variações sazonais na demanda, visto que com o armazenamento dos materiais beneficiados a venda pode ser realizada em momentos em que os materiais estão com preços mais altos. A ausência de terceirização foi outro fator importante, pois o fato da mão-de-obra e equipamentos serem da prefeitura municipal tornou o programa de difícil administração, fato que vai ao encontro da importância das parcerias, principalmente com catadores no processo de coleta, o que consequentemente reduz os custos dispensados pelas administrações municipais. O planejamento e gestão do programa também se mostraram ineficientes no caso da capital paulista.

No que se refere aos gastos para a implantação de sistemas de coleta seletiva no Brasil, apesar dos mesmos apresentarem uma redução nos últimos 20 anos a pesquisa *Ciclosoft* 2014 informou que o custo ainda é relativamente maior do que a coleta regular, na ordem de 4,6 vezes, conforme a Figura 4.

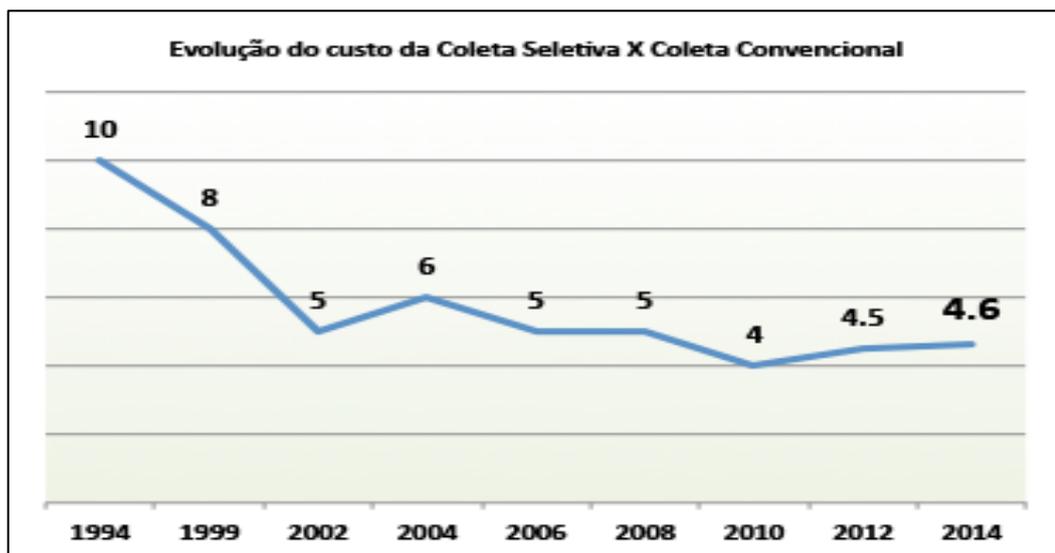


FIGURA 4 - Evolução do custo da coleta seletiva x Coleta Convencional
FONTE: CICLOSOFT (2014)

As despesas com a implantação e manutenção dos programas de coleta seletiva geralmente são pagas com recursos orçamentários municipais, provenientes de taxas específicas de limpeza pública, ou de taxa arrecadada juntamente com o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), que tem como base de cálculo a área edificada dos imóveis (Ribeiro e Besen, 2007).

Um exemplo que chama a atenção com relação aos gastos do programa de coleta seletiva é o município de Santo André/SP, onde Corniere (2011) através de levantamento realizado constatou que os preços eram bem próximos ao da coleta regular, em que o preço da coleta seletiva por tonelada era de R\$ 89,74 ao passo que o da coleta regular era de R\$ 78,50,

demonstrando que há a possibilidade da inserção de tais programas nos municípios que apresentem custos não tão superiores à coleta convencional.

Outro exemplo que trata dos custos dos programas de coleta seletiva é apresentado por Lima (2010). O autor evidenciou no município de Votuporanga/SP que os custos do programa de coleta seletiva no município apresentavam-se aproximadamente igual a 4 vezes o custo da coleta regular, na ordem de R\$ 411,73/tonelada. Em contrapartida, o autor destacou que se houvesse a segregação e coleta seletiva de todo material reciclável gerado no município o custo seria reduzido para R\$ 92,66/tonelada, demonstrando que o custo médio da coleta seletiva pode ser reduzido se a totalidade dos resíduos recicláveis gerados for encaminhada as unidades de triagem.

Embora a variável econômica da implantação e manutenção da coleta seletiva ainda seja fator determinante para a decisão dos municípios em adotar tal prática, o panorama da coleta seletiva no Brasil vem apresentando uma evolução em seu quadro nos últimos 20 anos, com destaque para o aumento no número de programas no ano de 2012 em relação a 2010, conforme a Figura 5. Observa-se um aumento significativo das iniciativas de coleta seletiva, fato que pode ser resultado da promulgação da PNRS que prevê incentivos para esse tipo de programa.

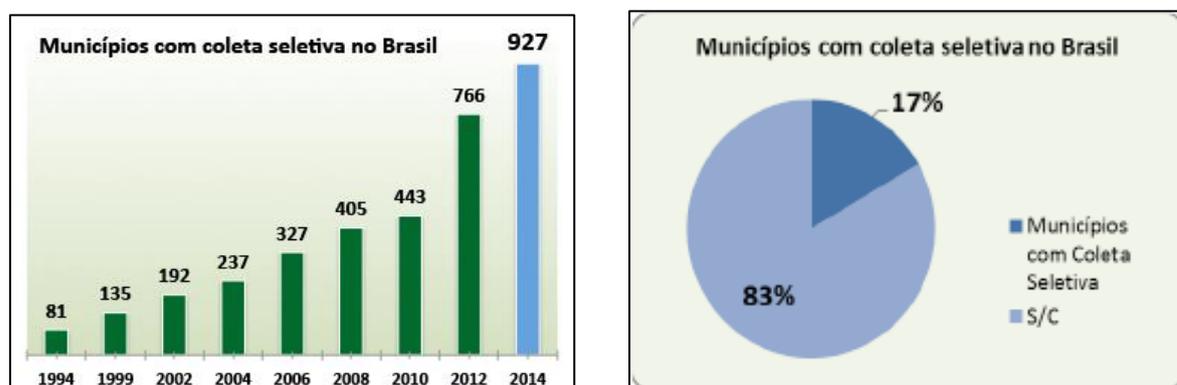


FIGURA 5 - Evolução das iniciativas de coleta seletiva no Brasil
FONTE: CICLOSOFT (2014)

Dentre os municípios brasileiros que realizam a coleta seletiva, deve-se destacar o município de Londrina/PR que atende a totalidade de sua população com o serviço e atingiu um índice de recuperação dos materiais recicláveis de 21,8% em relação ao total de resíduos sólidos domiciliares coletados, índice próximo do limite máximo considerado por especialistas que gira em torno de 35% (MMA, 2008).

2.6 - IMPLANTAÇÃO DE PROGRAMAS DE COLETA SELETIVA

Para um programa de coleta seletiva ser implementado e ter sua continuidade assegurada, é necessário que sejam realizados diversos levantamentos acerca da temática dos resíduos sólidos e da realidade local, para que se possa realizar um bom planejamento de todas as ações que farão parte do programa.

Souza (2005) citado por Schirmer *et al.* (2009) relata que a coleta seletiva se fundamenta em um tripé composto por Educação Ambiental, Logística e Destinação. A Educação Ambiental é um fator essencial na implementação da coleta seletiva, pois a mesma tem a finalidade de capacitar os indivíduos por meio da conscientização no que tange as questões ambientais, sensibilizando-os para o reconhecimento de seu papel como cidadão e demonstrando aos mesmos a relevância de sua participação para o sucesso do programa de coleta seletiva.

A logística por sua vez, engloba todas as atividades de coleta, separação e envio às empresas recicladoras. Por fim, a destinação envolve o mercado de absorção dos materiais triados após a coleta (Souza, 2005 *apud* Schirmer *et al.*, 2009).

Cavagnol (2011) destacou em sua pesquisa, que os fatores primordiais ao sucesso do programa de coleta seletiva do município de Saudades/SC deveu-se principalmente pela persistência das pessoas e entidades envolvidas com o processo, além do trabalho de educação ambiental contínuo de conscientização da população.

Complementarmente, Cândido *et al* (2009), informam que para a execução de um programa de coleta seletiva, é necessário a realização de ações como um diagnóstico da situação atual, estudo da viabilidade e sustentabilidade econômica das alternativas e por fim propor o modelo de coleta adequado.

Com relação ao diagnóstico, os autores afirmam que trata-se de uma etapa imprescindível ao planejamento e objetiva conhecer todos os aspectos envolvidos com os resíduos sólidos. No referido diagnóstico levanta-se informações sobre os resíduos produzidos no município e seus aspectos quali-quantitativos; as fontes geradoras dos mesmos; informações relacionadas ao município sob os aspectos ambientais, sociais, econômicos e culturais para se delimitar como será a forma de coleta e mobilização; dados sobre o mercado consumidor para saber a viabilidade de comercialização dos materiais; os aspectos relacionados à administração pública como leis e estruturas organizacionais relacionadas aos resíduos sólidos, bem como o levantamento de pessoas envolvidas com a catação de materiais para que sejam incluídos no sistema de coleta.

A etapa de viabilidade e sustentabilidade econômica das alternativas é o momento onde as opções do modelo de coleta que mais se adequem ao município são elencadas na qual a que tiver maior viabilidade é escolhida levando em consideração a sustentabilidade econômica e a inclusão social, caso haja catadores no município. É o momento onde as questões logísticas e os aspectos técnico-operacionais são levantados, como os equipamentos a serem utilizados, a forma de coleta, os itinerários, os colaboradores envolvidos, bem como os aspectos relacionados à triagem e armazenamento dos materiais, além das formas de mobilização da população pré e pós implantação.

Por fim, na etapa de escolha do modelo de coleta mais adequado, são consolidadas as informações obtidas no diagnóstico com o estudo de viabilidade econômica das alternativas de modo a propor a solução que melhor atenda a realidade do município, nessa etapa é imprescindível que a população seja ouvida para que se sinta parte do processo e colabore (Cândido *et al* 2009).

Os custos de manutenção de programas de coleta seletiva tratam-se de um fator de difícil padronização pelo fato de cada município possuir suas especificidades populacionais e de geração de resíduos. Portanto, os custos de cada programa variam de acordo com o gerenciamento adotado, ou seja, a forma de operacionalização dos serviços de coleta seletiva (INSEA, 2013).

Macari (2009), em sua pesquisa propôs um sistema de gerenciamento de resíduos para um pequeno município de Santa Catarina com aproximadamente 4.500 habitantes, com a implantação de coleta seletiva. Os custos mensais estimados para manutenção do sistema foram da ordem de R\$ 18.424,00, englobando coleta de recicláveis e rejeitos pela prefeitura em um setor do município e a coleta de recicláveis no centro e em bairros periféricos realizada pela associação de catadores com auxílio de carroças com tração animal.

2.7 - RECICLAGEM

Um dos maiores desafios na gestão dos resíduos sólidos é encontrar alternativas para tratar e destinar adequadamente a crescente quantidade de resíduos gerados pela população.

Segundo CEMPRE (2000) citado por Frésca (2007) a reciclagem trata-se do:

“resultado de uma série de atividades, pela qual, materiais que se tornariam lixo, ou estão no lixo, são desviados, coletados, separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de novos produtos”.

Porém, é importante frisar que a coleta seletiva e a reciclagem são processos distintos, sendo necessário diferenciá-los, onde a coleta seletiva trata-se de uma etapa do processo de reciclagem.

O processo de reciclagem completo passa por diversas etapas até que o material volte a ser reintroduzido na cadeia produtiva. A primeira etapa do processo trata-se da coleta dos resíduos, seja ela convencional ou seletiva. Após tal etapa, os materiais são encaminhados para a triagem que geralmente são realizadas nas unidades de triagem, locais onde ocorre além da separação, o beneficiamento e acondicionamento dos materiais até serem encaminhados para as indústrias recicladoras. A última etapa do processo trata-se da transformação dos materiais em novos produtos, ou matérias-primas para um processo industrial intermediário (Calderoni, 2003).

O autor ainda afirma que existem diversos fatores que denotam a importância e necessidade da reciclagem, como a exaustão de matérias primas, pois como é sabido os recursos naturais como petróleo e minérios são finitos, além da crescente demanda por terras para cultivo comercial de florestas que exerce efetiva pressão sobre a disponibilidade de novas áreas para abastecer as indústrias papeleiras. Somado a isso, têm-se os custos crescentes de obtenção de matérias-primas, pois normalmente são exploradas áreas mais próximas e acessíveis para obtenção das mesmas, conseqüentemente com o passar do tempo tais áreas tendem a se esgotar, acarretando em maiores custos na obtenção pelo fato de terem que ser explorados locais mais distantes.

Waldman (2010) destaca a relevância da reciclagem no que se refere a sua capacidade de reduzir as quantidades de resíduos destinadas aos aterros, ou seja, a reciclagem contribui de forma significativa para aumentar a vida útil das áreas de disposição final, além de evitar que novas áreas sejam destinadas para tal finalidade. É importante ressaltar que áreas próximas a centros urbanos estão cada vez mais escassas, fato que contribui para o aumento dos custos, tendo em vista que os resíduos terão que ser encaminhados a locais mais distantes para a disposição.

Para Paz *et al.* (2011) a redução dos custos de produção trata-se de um importante fator relacionado a reciclagem, pois a fabricação a partir de materiais recicláveis reduz a despesa com aquisição de matérias-primas virgens e energia, acarretando na redução dos custos totais de produção. Os autores ainda destacam a geração de emprego e renda advindos da reciclagem, pois além das indústrias recicladoras gerarem tais benefícios muitas pessoas sobrevivem da catação de materiais conseguindo tirar seu sustento por meio desse trabalho.

O processo de reciclagem é favorecido e otimizado quando os materiais encontram-se limpos e não contaminados, geralmente os materiais provenientes da coleta seletiva bem organizada possuem essas características. Esses atributos vão ao encontro do que é destacado pelo IBAM (2001) citado por Magalhães (2008), que as indústrias recicladoras têm exigido alguns quesitos básicos para a compra do material, como escala de produção, regularidade no fornecimento e a qualidade do material, portanto, os materiais limpos e em boas condições podem ter maior valor agregado na comercialização.

A Tabela 3 mostra o índice de reciclagem no Brasil dos principais materiais passíveis de passar pelo processo:

TABELA 3 - Índice de reciclagem no Brasil entre 2010 e 2012

Resíduos	Quanto é reciclado (%)	Preço médio de comercialização Nacional (R\$/t)
Lata de alumínio***	97	2.915,00
Lata de aço***	47	243,75
Vidro*	47	98,50
PET***	59	1.500,00
Plásticos(Filme/rígido)**	21,7	806,00 / 832,22
Embalagens Longa Vida****	29	223,00
Papel ondulado***	73,3	347,00
Papel de escritório***	29,8	446,00

2010*

2011**

2012***

FONTE – Fichas técnicas CEMPRE (2015)

No que tange aos aspectos econômicos da reciclagem, um estudo desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (IPEA, 2012) constatou que o país perde R\$ 8 bilhões anualmente ao encaminhar os resíduos passíveis de reciclagem para disposição final. Complementarmente, em contrapartida o CEMPRE estima que em 2012 a coleta, a triagem e o processamento dos materiais em indústrias recicladoras geraram um faturamento de R\$ 10 bilhões no Brasil.

O processo de reciclagem pode trazer diversos benefícios, como aumento da vida útil dos aterros pelo fato de diminuir a quantidade de resíduo a ser aterrada, preservação dos recursos naturais por meio da economia de matérias-primas, energia e água, redução da

poluição e dos impactos ambientais, além de poder gerar emprego e renda a população e servir como instrumento de conscientização e sensibilização da população (Calderoni, 2003).

TABELA 4 - Economias proporcionadas pela reciclagem

1ton de Resíduo reciclado	Economia de Água (%)	Economia de Energia (%)	Economia de Matéria Prima	Redução poluição da Água (%)	Redução poluição do Ar (%)
Alumínio	—	95	5ton de minério	97	95
Papel	58	71	20árvores	35	74
Plástico	—	78	50 % petróleo	—	—
Vidro	50	13	1,3 ton de MP virgem	50	20
Aço	40	74	—	76	85

FONTE: Calderoni, 2003; Massukado, 2004; SMA, 2013

2.8 - UNIDADE DE TRIAGEM DE RECICILÁVEIS (UTR)

As unidades de triagem ou usinas de triagem como também são conhecidas, tratam-se de instalações de grande relevância dentro do processo de reciclagem. Mesmo o município adotando de forma plena e com sucesso a coleta seletiva, tais unidades são necessárias para que haja o devido beneficiamento dos materiais, que envolvem atividades como separação, prensagem e enfardamento dos mesmos antes de serem encaminhados as indústrias recicladoras, pois tais etapas podem agregar valor aos materiais a serem comercializados.

As UTR's tratam-se de instalações que tem como objetivo principal realizar a separação dos resíduos recicláveis por tipos de materiais (papel, papelão, vidro, metal, plástico dentre outros), provenientes da coleta convencional ou seletiva. A organização e o funcionamento da unidade podem variar de acordo com a quantidade de resíduos e a estrutura de recebimento e separação dos mesmos (Massukado, 2004).

O funcionamento das unidades passam por três etapas básicas segundo CEMPRE (2014): 1 - recebimento/estocagem; 2 - separação (em esteiras, silos ou mesas e bancadas) e por fim a 3 - prensagem e o enfardamento. Em alguns casos a realização de determinados beneficiamentos podem agregar valor ao produto final a ser comercializado como lavagem,

retirada dos rótulos, moagem, trituração e separação por tipos. A Figura 6 ilustra de forma simples as etapas de uma Unidade de triagem:

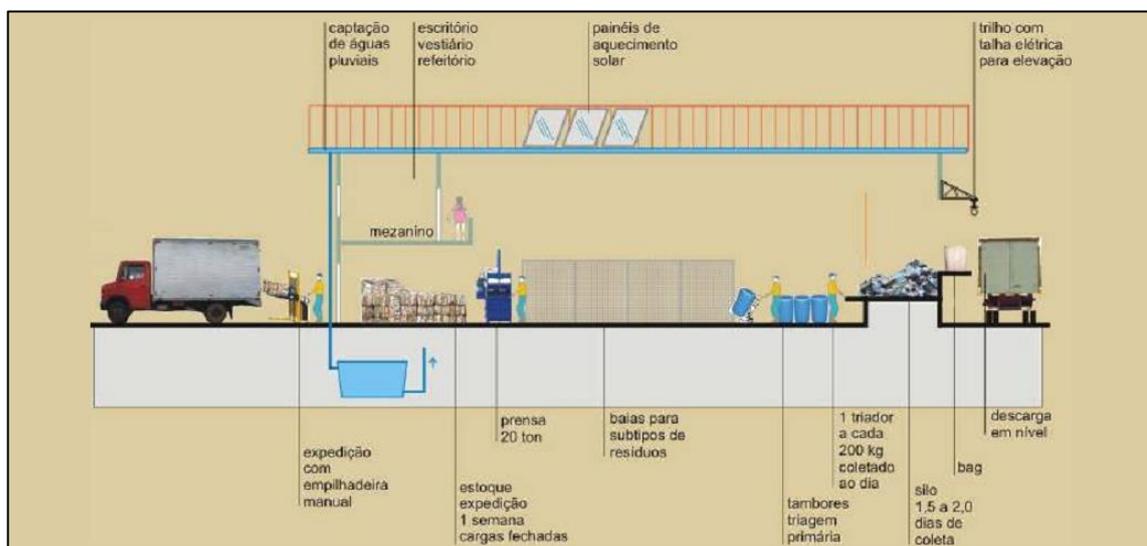


FIGURA 6 - Etapas da unidade de triagem
 FONTE: MMA (2008)

É importante destacar que as unidades de triagem não constituem a etapa final do gerenciamento dos resíduos sólidos, ou seja, as mesmas somente auxiliam na redução dos resíduos encaminhados para a disposição final. Resta ainda no final do processo as sobras conhecidas como rejeitos, que podem variar de um município para outro onde alguns fatores que podem influenciar nessa variação são: o grau de eficácia no processo de sensibilização da população, o rendimento dos funcionários, bem como as condições de assimilação do mercado para os resíduos triados. É importante frisar que os rejeitos devem ser encaminhados para a disposição final adequada após o processo de triagem dos recicláveis (Massukado, 2004).

Um exemplo que pode ilustrar a situação supracitada é o que relata Dias (2003) *apud* Cornieri (2011) que no município de Sapeaçu/BA foi construída uma usina de triagem e compostagem não sendo previsto a disposição final do rejeito, fato que resultou em um lixão nas imediações da usina gerando diversos problemas sanitários e ambientais no local.

É importante salientar que os motivos básicos para a implementação de tais unidades é reduzir a quantidade de resíduos encaminhados a aterros e preservar os recursos naturais através da reciclagem, além de gerar postos de trabalho e renda para diversas famílias.

Savi (2005) e Junkes (2002) apontam em seus estudos as principais vantagens e desvantagens apresentadas pelas unidades de triagem, conforme a seguir:

Vantagens (UTR):

- Possibilita a recuperação de materiais do lixo com vantagens econômicas;
- Economia de energia e matéria-prima no reaproveitamento dos materiais no processo de reciclagem;
- Custos menores de investimentos e operação se comparados com a incineração;
- Não requer alteração do sistema convencional de coleta, apenas a mudança no destino do caminhão que passa a parar na unidade de triagem ao invés de seguir direto para a disposição final, porém, a coleta seletiva contribui significativamente com a qualidade do material a ser triado.

Desvantagens (UTR):

- A existência de mercado é fundamental para a economia do processo;
- Investimento inicial em equipamentos que vão constituir a usina em função das diversas tecnologias existentes e ainda, sobre as melhores técnicas de separação;
- Investimento em treinamento de pessoal pela necessidade de técnicos capacitados para operar a usina.

Ressalta-se que a implantação de tais unidades ainda constitui uma alternativa pouco adotada pelos municípios brasileiros e muitas vezes quando são instituídas, permanecem desenvolvendo suas atividades em condições inadequadas, o que favorece a baixa capacidade operacional e até mesmo a descontinuidade de suas atividades. Segundo dados do (IPEA, 2012) em 2008 somente 445 municípios possuíam unidades de triagem de resíduos, o que corresponde a 7,97% do total de municípios brasileiros. De forma complementar no estado de Minas Gerais, foram identificados 155 municípios destinando seus resíduos em unidades de triagem e compostagem no ano de 2013 (Feam, 2014).

Para Lelis e Pereira Neto (2001), são diversos os fatores que podem explicar o fracasso do funcionamento de tais unidades, como a falta de diagnóstico e planejamento, adoção de tecnologias importadas, superestimação ou subestimação dos sistemas, mobilização social ineficiente, instalação em locais inadequados e ausência de qualificação de mão-de-obra.

Neto e Nishiyama (2005) constataram em suas observações na usina de triagem e compostagem da cidade de Uberaba ineficiência e precariedade das instalações, evidenciando que a unidade não comporta de forma plena os resíduos gerados no município, uma vez que

grande parte do que chegava para a triagem era simplesmente encaminhada ao aterro controlado sem nenhum tipo de tratamento, evidenciando a falta de estrutura da usina, além dos diversos impactos ambientais decorrentes das atividades da mesma.

No manual de coleta seletiva denominado Elementos para a organização da coleta seletiva e projetos de galpões de triagem (2008), publicação conjunta do Ministério das Cidades e Ministério do Meio Ambiente, são elencados alguns equipamentos necessários para o funcionamento das unidades de triagem, conforme o Quadro 1.

QUADRO 1 - Equipamentos para galpão de triagem

ITENS	Galpão		
	Pequeno	Médio	Grande
M² edificadas	300	600	1.200
Equipamentos	1 prensa	1 prensa	2 prensas
	1 balança	1 balança	1 balança
	1 carrinho	1 carrinho	2 carrinhos
		1 empilhadeira	1 empilhadeira

FONTE: MMA (2008)

Informação complementar de grande relevância com relação à capacidade de processamento das unidades é dada pela Cartilha de coleta seletiva com inclusão de catadores de materiais recicláveis, que destaca que para a triagem de 1 tonelada de resíduos são necessários aproximadamente 300 m² de área no galpão de pequeno porte. No que se refere ao número de triadores a cartilha afirma que cada colaborador consegue separar 200 Kg de material por dia.

Com relação aos custos, cada unidade terá suas especificidades de acordo com a demanda de materiais a serem triados e o modelo a ser adotado para o funcionamento da mesma, a seguir o CEMPRE (2014) estima o valor de alguns itens que podem constar no projeto de implantação do sistema, conforme a Tabela 5.

TABELA 5 - Estimativa de custos de elementos em unidades de triagem.

INFRAESTRUTURA	CUSTO (R\$)	OBSERVAÇÃO
Terreno	Não calculado	Muito variável
Obras civis	160.000,00	Galpão industrial de 300 m ² com escritório, vestiário e sanitários.
Montagem de equipamentos	2.000,00	—
Móveis e utensílios	20.000,00	Utensílios para escritório, mesas, cadeiras, armários, computador, impressora, telefone máquinas e equipamentos.
MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS		
INFRAESTRUTURA	CUSTO (R\$)	OBSERVAÇÃO
Esteira transportadora	30.000,00	As esteiras seguem o seguinte padrão usual (sujeito a alterações de acordo com as necessidades): esteira de ferro com proteções de aço e borracha 33, correia em PVC, largura entre 600 e 800 mm, comprimento de 10.000 mm (variável), tensão de 220 V, com velocidade de transporte de 12 a 15 m/min, acompanhada de separador magnético.
Prensa vertical	25.800,00	Fardos até 200 kg
EPI's	80,00	Por trabalhador: óculos, capacete, calçado de borracha, protetor auricular e luva
Balança	4.800,00	Eletrônica para 1.000 kg
Triturador de vidro	6.000,00	Capacidade 500 kh/h
Picotador de papel	18.000,00	Valor médio depende da capacidade da máquina
Carrinho elétrico para coleta	11.500,00	Transporta até 400 kg, elétrico ou motorizado
Empilhadeira	60.000,00	23,5 HP de potência, 318 Kg de capacidade de operação.
Elevador de fardos manual	5.200,00	Capacidade de até 500 Kg

FONTE: Cempre (2014)

É válido destacar no presente contexto os custos relacionados para a manutenção de uma UTR, onde Bortollato (2012) estimou em sua proposta de implantação de uma unidade de triagem e compostagem (UTC) no município de Morro da Fumaça – SC com população de aproximadamente 16.000 habitantes, um custo operacional de R\$ 90.000/ano.

Complementarmente, Savi (2005) destacou em seu estudo os custos operacionais da UTC em Adamantina/SP, município com aproximadamente 33.000 habitantes. Os custos

mensais da UTC eram de R\$ 24.248,64 e não englobam as operações de compostagem pelo fato de no momento do estudo a UTC não estar realizando a mesma.

2.9 - VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DA COLETA SELETIVA E UNIDADE DE TRIAGEM

A viabilidade da implantação da coleta seletiva, bem como de uma unidade de triagem pode ser analisada sob diferentes aspectos, como econômico, ambiental e social.

Com relação à viabilidade econômica da coleta seletiva, a mesma envolve o custo/benefício da implementação de tal modalidade. No que se refere aos custos, são abordados todos os presentes no processo, como aquisição do terreno, infraestrutura, equipamentos da unidade de triagem, veículos, combustíveis, remuneração dos colaboradores, gastos com energia, água, manutenção, dentre outros. Já os ganhos se refletem basicamente na receita advinda da comercialização dos materiais triados, bem como com a economia na coleta, transporte e disposição final dos resíduos (Massukado, 2004).

Outro fator importante que deve ser destacado é com relação a qual dos atores envolvidos com o processo se trata a viabilidade, ou seja, se a viabilidade está sendo estudada do ponto de vista do Poder público, que nesse caso tratam-se das administrações municipais, indústrias, dos sucateiros, catadores ou da população.

Aguiar e Philippi Jr. (2000) apontam que a viabilidade econômica por parte das prefeituras é geralmente estabelecida pela comparação dos custos da coleta convencional e pelos custos incorridos com a coleta seletiva, em termos financeiros absolutos e imediatos, ou seja, a diferença de custos por tonelada de cada modalidade. Somado a esse fator a viabilidade poderia ser entendida pela auto sustentação do processo sem necessidade de investimentos externos ou subvenções governamentais.

No que se refere à economia das administrações municipais, Calderoni (2003) afirma que as mesmas passam a evitar os custos com a coleta e disposição final dos resíduos, ou seja, com a implementação da coleta seletiva e posterior reciclagem os gastos com a disposição final são reduzidos por conta da quantidade de material que não é encaminhada aos aterros.

“A cada tonelada de recicláveis desviada da corrente de lixo há uma economia de 16,12 m³ de aterro, volume no qual é possível dispor cinco toneladas de lixo orgânico. Decorre da reciclagem, portanto, importante redução de custos para a Prefeitura” (Calderoni 2003 p. 296).

Massukado (2004) afirma que a viabilidade do ponto de vista ambiental é expressa pela redução no consumo de matérias-primas, água e energia, obtidas pelo reprocessamento dos resíduos que voltam à cadeia produtiva, além do aumento de vida útil das áreas de disposição final. Do viés social, a viabilidade é percebida pela geração de empregos que o processo de reciclagem pode proporcionar.

Um dos fatores apontados por diversos estudos para a coleta seletiva ser viável do ponto de vista das administrações municipais, é o estabelecimento de parcerias com catadores de materiais recicláveis, nas etapas de coleta e triagem principalmente, o que acarretaria em redução dos custos para as prefeituras no gerenciamento dos resíduos sólidos.

2.10 - LEI 12.305/2010 – POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS)

A promulgação da Lei 12.305/2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos representou um avanço no que se refere às tratativas relacionadas aos resíduos sólidos no país, dada a carência de uma Política Nacional específica para o tema até então.

A PNRS aborda questões relacionadas à gestão dos resíduos como os princípios, objetivos, instrumentos, responsabilidades, obrigações, proibições, bem como as diretrizes relativas à gestão integrada dos resíduos sólidos no território nacional (BRASIL, 2010).

Com a publicação do referido expediente legal, a questão dos resíduos passa ser tratada de forma compartilhada entre os entes federados (União, Estados e Municípios), o setor produtivo e a sociedade civil, de modo que cada envolvido com o gerenciamento dos resíduos sólidos seja responsável por contribuir na busca de soluções para os problemas ambientais decorrentes de tal esfera do saneamento.

Cabe salientar, que dentre todos os envolvidos com o gerenciamento, recai sobre o poder público maior responsabilidade na gestão, pois como instância responsável por manter a qualidade de vida da população, deve primeiramente cumprir efetivamente com suas obrigações perante o gerenciamento dos resíduos. Nesse contexto, o poder público ainda deve estabelecer instrumentos/mecanismos para o devido gerenciamento dos resíduos sólidos por parte do setor empresarial bem como da população, atribuindo-lhes suas devidas responsabilidades, e exercendo o papel de fiscalização no gerenciamento dos resíduos.

As prerrogativas relacionadas à coleta seletiva, reciclagem, inclusão social dos catadores de materiais recicláveis, bem como a logística reversa são pontos fortes da lei em questão.

De acordo com a referida política a ordem de prioridade para os projetos de gerenciamento dos resíduos sólidos deve ser: não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, além da mesma enfatizar a importância da recuperação dos materiais recicláveis tidos como bens econômicos e de valor social capazes de gerar trabalho e renda para diversas famílias. Ressalta-se que um dos objetivos do diploma legal é o incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de insumos derivados de produtos recicláveis ou reciclados (Brasil, 2010).

Por intermédio da lei os municípios devem apresentar o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), levando em consideração a implementação da coleta seletiva com a participação de cooperativas ou associações de catadores para que possam ter acesso a recursos da União. Se houver o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, os municípios devem estabelecer a coleta seletiva e a compostagem, bem como procedimentos para reaproveitar os resíduos potencialmente recicláveis. Porém, é válido destacar que a PNRS exige a elaboração do PMGIRS, mas não oferece instrumentos para sua implementação, sendo, portanto, uma determinação legal que dificilmente será concretizada em todo território nacional.

Outro ponto abordado pela PNRS é a importância da inclusão social no gerenciamento dos resíduos, por meio da preferência a ser dada pelos municípios às cooperativas e associações de catadores para o desenvolvimento de seu trabalho, além da prioridade que tais organizações possuem para receber incentivos financeiros para aquisição de equipamentos e construção de infraestrutura física de galpões (Brasil, 2010).

Uma inovação apresentada no texto da referida lei, trata-se da instituição da logística reversa, que estabelece a obrigatoriedade dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de estruturar e implementar o sistema de logística independente do serviço público de limpeza.

Dentre as principais obrigações dos consumidores, está o acondicionamento de forma diferenciada e disponibilização adequada dos resíduos reutilizáveis e recicláveis no caso do programa de coleta seletiva estabelecido pela municipalidade.

O Quadro 2 ilustra as principais mudanças com a promulgação da PNRS.

QUADRO 2 - Principais mudanças com a promulgação da PNRS

Mudanças com a Lei		
	Antes	Depois
Autoridades Públicas	<ul style="list-style-type: none"> * Não priorização dos resíduos urbanos; *Existência de lixões na maioria dos municípios; 	<ul style="list-style-type: none"> *Municípios devem preparar planos e definir metas com a participação de cooperativas de catadores; *Obrigatoriedade de erradicação dos lixões;
Catadores de materiais recicláveis	<ul style="list-style-type: none"> *Exploração por intermediários e riscos à saúde; *Informalidade. 	<ul style="list-style-type: none"> *Menores riscos e aumento da renda dos catadores através das cooperativas; *Cooperativas contratadas pelos municípios para coleta e triagem.
Empresas	<ul style="list-style-type: none"> *Desperdício econômico pela não reciclagem. 	<ul style="list-style-type: none"> *Reciclagem impulsionará alguns negócios e gerará outros, impactando a geração de renda.
Público	<ul style="list-style-type: none"> *Não separação dos resíduos recicláveis nas residências; *Falta de informação. 	<ul style="list-style-type: none"> *Consumidor separará os resíduos em casa mais efetivamente; *Campanhas educacionais para mobilizar o público.

FONTE: Adaptado ABRELPE (2013)

Não se pode deixar de destacar a importância da promulgação da PNRS no contexto das políticas públicas ambientais no Brasil. Sem sombras de dúvidas, tratou-se de um grande avanço para o cenário dos resíduos sólidos no país. Entretanto, é importante mencionar que ainda há um grande caminho a ser percorrido até que o referido diploma legal promova resultados de grande monta no que se refere ao gerenciamento no Brasil, tendo como exemplo a erradicação total dos lixões no território nacional que até então era prevista para o ano de 2014.

Em se tratando de políticas públicas voltadas a temática dos resíduos sólidos, é importante destacar a nível estadual a existência da Lei 18.031/2009 que instituiu a política estadual de resíduos sólidos em Minas Gerais. No referido diploma legal são abordadas questões como os princípios, diretrizes, objetivos, as proibições, obrigações e

responsabilidades dos envolvidos com o gerenciamento, bem como as penalidades relacionadas à inobservância da referida lei.

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O município de Inconfidentes localiza-se na região Sul do Estado de Minas Gerais, sob as coordenadas 22° 19' 02'' S e 46° 19' 40'' W, apresenta clima mesotérmico caracterizado por verões brandos e úmidos com índice pluviométrico que varia de 1.400 mm a 1.800 mm e seus municípios limítrofes são Bueno Brandão/MG, Ouro Fino/MG, Borda da Mata/MG e Bom Repouso/MG (Inconfidentes, 2009). Segundo censo demográfico 2010 (IBGE, 2010), atingiu uma população de 6.908 habitantes, com área de 149 km² e densidade demográfica de 47,17 habitantes por km².

A economia de Inconfidentes/MG é voltada basicamente para o turismo de compras, indústria têxtil e para agropecuária, com destaque para a produção de café, alho, bucha vegetal, leite, milho, banana e feijão desenvolvendo também atividades de extração de areia e minérios (Inconfidentes, 2009).

Além das atividades econômicas citadas anteriormente, o município conta com um *Câmpus* do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia que desenvolve atividades educacionais a nível técnico e superior. A Instituição oferece cursos técnicos e a nível superior dispõe de Cursos de Tecnologia em Gestão Ambiental e Rede de Computadores, Licenciaturas em Matemática e Ciências Biológicas e Bacharelados em Engenharias Agrônômica, Agrimensura e Cartográfica e de Alimentos. O *Câmpus* conta ainda com programas de Pós-Graduação Lato Senso em Educação Infantil e Gestão Ambiental.

O quadro 3 sintetiza as principais informações com relação aos aspectos socioeconômicos de Inconfidentes/MG:

QUADRO 3 - Informações socioeconômicas de Inconfidentes

INCONFIDENTES/MG	
Descrição	Indicadores
Número de estabelecimentos	763
Estabelecimentos agropecuários	323
Estabelecimentos de ensino	11
Estabelecimentos de saúde	3
Estabelecimentos outras finalidades	426
PIB 2010	R\$53.902.980,00
Número total de domicílios	2.250
Domicílios com abastecimento de água (%)	55,13
Domicílios com esgotamento sanitário adequado (%)	9,24
Número de unidades de saúde municipal	2

Fonte: IBGE (2010); DATASUS (2013) *apud* PGIRS CIDAS (2013)

3.2 - CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Para que os objetivos do presente trabalho fossem atingidos, o trabalho foi desenvolvido por meio de um levantamento bibliográfico em livros, artigos científicos, dissertações, teses, pesquisas em internet, manuais e cartilhas, visando à análise das mais diversas contribuições científicas para realizar a fundamentação teórica a respeito do assunto, tendo como foco o conhecimento acerca de temas como os resíduos sólidos e sua geração, coleta seletiva, reciclagem, composição gravimétrica, Política Nacional de Resíduos Sólidos, bem como sobre a viabilidade econômica da implantação do sistema de coleta seletiva e de uma unidade de triagem de recicláveis do ponto de vista da administração municipal.

Paralelamente foi realizada pesquisa de campo visando conhecer de forma mais profunda a área objeto do estudo, objetivando a obtenção de dados necessários ao diagnóstico do município. As atividades consistiram em visitas técnicas ao local de disposição final dos resíduos sólidos, registros fotográficos, coleta de informações junto ao Departamento de Cadastro, Tributação e Fiscalização da Prefeitura Municipal de Inconfidentes, bem como entrevistas semiestruturadas com o responsável pela Secretaria de Obras, Agricultura e Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Inconfidentes, visando conhecer a situação atual do

gerenciamento dos resíduos sólidos do município. Além dessas ações promoveram-se entrevistas semiestruturadas com os 4 catadores de materiais recicláveis que atuam no lixão municipal, sendo três munícipes de Inconfidentes/MG e um indivíduo residente de Ouro Fino/MG para conhecer a forma de trabalho e organização dos mesmos.

Para subsidiar a realização do diagnóstico supramencionado foram consultados os seguintes documentos: Lei Orgânica Municipal; relatório de consumo de combustível do caminhão compactador; relatório de despesa com manutenção do caminhão compactador; Contracheques dos colaboradores envolvidos com a coleta de resíduos e Documento Base do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Consórcio Intermunicipal para o Desenvolvimento Ambiental Sustentável (CIDAS). É válido pontuar que durante as pesquisas realizadas na prefeitura municipal não foi encontrado nenhum projeto de coleta seletiva e de UTR realizado pelo poder Executivo.

É importante frisar que o foco do presente estudo é o levantamento de informações a respeito da gestão dos resíduos sólidos domiciliares e comerciais que são de responsabilidade da municipalidade. Dentro desse contexto a questão é voltada para os resíduos potencialmente recicláveis (plástico, papel, papelão, vidro e metal), portanto, não foi objeto de estudo do presente trabalho a massa de resíduos públicos, de construção civil, saúde, industrial e demais categorias.

3.3 - CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

3.3.1 – Caracterização quantitativa

A caracterização quantitativa é definida pela geração *per capita* dos resíduos sólidos municipais e o referido valor é obtido através da razão entre a quantidade de resíduos gerada diariamente e o número de habitantes da unidade de estudo (IBAM, 2001).

$$\text{Geração per capita} = \frac{\text{Quantidade de resíduos}}{\text{População}} - \text{EQ. 01}$$

Para a realização do cálculo, foram utilizados os dados obtidos junto a Secretaria de Obras, Agricultura e Meio Ambiente de Inconfidentes, além dos dados populacionais disponibilizados pelo IBGE, sendo possível aferir a média diária de resíduos gerados no município.

Os dados quantitativos de geração dos resíduos sólidos de Inconfidentes/MG se apresentaram dentro de média nacional, ou seja, com uma geração *per capita* de 0,507

Kg/hab./dia foi ao encontro do que preconiza o IBAM (2001) para cidades de pequeno porte com população de até 30.000 habitantes, onde a geração *per capita* é de 0,50 Kg/hab./dia.

3.3.2 – Caracterização qualitativa – composição gravimétrica

A composição gravimétrica utilizada no presente estudo levou em consideração os dados obtidos através do levantamento realizado para compor o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Consórcio Intermunicipal para o Desenvolvimento Ambiental Sustentável (CIDAS, 2013).

O referido documento foi desenvolvido em conformidade com a Lei Federal nº 11.445/2007 que estabelece a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), com a Lei Federal nº 12.305/10 (PNRS) e com a Lei Estadual nº 18.031/09 que estabelece a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) para Minas Gerais.

O documento mencionado teve como finalidade realizar a coleta de informações para compor um diagnóstico que servisse de base para a elaboração da proposta para a gestão integrada dos resíduos sólidos entre os municípios pertencentes ao Consórcio (CIDAS, 2013).

Os resultados obtidos através do levantamento estão expressos na Figura 7.

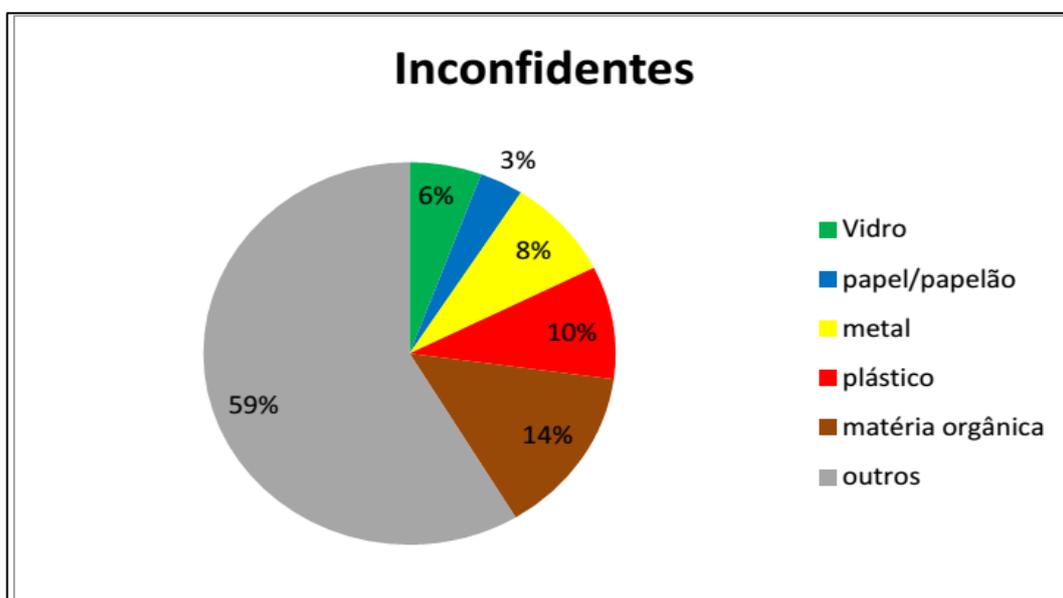


FIGURA 7 - Composição gravimétrica de Inconfidentes
FONTE: IFSULDEMINAS *apud* CIDAS (2013)

Diante dos dados apresentados no gráfico anterior, é possível observar que 27% dos resíduos gerados diariamente são potencialmente recicláveis culminando num total de 945

Kg/dia, quantidade próxima à média brasileira (31,9%), além dos 14% de matéria orgânica que pode ser reaproveitada por meio da compostagem.

É possível notar no gráfico que o resíduo reciclável mais encontrado no município de Inconfidentes/MG é o plástico, seguido por metal, vidro e papel/papelão. O baixo percentual encontrado de papel/papelão, inclusive em relação à média nacional (13,1%), pode ser atribuído à existência em Inconfidentes/MG de um empreendimento que atua no ramo de compra/venda dos referidos resíduos, onde possivelmente catadores informais realizavam o trabalho de separação e venda dos resíduos antes de serem encaminhados a disposição final.

Outro ponto importante a ser destacado, é a grande quantidade da categoria denominada outros encontrada no estudo de composição gravimétrica, onde o quantitativo de 59% apresentou-se significativamente superior em relação a média nacional (16,7%), fato decorrente da existência no município de diversas malharias e produtores de alho, o que acarreta grande geração de resíduos de tais atividades.

O valor encontrado de matéria orgânica (14%) apresentou-se significativamente abaixo da média nacional (51,4%), o que pode ser atribuído ao fato de a matéria orgânica se misturar com outros materiais contaminando a mesma tornando-a rejeito.

O cenário da geração de recicláveis em Inconfidentes/MG apresenta-se interessante do ponto de vista econômico, pois se considerarmos a relação da quantidade dos materiais que tem maior geração são os que apresentam o maior valor de venda de mercado, ou seja, o plástico com geração média diária de 350 Kg, seguido pelo metal com 280 Kg, representando 37% e 29,6% respectivamente, que juntos perfazem 66% dos materiais potencialmente recicláveis do município.

3.4 - DIMENSIONAMENTO E VIABILIDADE DA COLETA SELETIVA E DA UNIDADE DE TRIAGEM

Para subsidiar o dimensionamento dos recursos necessários para a efetivação da coleta seletiva e da unidade de triagem, foram utilizados dados existentes na literatura de sistemas consolidados para a estimativa do projeto em Inconfidentes/MG, levando em consideração suas características de geração de resíduos, além de lançar mão dos dados obtidos através das visitas técnicas no município de Turvolândia-MG e Cachoeira de Minas - MG.

Para a realização do cálculo do equipamento necessário para fazer a coleta seletiva, confrontou-se os dados de geração dos recicláveis do município com a densidade

aparente de cada categoria de recicláveis, utilizando os dados do documento elaborado pelo Instituto Nenuca de Desenvolvimento Sustentável (INSEA, 2013). O custo do referido equipamento foi obtido através de orçamento solicitado junto à empresa especializada na produção de objetos metálicos.

O dimensionamento do galpão para triagem, equipamentos necessários e do número de colaboradores foi realizado com base no documento elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2008). Os custos para a construção do referido galpão tiveram como base o Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e os dados disponibilizados pela Secretaria de Estado de Transportes e Obras públicas de Minas Gerais (SETOP).

Os custos relacionados aos equipamentos necessários para o desenvolvimento das atividades no galpão foram obtidos com empresas especializadas na venda de equipamentos para reciclagem.

Para subsidiar a análise da viabilidade foram levantados os dados dos preços dos recicláveis em três esferas, por meio da visita ao empreendimento intermediário na compra de recicláveis localizado em Ouro Fino - MG, bem como dados obtidos através da entrevista com os catadores que atuam no lixão municipal.

A análise da viabilidade econômica realizada no presente estudo, considerou os possíveis ganhos e despesas que a implementação do processo venha apresentar para a municipalidade.

Para tanto, seguiu-se a metodologia de Duston (1993) citada por Calderoni (p. 81, 2003) de forma adaptada.

A metodologia supracitada leva em consideração de um lado o montante alcançado com a venda dos materiais recicláveis e do outro o custo envolvido na coleta e triagem dos materiais, seguindo a seguinte equação:

$$G = V - C,$$

Onde:

G = Ganho com a reciclagem

V = Venda dos materiais recicláveis

C = Custo do processo de reciclagem

Para o presente estudo os elementos utilizados para analisar a viabilidade resultaram na seguinte equação:

$$G = A - C + E,$$

Onde:

G = Ganho com a reciclagem

A = Arrecadação do processo do gerenciamento dos resíduos

C = Custo do processo de gestão

E = Custo evitado com a disposição final

Entende-se, portanto, que a variável **A** no presente estudo engloba os ganhos com a comercialização dos recicláveis e a arrecadação da taxa específica de limpeza urbana cobrada junto ao IPTU.

Já a variável **E**, trata-se dos custos evitados para realizar a disposição final no aterro sanitário a ser construído para atender ao CIDAS.

Portanto, para realizar a análise da viabilidade econômica da implantação da coleta seletiva juntamente com a UTR, foram confrontados os dados relacionados às despesas atuais decorrentes do gerenciamento dos resíduos obtidos junto a Secretaria de Obras, Agricultura e Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Inconfidentes-MG e os dados obtidos através do levantamento dos preços dos recicláveis na região, além de calcular a possível economia do município com a não disposição da massa de resíduos potencialmente recicláveis no futuro aterro consorciado a ser construído na região. Para tanto foram propostos dois cenários de gerenciamento, um levando em consideração o estabelecimento de uma parceria entre a prefeitura e uma associação de catadores, onde a associação seria responsável pela triagem dos materiais na UTR e prefeitura sendo responsável pela coleta, e outro considerando que a prefeitura se responsabilizasse integralmente pelo gerenciamento, realizando a coleta e a posterior triagem dos materiais.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 - CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

O município possui um sistema de limpeza pública similar a muitas cidades brasileiras, onde a municipalidade por meio da Secretaria de Obras, Agricultura e Meio Ambiente é a responsável pelo gerenciamento bem como pela operacionalidade, tendo como abrangência 100% da população atendida pelos serviços.

Inconfidentes/MG não conta com um sistema formal de coleta seletiva e com nenhuma unidade de tratamento dos resíduos sólidos, apesar de já ter ocorrido um projeto piloto no Bairro Santa Clara em 2014, que foi desenvolvido pelos alunos do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, sob a orientação do professor da disciplina de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do IFUSLDEMINAS – *Câmpus* Inconfidentes, apresentando resultados positivos principalmente com relação à aceitação da população que participou do projeto.

Para a realização da coleta o município conta com um caminhão compactador com capacidade de aproximadamente 11m³ que faz a coleta na área urbana de segunda a sexta-feira das 7 às 16 horas seguindo o itinerário conforme o Quadro 4, que por sua vez, foi definido seguindo principalmente os aspectos populacionais dos bairros. Para a coleta na zona rural, o município dispõe de um caminhão basculante com capacidade de 8m³ que realiza a coleta uma vez por semana. A equipe destinada para tal atividade é composta por colaboradores da prefeitura sendo 2 motoristas e 4 coletores que se dividem entre os dois veículos e desenvolvem suas atividades usando EPI's como luvas, sapato e máscara.

O Quadro 4 expõe as rotas de coleta realizadas nos municípios.

QUADRO 4 - Rotas de coleta dos resíduos

ROTAS DA COLETA DOS RESÍDUOS	
Dias da semana	Bairros
Segunda-feira	Loteamento Portal (CIDÃO) e cidade toda
Terça-feira	Santa Isabel, Monjolinho, Vila, Santa Clara e a metade da cidade
Quarta-feira	Cidade inteira, Bairro Preto, Clube de Campo e de 15 em 15 dias Bairro da Grama
Quinta-feira	Romas, metade da cidade, Vila, Fazenda da Escola e Pinhalzinho
Sexta-feira	Cidade inteira e loteamento Portal (CIDÃO)

FONTE: Prefeitura Municipal de Inconfidentes (2015)

Com relação à disposição final, todo resíduo coletado em Inconfidentes é encaminhado para um lixão localizado a cerca de 6 km da cidade, o terreno é de propriedade da Prefeitura Municipal e possui uma área de 4,8ha sendo 1ha de área útil. O recobrimento com terra é realizado em média três vezes por semana por um operador de máquina que opera uma retroescavadeira que coleta a terra para a cobertura dos resíduos na própria área do depósito. Diante desse contexto, é importante frisar que Inconfidentes não atende de forma plena a PNRS, pois a disposição final em lixões deve ser erradicada conforme o estabelecido no referido expediente legal.

A presença de catadores foi observada durante a visita técnica realizada ao lixão do município, na oportunidade havia quatro homens realizando a separação dos materiais recicláveis. Entrevistando os mesmos, foi possível evidenciar que a média de idade dos catadores variava de 30 a 51 anos, sendo três moradores do município de Inconfidentes/MG e um de Ouro Fino/MG, que por sua vez, trabalhavam no local por volta de dois anos. O indivíduo residente em Ouro Fino/MG informou que é integrante de uma Associação denominada “Associação de Catadores de Papelão de Ouro Fino” constituída em 2013, que conta com 10 membros, porém, o mesmo e os demais que estavam presentes no aterro trabalham de forma individual, ou seja, vendem o material que coletam individualmente para atravessadores de Ouro Fino/MG. Os referidos catadores trabalham de segunda a sexta-feira cerca de doze horas diárias sem a utilização de EPI's. É importante frisar que quando questionados sobre a intenção de trabalharem de forma associada, todos os catadores se mostraram favoráveis a tal modalidade laborativa.



FIGURA 8 - Lixão e big bag's com material triado



FIGURA 9 - Catadores trabalhando

FONTE: Arquivo pessoal

É importante destacar que o município de Inconfidentes/MG visando adequar sua forma de dispor os resíduos, no ano de 2013 passou a integrar o Consórcio Intermunicipal para o Desenvolvimento Ambiental Sustentável (CIDAS), que prevê a construção de um aterro sanitário para atender as cidades de Albertina/MG, Bueno Brandão/MG, Jacutinga/MG, Monte Sião/MG, Ouro Fino/MG e Tocos do Moji/MG. A previsão para o início das atividades do referido aterro segundo o Secretário de Obras, Agricultura e Meio Ambiente de Inconfidentes é em outubro de 2015 e ficará localizado no município de Ouro Fino/MG a aproximadamente 23 Km do centro urbano da região objeto do estudo.

4.2 - COBRANÇA DOS SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA

Inconfidentes/MG realiza a cobrança pelos serviços de limpeza urbana por meio de taxa específica cobrada junto ao IPTU, com os valores de R\$ 8,95, R\$ 11,45, R\$ 45,36 e R\$ 71,60 para residências, comércios, Hospitais/clínicas/farmácias e indústrias respectivamente, porém, não conta com instrumento legal específico para tratar a gestão dos resíduos sólidos.

Em entrevista com o responsável pelo gerenciamento dos resíduos sólidos do município, foi evidenciado que o volume de resíduos gerados diariamente é de aproximadamente 3,5 toneladas na zona urbana, sendo esse valor estimado pela capacidade do caminhão compactador, pois não há nenhum tipo de controle realizado pela prefeitura. Somado a isso, a área rural gera cerca de 1,5 toneladas de resíduos semanais, o que corresponde a cerca de 111 toneladas mensais de resíduos gerados pelo município.

No que concerne às despesas atuais para a coleta e disposição final dos RSD a Quadro 5 a seguir demonstra os resultados obtidos por meio das entrevistas com o responsável pelo gerenciamento do município:

QUADRO 5 - Despesas mensais com coleta convencional

Despesas mensais com coleta convencional	
Combustível Coleta (Compactador / basculante)	R\$ 2.260,00
Mão de Obra + EPI's	R\$ 7.278,50
Manutenção (Compactador / basculante)	R\$ 2.025,00
Disposição Final	R\$ 3.625,80
TOTAL	R\$ 15.189,30

FONTE: Silva (2015)

É importante destacar com relação à disposição final, que o município não paga por tonelada de resíduo a ser aterrada pelo fato da área de disposição ser de posse da prefeitura, portanto, os gastos presentes na tabela anterior referem-se à mão-de-obra do responsável pela atividade e os custos de combustível do equipamento utilizado.

4.3 - VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DA COLETA SELETIVA E UNIDADE DE TRIAGEM

Para a análise da viabilidade da implantação da coleta seletiva com a respectiva unidade de triagem em Inconfidentes/MG, serão expostos os resultados dos levantamentos realizados das possíveis receitas, bem como as estimativas dos custos relacionados à implementação do sistema na zona urbana do município.

Diante dos resultados obtidos por meio das entrevistas com os catadores que atuam no lixão municipal e com o responsável pelo empreendimento intermediário de reciclagem da região, foi possível obter os preços praticados em três esferas, conforme a Tabela 6 a seguir:

TABELA 6 - Receitas com as vendas dos recicláveis

RESÍDUOS	(Kg/Dia)	Preço Catador		Subtotal catador		Preço compra intermediário		Sub total intermediário		Preço venda intermediário (indústria)		Sub total indústria	
		Preço mínimo praticado	Preço mínimo praticado	Preço mínimo praticado	Preço mínimo praticado	Preço mínimo praticado	Preço mínimo praticado	Preço mínimo praticado	Preço mínimo praticado				
Vidro	210	R\$ 0,09	R\$ 18,90	R\$ 0,09	R\$ 18,90	R\$ 0,09	R\$ 18,90	R\$ 0,09	R\$ 18,90	R\$ 0,09	R\$ 18,90	R\$ 0,09	R\$ 18,90
Papel/papelão	105	R\$ 0,20	R\$ 21,00	R\$ 0,05	R\$ 5,25	R\$ 0,05	R\$ 5,25	R\$ 0,20	R\$ 21,00	R\$ 0,20	R\$ 21,00	R\$ 0,20	R\$ 21,00
Metal	280	R\$ 0,20	R\$ 56,00	R\$ 0,15	R\$ 42,00	R\$ 0,15	R\$ 42,00	R\$ 0,25	R\$ 70,00	R\$ 0,25	R\$ 70,00	R\$ 0,25	R\$ 70,00
Plástico	350	R\$ 0,70	R\$ 245,00	R\$ 0,30	R\$ 105,00	R\$ 0,30	R\$ 105,00	R\$ 1,00	R\$ 350,00	R\$ 1,00	R\$ 350,00	R\$ 1,00	R\$ 350,00
Matéria Orgânica	490	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Outros	2065	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL/Dia	3500	-	R\$ 340,90	-	R\$ 171,15	-	R\$ 171,15	-	R\$ 459,90	-	R\$ 459,90	-	R\$ 459,90
TOTAL/Mês			R\$ 10.227,00		R\$ 5.134,50		R\$ 5.134,50		R\$ 13.797,00		R\$ 13.797,00		R\$ 13.797,00
TOTAL/Ano			R\$ 122.724,00		R\$ 61.614,00		R\$ 61.614,00		R\$ 165.564,00		R\$ 165.564,00		R\$ 165.564,00
Arrecadação com IPTU/Ano			R\$ 20.084,94		R\$ 20.084,94		R\$ 20.084,94		R\$ 20.084,94		R\$ 20.084,94		R\$ 20.084,94
Arrecadação com IPTU/Mes			R\$ 1.673,75		R\$ 1.673,75		R\$ 1.673,75		R\$ 1.673,75		R\$ 1.673,75		R\$ 1.673,75

Na primeira coluna é possível observar os tipos de resíduos encontrados na composição gravimétrica utilizada para o presente estudo, já na segunda coluna são apresentadas as quantidades expressas em kg/dia de cada categoria de resíduos gerados em

Inconfidentes/MG. A terceira coluna apresenta os preços obtidos nas vendas realizadas pelos catadores do lixão por kg de material, já a quarta coluna exibe as possíveis receitas dos catadores por dia em relação a cada categoria de reciclável. As demais colunas seguem o mesmo raciocínio da terceira e quarta colunas, levando em consideração os preços pagos pelo intermediário na compra dos recicláveis (quinta e sexta colunas) e o preço que o mesmo vende para as indústrias (sétima e oitava colunas).

A análise da quantidade de material potencialmente reciclável partiu do princípio de que todo o material que pode ser reciclado seria encaminhado a UTR, sem a presença de possíveis atravessadores atuando no município, ou seja, com a coleta seletiva em funcionamento encaminhando a totalidade dos materiais segregados na fonte geradora para a UTR. Os valores apresentados na tabela anterior referem-se à venda de 100% dos materiais sem considerar o percentual de rejeitos, pois esse índice será abordado mais adiante no estabelecimento de possíveis cenários para o gerenciamento.

É válido destacar, que os preços do vidro foram estimados com base na média nacional disponibilizada pelo (CEMPRE, 2015), pelo fato da inexistência de comercialização entre as esferas no momento da pesquisa, uma vez que os entrevistados alegaram que o baixo preço do material não estava viabilizando sua negociação.

É possível notar dentre os três cenários do mercado de recicláveis observados, que a compra pelo intermediário é a que se apresenta com menor valor de mercado, fato que pode ser atribuído à maneira com que o mesmo recebe o material, ou seja, de forma bruta e sem nenhum tipo de beneficiamento. De acordo com o intermediário, os preços de compra podem aumentar caso os resíduos sejam encaminhados já enfardados, além do mesmo comprar cargas fechadas realizando a retirada no local.

Nota-se, portanto, que os dados obtidos vão ao encontro das informações presentes na literatura, onde é possível observar que a venda realizada diretamente à indústria é a que apresenta melhores valores comerciais, na ordem de R\$ 13.797,00/mês. Para MMA (2008) a obtenção de melhores preços decorre da acumulação de materiais, onde volumes e fluxos estáveis são fatores que contribuem para a negociação com as indústrias.

Outro ponto digno de menção é o valor obtido pelos catadores se apresentando maior do que o valor de compra do intermediário, o que pode ser explicado pelos mesmos estarem realizando a venda a atravessadores da região, demonstrando que a negociação dos materiais é algo que passa por oscilações frequentes de mercado, o que reforça a importância de vendas em maiores escalas às indústrias por meio de contratos ou acordos.

Com relação aos custos para a implantação e manutenção da coleta seletiva e da unidade de triagem, a Tabela 7 apresenta os dados levantados:

TABELA 7 - Custos estimados de implantação e manutenção do programa de coleta seletiva e UTR

CUSTOS ESTIMADOS		
1 - Custos de implantação		
Coleta Seletiva	Quantidade	Custo
Carretinha 16 m ³	1	R\$ 12.000,00
2 - Custos de manutenção/mês		
	Quantidade	Custo
Combustível		R\$ 153,44
3 - Custos de implantação		
Unidade de triagem	Quantidade	Custo
Galpão 300 m ² + mesa de triagem	1	R\$ 180.000,00
Prensa	1	R\$ 30.000,00
Balança (1 ton)	1	R\$ 2.400,00
Carrinho para fardo	1	R\$ 700,00
Bag's	150	R\$ 2.100,00
SUB - TOTAL		R\$ 215.200,00
4 - Custos de manutenção/mês		
	Quantidade	Custo
Mão de obra	6	R\$ 6.001,44
Água	-	R\$ 70,00
Energia	-	R\$ 150,00
Manutenção de equipamentos	-	R\$ 100,00
EPI's	-	R\$ 184,80
Insumos	-	R\$ 300,00
SUB - TOTAL		R\$ 6.806,24

FONTE: Silva (2015)

No que se refere ao custo de implantação da coleta seletiva, o mesmo advém da aquisição do equipamento a ser acoplado nos caminhões de coleta, conforme o modelo adotado pelo município de Tibagi-PR que faz parte do programa denominado Recicla Tibagi, referência estadual na gestão dos resíduos sólidos, conforme representado na Figura 9. A tecnologia adotada pelo município paranaense permite que a coleta dos recicláveis seja realizada pela mesma equipe que realiza a coleta convencional, não necessitando de caminhão específico para os recicláveis, contratação de mão-de-obra adicional e nem de novas rotas de coleta, fato que não gera incremento nos custos da coleta além de contribuir despertando o

interesse da população que vê a coleta sendo realizada de forma diferenciada (Ministério Público do Estado do Paraná, 2012).



FIGURA 10 - Coleta de materiais recicláveis no município de Tibagi
FONTE: Prefeitura Municipal de Tibagi *apud* MP-PR (2012)

A coleta seletiva seria realizada diariamente na área urbana com coleta dos resíduos pelo sistema porta-a-porta, sendo necessário somente acoplar o equipamento com capacidade de 16 m³ no caminhão coletor. Destaca-se que nas segundas-feiras seriam realizadas mais duas viagens até a UTR pelo fato da acumulação dos resíduos do final de semana.

Os custos para a implantação da unidade de triagem consistem nas despesas mais onerosas para o processo, sendo estimados em R\$ 215.200,00 e compreendem: galpão de 300 m²; mesa para a triagem dos materiais com 10 metros de comprimento, 1,5 de largura, 1 metro de altura; prensa; balança de 1 tonelada; e carrinhos para fardos. É importante ressaltar que o custo da mesa de triagem não está exposto na Tabela 7 pelo fato do mesmo estar inserido juntamente no custo do galpão.

É importante destacar que os custos podem ser reduzidos significativamente caso a prefeitura municipal disponha de um galpão para instalar a unidade de triagem resultando, portanto, em uma economia de R\$ 180.000,00, restando nesse caso R\$ 35.200,00 de investimento inicial para a implantação da UTR.

Como pode ser observado na Tabela 7, os custos referentes implantação do sistema são os mais onerosos e que demandam uma quantia significativamente alta de recursos, o que pode dificultar a implantação do sistema, porém, existem formas de subsidio que fomentam a adoção de medidas que melhorem os sistemas de gerenciamento dos resíduos sólidos.

A nível federal, a Fundação Nacional da Saúde (FUNASA) possui um programa relacionado à gestão dos resíduos sólidos em que disponibiliza recursos para contribuir com a melhoria das condições da saúde da população por meio do fomento de iniciativas voltadas ao gerenciamento dos resíduos sólidos. A condição básica para a apresentação de propostas para solicitação de recursos é a existência no município do Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PMGIRS), ou no caso de municípios participantes de Consórcios, devem apresentar o Plano Intermunicipal que atenda ao conteúdo da PNRS. (Funasa, 2014).

É importante destacar que uma forma de manter a unidade de triagem é através do ICMS ecológico. Caso o município tenha interesse em pleitear o referido recurso, deve atender aos pré-requisitos existentes na Lei nº 18.030/2009. A título de ilustração, o município de Turvolândia-MG visitado para subsidiar a realização do presente estudo, conta com o repasse do ICMS Ecológico e no ano de 2014 recebeu um montante de R\$ 56.205,89 para contribuir com as despesas de manutenção da usina (Fundação João Pinheiro, 2015).

O ICMS ecológico trata-se de um incentivo financeiro pelo qual os municípios podem acessar porcentagens dos recursos financeiros do Imposto sobre Circulação Mercadorias e Serviços (ICMS) para investirem em projetos de cunho ambiental. No estado de Minas Gerais os municípios que desejarem pleitear o referido recurso voltado ao subcritério saneamento ambiental devem possuir aterro sanitário ou usina de triagem e compostagem do lixo que atenda, no mínimo, a 70% da população, ou possuam estação de tratamento de esgoto que atenda no mínimo 50% da população urbana. A partir da regularização ambiental do empreendimento e três meses após a obtenção da licença de operação o município é cadastrado e no trimestre seguinte passa a receber o recurso (Feam, 2015).

Dada a existência do referido incentivo, é válido destacar que o mesmo deve ser buscado pelas prefeituras municipais quando da implantação de projetos na área de resíduos sólidos, já que é uma alternativa econômica que o sistema pode receber, colaborando assim na manutenção do mesmo.

Diante dos dados apresentados até o momento, é possível descrever dois possíveis cenários distintos para o gerenciamento do sistema, o primeiro cenário trata-se do estabelecimento de uma parceria entre a prefeitura municipal de Inconfidentes/MG com uma associação de catadores. Já o segundo cenário trata-se da prefeitura municipal realizar o gerenciamento do sistema por conta própria sem a contribuição da associação.

4.3.1 – Cenário A – Gerenciamento do sistema através de parceria com associação de catadores

Com relação ao cenário de parceria entre o poder público e associação de catadores, é importante demonstrar a possível receita que os associados terão a partir do trabalho de triagem realizado pelos mesmos, bem como as despesas da prefeitura municipal com a implementação do sistema conforme as Tabelas 8 e 9.

TABELA 8 – Relação de possível receita dos associados.

Associação lucrando e prefeitura arcando com as despesas					
	Preço compra		Preço venda intermediário		
	Intermediário	Catador		(Indústria)	
Receita mensal	R\$	5.134,50	R\$	10.227,00	R\$ 13.797,00
Índice de rejeito (20%)	R\$	1.026,90	R\$	2.045,40	R\$ 2.759,40
Receita considerando rejeito	R\$	4.107,60	R\$	8.181,60	R\$ 11.037,60
Percentual associação (5%)	R\$	205,38	R\$	409,08	R\$ 551,88
Total renda mensal	R\$	3.902,22	R\$	7.772,52	R\$ 10.485,72
Rateio associados (6 associados)	R\$	650,37	R\$	1.295,42	R\$ 1.747,62
Total com pgto das despesas da UTR			R\$	6.967,72	R\$ 9.680,92
Rateio associados (6 associados)			R\$	1.161,29	R\$ 1.613,49

FONTE: Silva (2015)

Na Tabela 8, a segunda coluna refere-se aos valores obtidos através da venda do material ao intermediário, a terceira pelo preço obtido pelos catadores e a quarta coluna refere-se ao preço de venda que pode ser obtido com a venda direta à indústria.

Diante dos dados expostos na tabela anterior, é importante destacar que foi considerado um percentual de rejeito de 20% para o sistema, com base nos dados obtidos na visita a Cachoeira de Minas – MG, pois os índices de rejeito de uma UTR podem variar de um município para outro. Segundo Massukado (2004), alguns fatores que podem influenciar em tal quantidade são o grau de eficácia no processo de sensibilização da população, o rendimento dos funcionários bem como as condições de assimilação do mercado para os resíduos triados.

É importante frisar que a quantidade de rejeitos da UTR pode ser reduzida com a elaboração de um programa bem estruturado de sensibilização da população, destacando de forma clara a importância da separação dos materiais e elucidando aos munícipes que são os

materiais separados por ela que mantem a UTR, além de informar quais são os materiais potencialmente recicláveis que podem ser encaminhados à unidade de triagem.

O valor de 5% para associação foi determinado com base também no município de Cachoeira de Minas, onde tal valor é armazenado para contribuir com as eventuais despesas que a mesma venha a ter, exceto as despesas financiadas pela prefeitura como água e energia.

Nota-se, portanto, que dentre os três cenários de possíveis receitas para os associados, a venda realizada ao intermediário mostra-se inviável para os mesmos, pois o valor de rateio para cada associado não atinge o valor do salário mínimo vigente.

Dentro desse cenário de parceria com a associação, as despesas recorrentes do processo para a prefeitura são demonstradas na Tabela 9 a seguir:

TABELA 9 - Despesas da prefeitura municipal

Despesas Prefeitura	
RECEITAS	
Arrecadação IPTU	R\$ 1.673,75
Economia com disposição	R\$ 1.417,50
SUBTOTAL	R\$ 3.091,25
DESPESAS	
Coleta convencional	R\$ 16.660,48
Coleta seletiva	R\$ 153,44
Manutenção da Usina	R\$ 804,80
SUBTOTAL	R\$ 17.618,72
TOTAL	-R\$ 14.527,48

FONTE: Silva (2015)

Como pode ser observado na tabela anterior, o resultado considerando as receitas e despesas da prefeitura é negativo, com um valor de R\$ 14.527,48.

Com relação à economia com a disposição, o valor advém da massa de resíduos recicláveis que é desviada do aterro e conseqüentemente encaminhada a UTR, já as despesas com a coleta convencional englobam os custos com o transporte, manutenção, mão-de-obra e disposição final no futuro aterro consorciado. Os custos com a coleta seletiva referem-se aos gastos adicionais com combustível para encaminhar os recicláveis até a UTR, que nesse caso foi considerado que a mesma seria instalada na atual área de disposição final municipal, conforme informações do responsável pelo gerenciamento dos resíduos do município. Por

fim, os custos de manutenção da usina foram baseados na UTR de Cachoeira de Minas, pelo fato da ausência de dados precisos na literatura.

É importante frisar, que mesmo o valor se apresentando negativo e para o presente estudo inviável economicamente, os valores adicionais com a coleta seletiva, bem como com a manutenção da UTR, não são determinantes para a inviabilidade, pois como pode ser observado, tais valores que somados perfazem R\$ 958,24 podem ser abatidos somente com o valor arrecadado com economia com a disposição que corresponde a R\$ 1.417,50.

Outro ponto digno de menção, é que atualmente a prefeitura municipal já opera o sistema com déficit financeiro, ou seja, com uma receita advinda da taxa de limpeza pública junto ao IPTU de R\$ 1.673,75/mês e as despesas de R\$ 15.189,30/mês, o valor final é de R\$ 13.515,56 negativo, sendo necessário para o gerenciamento utilizar recursos de outras fontes. É válido pontuar diante da situação descrita anteriormente, que a prefeitura poderia ter um maior controle de suas despesas com limpeza pública se elaborasse um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) que abordasse de forma clara as responsabilidades de cada gerador dentro do município.

Considerando uma situação em que a prefeitura opte por não arcar com as despesas de manutenção da usina, com a venda dos recicláveis no cenário dos catadores, bem como para a indústria, os associados conseguiriam manter a usina e ainda realizar o rateio entre os membros conforme a Tabela 8, sendo que cada um receberia R\$ 1.161,29 e R\$ 1.613,49 respectivamente, onde os custos para a administração municipal cairiam para R\$ 13.722,68, valor próximo ao quantitativo gasto atualmente para o gerenciamento dos resíduos, que é da ordem de R\$ 13.515,56.

4.3.2 – Cenário B: Prefeitura municipal arcando com o processo de forma integral

Com relação ao cenário onde a prefeitura municipal arca com o processo na totalidade sem a presença da associação, a situação se apresenta conforme a Tabela 10 a seguir:

TABELA 10 - Despesas para prefeitura operar o sistema de forma integral

RECEITAS	
IPTU	R\$ 1.673,75
Vendas recicláveis	R\$ 4.107,60
Economia com disposição	R\$ 1.417,50
SUBTOTAL	R\$ 7.198,85
DESPESAS	
Coleta convencional	R\$ 16.660,48
Coleta seletiva	R\$ 153,44
Manutenção usina	R\$ 6.806,24
SUBTOTAL	R\$ 23.620,16
TOTAL	R\$ 16.421,32

FONTE: Silva (2015)

Diante desse contexto onde a prefeitura é responsável integralmente pelo sistema, a situação também se apresentou negativa, portanto, inviável do ponto de vista econômico.

Destaca-se, porém, que o valor exposto na tabela anterior com a venda dos recicláveis é referente ao pior dos cenários de venda, ou seja, o preço que pode ser obtido vendendo o material ao intermediário. Se considerarmos que a venda pode ser realizada também com o preço obtido pelos catadores, que por sua vez, terá uma receita de R\$ 8.181,60/mês e da venda direta a Indústria com valor de R\$ 11.037,60/mês, o cenário pode melhorar tendo como resultados finais os valores de R\$ 12.247,32 e R\$ 9.391,32 respectivamente, reduzindo o déficit do gerenciamento.

É importante salientar que a remuneração dos colaboradores que trabalharão na UTR, teve como base os vencimentos recebidos pelos funcionários da prefeitura que trabalham na coleta, onde o valor é de R\$ 1.000,24.

4.3.3 – Comparação dos sistemas de gerenciamento

A Tabela 11 a seguir ilustra os resultados das despesas dos cenários propostos e do modelo atual de gerenciamento:

TABELA 11 - Comparação dos sistemas de gerenciamento

Comparação dos sistemas				
	Despesas atuais do gerenciamento	Despesas sem coleta seletiva e UTR (CIDAS)	Despesas prefeitura no cenário de parceria com	Despesas sistema operado pela Prefeitura
Despesas	R\$ 15.189,30	R\$ 16.660,48	-R\$ 14.527,48	-R\$ 16.421,32
Taxa IPTU	R\$ 1.673,75	R\$ 1.673,75	-	-
Total	R\$ 13.515,56	R\$ 14.986,74	-R\$ 14.527,48	-R\$ 16.421,32
Custo por tonelada	R\$ 121,76	R\$ 135,02	R\$ 130,88	R\$ 147,94

FONTE: Silva (2015)

Analisando os dois cenários propostos anteriormente de gerenciamento e comparando os mesmos com o modelo convencional de disposição no futuro aterro consorciado sem a implementação da coleta seletiva e da UTR, é possível notar que todas as formas de gerenciamento apresentam-se com valores finais negativos, inclusive a forma atual de gerenciamento com a disposição final sendo realizada no lixão municipal.

Os resultados observados no presente estudo são semelhantes aos encontrados por Savi (2005) em sua pesquisa sobre a análise da viabilidade da coleta seletiva e usina de triagem e compostagem (UTC) no município de Adamantina, onde autor simulou 4 cenários diferentes de gestão para os resíduos do município. Dentre os cenários, uma proposta tratava-se da implantação da coleta seletiva com uma UTC e um aterro sanitário em valas, onde o referido panorama apresentou-se com valor negativo, assim como as demais propostas de gestão, ou seja, inviáveis do ponto de vista econômico.

Observa-se, que mesmo os cenários propostos se apresentando inviáveis economicamente e com déficit financeiro, o modelo que adota a parceria com a associação se mostra a melhor alternativa, pois se comparada à forma de gerenciamento da coleta convencional sem a coleta seletiva e UTR com disposição no futuro aterro consorciado proporciona uma economia de R\$ 459,26/mês. Nota-se, portanto, o benefício econômico através da referida economia, e de uma forma geral os custos do cenário citado podem ser reduzidos de R\$ 14.527,48/mês para R\$ 13.722,68/mês, caso as despesas da UTR sejam custeadas pela própria associação.

Portanto, mesmo o modelo em que a prefeitura se responsabiliza integralmente pelo sistema se apresentando possivelmente com menores déficits no melhores cenários comerciais, a forma de operação em parceria com a associação de catadores é a mais indicada

pelo fato de ir ao encontro do que preconiza a PNRS. A lei 12.305/2010 prioriza a integração dos catadores de materiais recicláveis no sistema de gerenciamento de resíduos sólidos, inclusive para os municípios obterem acesso a recursos da União conforme estabelece o inciso II do § 1º do artigo 18 do referido diploma legal.

A forma de gerenciamento que adota a parceria com a associação ainda apresenta benefícios do ponto de vista social, pois é possível integrar os trabalhadores que atuam no lixão atualmente no sistema de gerenciamento tirando os mesmos do local de disposição final, proporcionando melhores condições de trabalho aos mesmos, além trazer benefícios a mais famílias que porventura vivem da catação no município.

Aguiar e Philippi Jr. (2000) apontam que a viabilidade econômica por parte das prefeituras é geralmente estabelecida pela comparação dos custos da coleta convencional e pelos custos incorridos com a coleta seletiva, em termos financeiros absolutos e imediatos, ou seja, a diferença de custos por tonelada de cada modalidade. Somado a esse fator a viabilidade poderia ser entendida pela auto sustentação do processo sem necessidade de investimentos externos ou subvenções governamentais.

Diante desse contexto e analisando os dados expostos na Tabela 11 é possível entender que com relação aos custos por tonelada, somente o modelo que adota a parceria com a associação seria viável comparada ao modelo de coleta convencional e disposição no aterro consorciado, apresentando um valor de R\$ 130,88/t ao passo que o modelo convencional apresenta R\$ 135,02 e o modelo de responsabilidade integral da prefeitura R\$ 147,94/t. Já com relação ao outro item citado por Aguiar e Philippi Jr. (2000), nenhum dos modelos são viáveis por não se auto sustentarem, ou seja, todos apresentam valores finais negativos de gerenciamento, inclusive a forma atual de gerenciamento.

Nota-se que os resultados encontrados para o gerenciamento com relação à adoção da parceria da prefeitura com a associação vão ao encontro do que afirma (Cornieri, 2011), em que destaca a importância do estabelecimento de parcerias onde diversos municípios brasileiros tem adotado operar o sistema levando a ganhos econômicos e sociais.

Analisando os custos totais do sistema onde a prefeitura arca com o processo de coleta seletiva do presente estudo e comparando com os custos da coleta convencional e disposição no aterro consorciado, os resultados corroboraram com o que preconiza a literatura que programas de coleta seletiva tendem a ter custos maiores em relação à coleta convencional.

Entretanto, o custo do programa de coleta seletiva do presente estudo não apresentou-se com valor de aproximadamente 4 vezes superior a coleta convencional conforme preconiza o CEMPRE (2014). Os resultados apresentados na presente pesquisa apontam que os custos do programa de coleta seletiva são aproximadamente 8,7% maior que os custos do modelo convencional, fato que pode ser atribuído ao modelo de baixo custo adotado para a coleta dos recicláveis, situação que vai ao encontro do que afirma o INSEA (2013) em que os custos dos programas variam de acordo com a forma do gerenciamento adotado.

Diante dos resultados apresentados é importante frisar que mesmo o presente estudo abordando somente a questão econômica do processo, a análise da viabilidade de sistemas de coleta seletiva e UTR's deve ser também observada do ponto de vista socioambiental, pois conforme afirma Cândido *et al.* (2009), a implantação de tal sistema não deve ter expectativa de lucro financeiro, pois a economia provém da otimização dos serviços, aumento da vida útil das áreas de disposição final e redução dos custos com saúde pública.

Corroborando com o contexto citado anteriormente o que preconiza Calderoni (2003) sobre a economia de aterro. O autor afirma que a cada tonelada de recicláveis desviada da disposição final há uma economia de 16,12m³ de aterro. Considerando que a geração de recicláveis de Inconfidentes é de aproximadamente 28,35 toneladas por mês, é possível economizar 457 m³/ mês de aterro com a implementação da coleta seletiva e da UTR.

5 - CONCLUSÕES

Diante dos dados obtidos na presente pesquisa, foi possível observar o panorama econômico da implantação de um programa de coleta seletiva seguido por uma unidade de triagem, bem como questões de cunho ambiental e social que o programa acarretaria.

A partir do estudo da composição gravimétrica municipal, que por sua vez, trata-se de uma ferramenta imprescindível para o gerenciamento dos resíduos sólidos, evidenciou-se a potencialidade da implantação de um programa de coleta seletiva com posterior destinação em uma UTR, tendo em vista o percentual de 27% de resíduos potencialmente recicláveis presentes no município.

Levando em consideração a atual forma de disposição final e os cenários propostos no presente estudo, todas as alternativas se mostraram inviáveis do ponto de vista econômico, haja vista que, nenhum dos modelos apresentou sustentabilidade econômica. Dentro desse contexto, é relevante frisar que o modelo que adota a parceria com uma associação de catadores é a que apresenta o melhor panorama financeiro e seria a melhor forma de gerenciamento do sistema se comparada às demais. O referido modelo além de apresentar benefício econômico através redução das despesas, poderia proporcionar ganhos ambientais pela redução da poluição e aumento da vida útil da área de disposição final e ganhos sociais pela remoção dos catadores do lixão, gerando empregos aos mesmos, indo ao encontro do que preconiza a PNRS.

É importante destacar que a implementação da coleta seletiva bem como da UTR, não são fatores determinantes para a referida inviabilidade, ou seja, os valores adicionais de manutenção do sistema poderiam ser abatidos somente com a economia advinda da não disposição dos recicláveis no futuro aterro consorciado.

Mesmo o foco do presente estudo tratar-se da viabilidade do ponto de vista econômico, é relevante frisar que programas de coleta seletiva com a respectiva UTR devem ser pensados de uma forma ampla, que considere todos os benefícios socioambientais que os

mesmos podem oferecer, como a geração de emprego e renda para as pessoas que sobrevivem da catação, redução da poluição por meio da destinação adequada dos resíduos sólidos e o aumento da vida útil das áreas de disposição final, o que conseqüentemente proporcionaria melhorias na qualidade de vida não só das pessoas diretamente ligadas ao processo como também a sociedade de uma forma geral.

Por fim, evidenciou-se a partir do presente estudo a importância de programas de coleta seletiva acompanhados de UTR e que o desenvolvimento de um projeto dessa natureza pode contribuir significativamente com a qualidade de vida população. Portanto, espera-se que a presente pesquisa possa contribuir com futuros estudos a respeito do tema e que a coleta seletiva possa ser efetivamente realizada no município de Inconfidentes/MG.

6 - RECOMENDAÇÕES

Diante dos dados obtidos durante a realização do presente estudo, foi possível evidenciar que o gerenciamento dos resíduos sólidos no município de Inconfidentes/MG necessita de melhorias, inclusive para atender de forma plena a PNRS.

O principal ponto que deve ser observado pelo poder público municipal e carece ser resolvido refere-se à disposição final dos resíduos sólidos. Primeiramente os resíduos municipais devem ser encaminhados para um local adequado em condições apropriadas de operação, deixando de dispor os mesmos no atual lixão municipal, de forma que a atual área possa ser devidamente recuperada. Somado a isso, outro problema pode ser sanado com a adequação da disposição final, que trata-se da remoção dos catadores que atuam no lixão de forma que concomitantemente a prefeitura fomente iniciativas de constituição de uma associação e conseqüentemente proporcione condições para a instalação da UTR no município.

A partir do panorama observado no presente estudo, foi possível evidenciar pontos que podem ser melhorados em futuras pesquisas. Com relação à composição gravimétrica utilizada para o estudo e cruzando as informações da mesma com os preços dos materiais recicláveis, foi possível observar que foram considerados os preços mínimos dos materiais por classe por conta da composição gravimétrica não ter especificado cada tipo de material por peso. Portanto, sugere-se para futuras pesquisas que se realize um estudo mais específico de composição física dos resíduos.

Tendo em vista a atual situação do gerenciamento dos resíduos municipais, observou-se a necessidade de melhorias onde recomendamos que prefeitura municipal inicialmente elabore um plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, de modo que o referido documento possa nortear as ações a serem realizadas quanto à questão dos resíduos sólidos em Inconfidentes/MG.

Sugere-se ainda, que a prefeitura municipal por meio de seu departamento contábil, realize estudos contábeis mais aprofundados sobre o tema, levando em consideração a depreciação dos equipamentos bem como o tempo de amortização do investimento realizado.

Caso o município opte por implantar um programa de coleta seletiva no município, sugere-se o estabelecimento de parceria com o IFSULDEMINAS, onde as questões técnicas relacionadas ao projeto podem receber a contribuição do meio acadêmico, fato que pode contribuir para a redução das despesas para a implantação do programa. A título de exemplo, o programa de educação ambiental do referido projeto poderia ser realizado pelos discentes do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental por meio da disciplina específica de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, além de poder utilizar o momento das interações solidárias realizadas pelos discentes em todo começo de semestre no *Câmpus*, onde ações sociais já são desenvolvidas atualmente.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - **Associação Brasileira de Normas Técnicas**, 2004 (NBR 10.004). Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 63p.

AGUIAR, A. PHILIPPI JR, A. Custos de coleta seletiva: critérios de apuração e viabilidade dos programas. In: XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio Grande do Sul. **Anais**. ABE, 2000. p01-15. Acesso em dez .2014. Online. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/iii-020.pdf>>

ABRELPE (São Paulo). **Resíduos sólidos: Manual de boas práticas no planejamento**. São Paulo: Iswa, 2013. 107 p. Acesso em nov.2014. Online. Disponível em: <<http://a3p.jbrj.gov.br/pdf/ABRELPE%20Manual%20BOAS%20PRATICAS%202013.pdf>>

ABRELPE (São Paulo). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2013**. São Paulo: Abrelpe, 2013. 112 p. Acesso em: dez. 2014. Online. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf>>

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos** . Acesso em: nov. 2014. Online. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm >

BRASÍLIA. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília: Brasil, 2012. 102 p. Acesso em: jan. 2015. Online. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/253/_publicacao/253_publicacao02022012041757.pdf>.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. **Manual de orientações técnicas para a elaboração de propostas para o programa de resíduos sólidos**. Brasília. 2014. 44p.

BORTOLATTO, M.S. **Análise da viabilidade econômica na implantação de uma usina de triagem e compostagem de resíduo sólido urbano do município de Morro da Fumaça**. 2012. 53p. TCC (Especialização) - Universidade do Extremos Sul Catarinense – UNESC

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. 4ª ed. São Paulo. Humanitas Editora / FFLCH / USP, 2003. 348 p.

CAMPOS, H. K. T. Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. **Eng Sanit Ambient**, v.17, n.2, p171-180,2012.

CÂNDIDO, C.V.L. FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEAM; FUNDAÇÃO ISRAEL PINHEIRO. **Plano de Gerenciamento Integrado de Coleta Seletiva – PGICS**. Belo Horizonte: Feam, 2009. 72 p. Acesso em: dez.2014. Online. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/minas_sem_lixoes/2010/coletaseletiva.pdf>

CAVAGNOL, J. **Plano de ação para implantação de um sistema de coleta seletiva de resíduos em São Miguel do Oeste**. 2011. 54p. TCC (Especialização) – Universidade do Oeste de Santa Catarina – UNOESC

CAVALCANTI, D. F. G. **Aplicação de indicadores de sustentabilidade para avaliar a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos no município de Caucaia – CE ante a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 2013. 141p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará.

CEMPRE. **Guia coleta seletiva de lixo**. 2ª ed. São Paulo, 2014. 30p.

CEMPRE. **Fichas técnicas**. Acesso em: fev.2015.. Online. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica>>

CEMPRE. **Review 2013**. 2013. Acesso em: jan.2015. Online. Disponível em: <<http://cempre.org.br/download.php?arq=b18xOTVhNmJvOHExNHhkazZsMW42bzFzdTFxMGxhLnBkZg==>>

CEMPRE. **Cempre informa número 138 novembro/dezembro**. Acesso em: dez.2014. Online. Disponível em : <<http://cempre.org.br/cempre-informa/id/32/preco-do-material-reciclavel->>

CICLOSOFT – **Pesquisa sobre coleta seletiva**. CEMPRE – Compromisso Empresarial com a Reciclagem. 2014. Acesso em:jan.2015. Online Disponível em <<http://cempre.org.br/ciclossoft/id/2>>

CORNIERI, M. G. **Programa Municipal de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos em Santo André – SP: um estudo a partir do ciclo da política (*policy cycle*)**. 2011. 170p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo.

COMITE INTERMINISTERIAL PARA INCLUSÃO SOCIAL E ECONÔMICA DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS – CIICS. **Coleta seletiva com inclusão dos catadores de materiais recicláveis**. 2013. Acesso em fev.2015. Online. Disponível em: <http://www.cataacao.org.br/wpcontent/uploads/2013/05/Cartilha_ColetaSeletiva_Quadrinhos.pdf>

DEMAJOROVIC, J.; BESEN, G. R.; RATHSAM, A. A. **Os desafios da gestão compartilhada de resíduos sólidos face a lógica do mercado.2004**. Acesso em:jan.2015. Online. Disponível em:<http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/GT/GT11/jacupes_demajorovic.pdf>

FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. **Panorama da destinação dos resíduos sólidos urbanos no Estado de Minas Gerais em 2013**. Belo Horizonte: Feam, 2014. 45 p. Acesso em: jan. 2015. Online. Disponível em: [http://www.feam.br/images/stories/minas_sem_lixoes/Publicacoes2014/relatrio de progresso - panorama rsu_2013_gerub.pdf](http://www.feam.br/images/stories/minas_sem_lixoes/Publicacoes2014/relatrio%20de%20progresso%20-%20panorama%20rsu%202013%20gerub.pdf)

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Consórcio intermunicipal para o Desenvolvimento Ambiental Sustentável – CIDAS**. Belo Horizonte. 2013. 166p.

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Icms ecológico. Acesso em: jan.2015. Online. Disponível em <
http://www.feam.br/index.php?option=com_content&task=view&id=76&Itemid=99>

FERNANDES, L. F. R. **Determinação do Balanço Energético e de Gases do Efeito Estufa (GEE) em função do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos**. 2010. 101 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá.

FRÉSCA, F. R. C. **Estudo da geração de resíduos sólidos domiciliares no município de São Carlos, SP, a partir da caracterização física**. 2007. 127p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.

FILHO, G.E.C.P. OLIVEIRA, P.T.S. FILHO, A.C.P. RODRIGUES, D.B.B. Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos urbanos (GIRSU) para município de pequeno porte: o estudo de caso de Dois Irmãos do Buriti – MS. **Revista eletrônica do curso de Geografia do Campus Jataí – UFG**, Jataí, n.11, p. 289-305,2008.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO – **Dados de transferência de ICMS ecológico de Turvolândia – MG**. Acesso em: jan.2015. Online. Disponível em: <
http://www.fjp.mg.gov.br/robinhood/index.php/transferencias/index.php?option=com_jumi&fileid=17>

GONÇALVES, A. T. T. **Potencialidade Energética dos Resíduos Sólidos Domiciliares e Comerciais do Município de Itajubá - MG**. 2007. 179 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Itajubá.

GOUVEIA, N. **Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social**. *Ciência & Saúde Coletiva*, pag.1503-1510, 2012.

IBAM. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2001. 200p.

INCONFIDENTES. **Dados sobre o município de Inconfidentes**. Acesso em: jan.2015. Online. Disponível em < <http://www.inconfidentes.mg.gov.br/>>

INSEA. **Prestação de serviços de coleta seletiva por empreendimentos de Catadores: instrumentos metodológicos para contratação**. Belo Horizonte, 2013. 107p.

IBGEa - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, PNSB -2008**. Rio de Janeiro: IBGE; 2010.

IBGEb - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010**. Acesso em fev.2015. Online. Disponível em: <
<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=313060&search=||infoogr%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas>>

IPEA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos – Relatório de Pesquisa 2012**. Brasília. 2012. Acesso em: jan.2015. Online. Disponível em: <
http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf>

JUNKES, M. B. **Procedimentos para aproveitamento de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte**. 2002. 116p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina.

LELIS, M.P.N. NETO, J.T.P. **Usina de reciclagem de lixo: Porque não funcionam?**. 21 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. João Pessoa. ABES. 2001. p 01-09. Acesso em: dez.2014. Online. Disponível em:
<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/brasil/iii-020.pdf>

LIMA, G.C.T. **Análise da sustentabilidade econômica da coleta seletiva**. 2010. 87p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira.

MACARI, H. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos: Proposta para o município de Bom Jardim da Serra, SC**. 2009. 76p. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental) – Universidade do Extremos Sul Catarinense – UNESC

MAGALHÃES, D.N. **Elementos para o diagnóstico e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no município de Dores dos Campos – MG**. 2008. 58p. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso em Especialização em Análise Ambiental) – Universidade Federal de Juiz de Fora

MASSUKADO, L. M. **Sistema de apoio à decisão: avaliação de cenários de gestão integrada de resíduos sólidos domiciliares**. 2004. 230p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos

MICHELSEN, J.; NAIME, R.; SANTOS, K. L.; MASSOTI, B. Diagnóstico da gestão de resíduos sólidos no município de Gramado. In: 3º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos. Porto Alegre. **Anais**. Insituto Venturi.2011. p01-06. Acesso em jan.2015. Online. Disponível em:
http://www.institutoventuri.org/download/trabalhos_cientificos/forum_internacional_de_residuos_solidos/3_forum_internacional_de_residuos_solidos/t022.FIRS3.pdf

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARANÁ – **Unidades de triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos**. Curitiba. 2012. Acesso em fev.2015. Online. Disponível:
<http://www.mpgo.mp.br/portal/arquivos/2013/06/27/15_32_13_932_apostila_rsu_mppr.pdf>

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Elementos para organização da coleta seletiva e projeto dos galpões de triagem**, 2008. Acesso em fev.2015. Online. Disponível:<
http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/ManualColetaSeletiva.pdf>

NETO, A.T. NISHIYAMA, L. O tratamento dos resíduos sólidos urbanos em Uberaba: avaliando o sistema. **Caminhos da Geografia**. n10. p126-143. 2005. Acesso em nov.2014. Online. Disponível em:
http://www.geografiaememoria.ig.ufu.br/downloads/O_TRATAMENTO_DOS_RESIDUOS_SOLIDOS_URBANOS_EM_UBERABA.pdf

OLIVEIRA, C.A.A. **Análise do fluxo de gases na camada de cobertura do aterro sanitário municipal oeste de Caucaia (ASMOC)**. 2011. 79p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará

PAZ, D.H.F. OLIVEIRA, B.C. ARAÚJO, G.V.R. SILVA, R.C.P. EL-DEIR, S.G. Estudo da valoração econômica dos resíduos sólidos domiciliares no município de Recife/PE. In: II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Londrina. **Anais**. Londrina: IBEAS. 2011. p01-07. Acesso em: jan.2015. Online. Disponível em:
<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2011/III-018.pdf>

PwC. **Guia de orientação para adequação dos municípios a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**, 2011.

RIBEIRO, T. F.; LIMA, S. C. Coleta seletiva de lixo domiciliar – Estudos de casos. **Caminhos de Geografia**. Uberaba. v2. p2. p 50-69. 2000. Acesso em fev.2015. Online. Disponível em:
<<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15253/8554>>

RIBEIRO, H.; BESEN, G. R. Panorama da coleta seletiva no Brasil: desafios e perspectivas a partir de três estudos de caso. **INTERFACEHS – Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente** - v.2, n.4, Artigo 1,2007.

RODRIGUES, C. S. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos: Desafios, possibilidades e limitações para implantação no município de Imbituba, SC**. 2009. 152p. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental) – Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC

SAVI, J. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos em Adamantina – SP: análise da viabilidade econômica da usina de triagem de RSU com coleta seletiva**. 2005. 236p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO. **Coleta seletiva**. 2 ed. 2013. Acesso em: fev.2015. Online. Disponível em: <
<http://www.ambiente.sp.gov.br/cea/files/2013/09/coleta-seletiva.pdf>>

SCHIRMER, W. N. LESS, F.R. JUNIOR, B.C. AGASSI, J.D. BARBARA, R.R. BABINOT, R. Avaliação de implantação da coleta seletiva em municípios de pequeno porte – Estudo de caso da cidade de Irati (PR). **TECNO-LÓGICA**, Santa Cruz do Sul, v.13, n.1, p.46-51, 2009.

SILVA, A. C. et al. Proposta de sistema de coleta seletiva sustentável para pequenos municípios: Estudo de caso de Pirambu/SE. **Gesta**, Paraíba v. 1, n. 2, p. 189-201, 2013. Acesso em: jan.2015. Online. Disponível em:
<<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/7268/6418>>

VIANA, L. L.; OLIVEIRA, D. F. Projeto técnico de implantação da coleta seletiva no município de Itauçu, Goiás. In: III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Goiânia/GO. **Anais**. IBEAS, 2012. p01-11. Acesso em: nov.2014. Online. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/III-034.pdf>>

VIVEIROS, M. V. **Coleta seletiva solidária: desafios no caminho da retórica à prática sustentável**. 2006. 178p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo

ZANTA, V. M; FERREIRA, C. F. A. Gerenciamento integrado de resíduos sólidos. In: CASTILHOS JUNIOR, Armando Borges de (Org.). **Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte**. Rio de Janeiro: Abes, 2003. p. 294. Acesso em: jan. 2015. Online. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/prosab/livros/ProsabArmando.pdf>>

WALDMAN, M. **Lixo: Cenários e desafios**. São Paulo. Cortez, 2010. 231p.

8 – ANEXOS

8.1 - ROTEIROS DE ENTREVISTAS – CATADORES E PREFEITURA

ROTEIRO DE ENTREVISTA CATADORES

I - Dados pessoais

1) Nome: _____ Idade: _____ Cidade: _____

II- Informações sobre o trabalho

De que forma realizam suas atividades laborativas?

Com quais os materiais recicláveis trabalham normalmente?

Como realizam a comercialização dos materiais triados?

Quais as perspectivas para trabalharem no futuro?

ROTEIRO DE ENTREVISTA PREFEITURA

I - Informações gerais do município

1) Município: _____ Estado: _____

2) População total: _____ Urbana: _____ Rural: _____

II – Limpeza urbana

Como é realizado o serviço de coleta dos resíduos sólidos?

Quem são os responsáveis pela gestão dos resíduos sólidos no município?

Existe regulamentação/cobrança para o serviço de limpeza urbana?

Como é realizada a quantificação dos resíduos sólidos gerados no município?

III – Informações sobre a destinação final

Existe algum programa de tratamento dos resíduos no município?

Como o município faz a disposição final dos resíduos sólidos?

8.2 – RELATÓRIOS DE CONSUMO DE COMBUSTÍVEL E DESPESAS COM MANUTENÇÃO DO CAMINHÃO COMPACTADOR

8.3 – ORÇAMENTOS