



GILSON DE OLIVEIRA WENCESLAU

**PROPOSTA DE TAXA DE MANEJO DOS
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS GERADOS NO
MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO BATISTA DO
GLÓRIA-MG**

LAVRAS - MG

2015

GILSON DE OLIVEIRA WENCESLAU

**PROPOSTA DE TAXA DE MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS
URBANOS GERADOS NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO BATISTA DO
GLÓRIA-MG**

Dissertação apresentada à Universidade de Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Inovações Ambientais – Curso Mestrado Profissional, área de concentração em Gestão de Resíduos e Efluentes, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Luiz Fernando Coutinho de Oliveira

Coorientador

Dr. André Geraldo Cornélio Ribeiro

LAVRAS - MG

2015

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Wenceslau, Gilson de Oliveira.

Proposta de taxa de manejo dos resíduos sólidos urbanos gerados
no município de São João Batista do Glória – MG / Gilson de
Oliveira Wenceslau. – Lavras : UFLA, 2015.

96 p. : il.

Dissertação (mestrado profissional)–Universidade Federal de
Lavras, 2015.

Orientador: Luiz Fernando Coutinho de Oliveira.

Bibliografia.

1. Coleta convencional. 2. Coleta seletiva. 3. Unidade de triagem
e compostagem. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

GILSON DE OLIVEIRA WENCESLAU

**PROPOSTA DE TAXA DE MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS
URBANOS GERADOS NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO BATISTA DO
GLÓRIA-MG**

Dissertação apresentada à Universidade de Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Inovações Ambientais – Curso Mestrado Profissional, área de concentração em Gestão de Resíduos e Efluentes, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 26 de fevereiro de 2015.

Dr. André Geraldo Cornélio Ribeiro UFLA

Dra. Rita de Cássia Ribeiro Carvalho FESP

Dr. Luiz Fernando Coutinho de Oliveira
Orientador

LAVRAS-MG

2015

Dedico

A Deus, aos meus amados pais Lairto Wenceslau e Margarida Flausino Wenceslau (*in memoriam*), a minha amada esposa Miria e filhas Thamara e Ana Julia.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela graça concedida. Expresso aqui os meus sinceros agradecimentos a todos os que contribuíram para este trabalho. Um agradecimento especial é devido ao Professor Dr. Luiz Fernando Coutinho de Oliveira e ao Professor Dr. André Geraldo Cornélio Ribeiro que logo aceitaram a orientação deste trabalho, pela disponibilidade sempre revelada, pelas críticas, correções e sugestões relevantes feitas durante a orientação e, sobretudo pela amizade e confiança demonstradas.

À Professora Dra Rita de Cássia Ribeiro Carvalho, por ter aceitado o convite para participar da Banca Examinadora, o que muito nos honra.

Aos meus colegas do Mestrado, pela excelente relação pessoal que criamos e pela ajuda e intercâmbio de idéias e informações para a elaboração deste trabalho, bem como por toda a colaboração e apoio.

Aos amigos que me estimularam pela confiança em mim depositada, fazendo-me acreditar que era possível chegar ao fim com sucesso.

A minha família, pelo apoio incondicional que me deram, em especial a minha esposa Miria e filhas Thamara e Ana Julia, pela paciência e carinho com que sempre me ouviram e a sensatez com que sempre me apoiaram e ajudaram.

Por fim, gostaria de estender os meus agradecimentos a todos aqueles que contribuíram para realização desta pesquisa, ainda que anonimamente, foram ajudando, fornecendo idéias e críticas, algumas das quais essenciais para a conclusão deste trabalho.

RESUMO

Apesar das diretrizes estabelecidas pelas Leis de Saneamento Básico e Política Nacional de Resíduos Sólidos, há uma grande dificuldade dos municípios brasileiros em promover uma gestão adequada dos resíduos sólidos urbanos (RSU), devido aos gastos com cada etapa do processo. Entretanto, diversas cidades do Brasil enfrentam dificuldades técnicas e financeiras por não saberem de fato, como calcular a taxa de resíduos sólidos para cidades com até 20.000 habitantes, considerando principalmente o princípio do poluidor-pagador. Neste contexto encontra-se o município de São João Batista do Glória, MG, que ainda não estabeleceu o sistema de cálculo para cobrança de tarifa ou taxa de manejo de RSU. Assim sendo, considerando a taxa de manejo de resíduos sólidos urbanos **ser** uma importante ferramenta para recuperação dos custos da gestão, este trabalho procurou apresentar uma proposta utilizando-se a metodologia sugerida por alguns autores, com adequações e adaptações à realidade de São João Batista do Glória, MG. Desta forma, visando elaborar proposta de taxa de manejo de RSU para o referido município, fez-se necessário diagnosticar a geração de RSU, o sistema de coleta (convencional e seletiva) e o sistema da Unidade de Triagem e Compostagem (UTC). Com base nos levantamentos dos custos das operações de coleta (seletiva e convencional), tratamento e disposição dos RSU de São João Batista do Glória, foi possível apresentar uma proposta de valor de taxa de manejo de resíduos sólidos para o município pesquisado. A proposta de valor para a taxa de manejo de resíduos sólidos é de R\$ 15,25 economia mês⁻¹, sendo que para composição do cálculo foram levados em consideração os custos das operações de coletas (seletiva e convencional), tratamento e disposição, bem como a necessidade de investimentos na estrutura de manejo de RSU para horizonte de 20 anos.

Palavras-chave: Coleta convencional. Coleta seletiva. Unidade de triagem e compostagem. Reciclagem.

ABSTRACT

Despite the guidelines established by the Leis de Saneamento Básico and the Política Nacional de Resíduos Sólidos, there is a great difficulty for municipalities to promote the proper management of municipal solid waste (MSW) due to the expenses of each step of the process. However, several cities in Brazil face technical and financial difficulties for not knowing how to calculate the rate of solid waste in towns with up to 20,000 inhabitants, especially considering the principle that the polluter should pay. In this context lies the city of São João Batista do Glória, MG, which has not established a calculation system for billing rate or MSW management fee yet. Therefore, considering that the management fee of municipal solid waste is an important tool for recovering management costs, this study sought to present a proposal using the methodology suggested by some authors, with adjustments and adaptations to the reality of São João Batista do Glória, MG. Thus, aiming at drafting a proposal for MSW management fee for that municipality, it was necessary to diagnose the generation of MSW, the collection system (conventional and selective) and the system of Screening and Composting Unit (UTC). Based on surveys on collection operation costs (selective and conventional), treatment and disposal of São João Batista do Glória's MSW, it was possible to offer a value to the management fee of solid waste for the city of this study. The proposed value for solid waste management fee is R\$ 15.25 economy month⁻¹ and to calculate it, collection operation costs (selective and conventional), treatment and disposal as well as the need for an investment in MSW management structure to a 20 year horizon were considered.

Keywords: Conventional collection. Selective collection. Sorting and composting unit. Recycling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Caracterização da composição gravimétrica dos RSU de São João Batista do Glória	49
Figura 2	Geração diária de RSU de São João Batista do Glória	52
Figura 3	Estimativa populacional do município de São João Batista do Glória pelos métodos aritmético e geométrico.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Tipos de cobrança pelo serviço de resíduos sólidos por região.....	22
Tabela 2	Critério para avaliação da UTC.....	37
Tabela 3	Geração diária de RSU referente à coleta convencional em São João Batista do Glória	47
Tabela 4	Geração diária de RSU referente à coleta seletiva em São João Batista do Glória	48
Tabela 5	Caracterização da composição gravimétrica dos resíduos sólidos do município de São João Batista do Glória	51
Tabela 6	Crescimento populacional de São João Batista do Glória entre 1960 a 2010.....	56
Tabela 7	Estimativa populacional de São João Batista do Glória pelo método aritmético.....	57
Tabela 8	Estimativa populacional de São João Batista do Glória pelo método geométrico.....	58
Tabela 9	Massa de RSU em 2010 destinados à UTC de São João Batista do Glória	60
Tabela 10	Estimativa anual de geração de resíduos ao longo do horizonte do plano do município de São João Batista do Glória	61
Tabela 11	Custo mensal da operação de limpeza pública em São João Batista do Glória	62
Tabela 12	Custo mensal da operação de coleta convencional e seletiva em São João Batista do Glória	64
Tabela 13	Custo mensal da operação da UTC de São João Batista do Glória (destinação e disposição final)	65
Tabela 14	Investimento para operação de coleta convencional em São João Batista do Glória	66

Tabela 15	Investimento para operação de coleta seletiva em São João Batista do Glória	67
Tabela 16	Investimento para UTC em São João Batista do Glória (destinação e disposição final)	68
Tabela 17	Cálculo da taxa de manejo de resíduos sólidos urbanos para São João Batista do Glória	72

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Objetivos	14
1.1.1	Objetivo geral	14
1.1.2	Objetivos específicos	14
2	REFERENCIAL TÉORICO	15
2.1	Gestão de resíduos sólidos no Brasil e no mundo	15
2.2	Política nacional de resíduos sólidos	19
2.3	Usinas de triagem e compostagem (UTC)	20
2.4	Cobrança de taxas e tarifas de coleta de RSU	21
2.4.1	Experiências de cobrança de taxa de RSU no Brasil	23
2.4.2	Experiências de cobrança no exterior	26
2.5	Estruturado sistema de cálculo da taxa de manejo dos RSU	28
3	MATERIAIS E MÉTODOS	32
3.1	Caracterização do município de São João Batista do Glória	32
3.2	Diagnóstico do sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos	33
3.2.1	Diagnóstico da geração e manejo dos RSU	33
3.2.2	Avaliação do complexo da UTC	36
3.3	Metodologia para o cálculo da evolução populacional e geração dos RSU	38
3.3.1	Método aritmético	38
3.3.2	Método geométrico	39
3.3.3	Método de cálculo da evolução da geração de RSU	39
3.4	Metodologia do sistema de cálculo para taxa de RSU	41
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1	Diagnóstico da geração de RSU	47
4.2	Avaliação do complexo da UTC	52
4.3	Resultado da projeção populacional	55
4.3.1	Resultado do cálculo do método aritmético	56
4.3.2	Resultado do cálculo do método geométrico	57
4.3.3	Escolha da estimativa populacional	58
4.3.4	Evolução da geração de resíduos	59
4.4	Cálculo da taxa de RSU em São João de Batista do Glória	62
5	CONCLUSÃO	73
	REFERÊNCIAS	74
	ANEXOS	79

1 INTRODUÇÃO

O destino da crescente quantidade dos resíduos sólidos é um problema a ser tratado pela administração pública e pela sociedade de forma integrada. Com o crescente aumento da população do Brasil observa-se o progressivo aumento do volume de resíduos sólidos produzido, entretanto, não é acompanhada de um descarte adequado.

A quantidade de resíduos sólidos urbanos (RSU) destinada inadequadamente tem crescido, seguindo para lixões ou aterros controlados, que do ponto de vista ambiental pouco se diferenciam um do outro, pois não possuem o conjunto de sistemas necessários para a proteção do meio ambiente e da saúde pública.

Neste sentido, existe uma grande dificuldade dos municípios em promover uma gestão adequada dos RSU devido aos gastos com cada etapa da gestão. Segundo Godoy (2013), há mais de dez anos o governo federal vem destinando recursos a municípios de pequeno porte para implantação ou melhoria dos sistemas de coleta, transporte, tratamento e destinação final de resíduos sólidos. Apesar do apoio financeiro prestado, observa-se que em grande parte dos municípios ainda há disposição final inadequada dos resíduos sólidos urbanos.

Visando fazer frente às dificuldades orçamentárias dos municípios, a Lei de Política Nacional de Resíduos (BRASIL, 2010b) estabeleceu como parte integrante do conteúdo do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS), a definição do chamado sistema de cálculo para a cobrança da taxa de manejo dos resíduos sólidos urbanos, tendo como objetivo cobrir os custos da prestação do referido serviço público, bem como garantir sua universalidade.

O sistema de cálculo deve estar em conformidade com as diretrizes da Lei Federal de Saneamento Básico, que determina a recuperação dos custos

decorrentes da prestação do serviço, em regime de eficiência, bem como a geração dos recursos necessários à realização dos investimentos previstos em metas.

A taxa de manejo dos RSU vai de encontro ao princípio do poluidor-pagador, o qual estabelece que os estados devem desenvolver legislação nacional relativa à responsabilidade e indenização das vítimas de poluição e outros danos ambientais (FRANCO, 2013).

No entanto, diversas cidades do Brasil enfrentam dificuldades técnicas por não saberem de fato como calcular a taxa de manejo de resíduos sólidos urbanos, principalmente para cidades com até 20.000 habitantes. Neste contexto encontra-se o município São João Batista do Glória (SJBG), que ainda não implementou a cobrança da taxa de manejo de RSU. Desta forma, o presente trabalho trata do cálculo da taxa de manejo dos RSU do município com base nos dados da coleta convencional, coleta seletiva e Unidade de Triagem e Compostagem (UTC). Espera-se que os resultados desta pesquisa possam servir de modelo para o cálculo da taxa de outros municípios e fornecer, portanto subsídios para elaboração do Plano Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos destes.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Propor uma taxa de manejo de RSU de São João Batista do Glória, com base nos dados da coleta convencional, coleta seletiva e UTC, existentes no município.

1.1.2 Objetivos específicos

Diagnosticar a geração dos resíduos no município de São João Batista do Glória;

Verificar o sistema de coleta convencional e coleta seletiva no município de São João Batista do Glória;

Avaliar o complexo da UTC do município de São João Batista do Glória.

2 REFERENCIAL TÉORICO

2.1 Gestão de resíduos sólidos no Brasil e no mundo

Um dos maiores desafios com que se defronta a sociedade moderna é o equacionamento da geração excessiva e da disposição final ambientalmente segura dos resíduos sólidos. A preocupação mundial em relação aos resíduos sólidos, em especial aos domiciliares, tem aumentado ante o crescimento da produção, do gerenciamento inadequado e da falta de áreas de disposição final (JACOBI; BESEN, 2011).

Segundo Melo et al. (2009), a evolução da humanidade, a partir do aumento populacional, da rápida industrialização e do modelo de desenvolvimento vinculado aos padrões de consumo, produziu um incremento gradativo dos problemas ambientais pela relação predatória do homem sobre a natureza, aumentando a produção de resíduos cujo manejo tornou um problema de difícil solução.

De acordo com Jacobi e Besen (2011), nos países mais ricos que geram maiores quantidades de resíduos sólidos, existe mais capacidade de equacionamento da gestão, por um somatório de fatores que incluem recursos econômicos, preocupação ambiental da população e desenvolvimento tecnológico. Os autores mencionados destacam ainda que, em cidades de países em desenvolvimento com urbanização muito acelerada, verificam-se déficits na capacidade financeira e administrativa dessas em prover infraestrutura e serviços essenciais como água, saneamento, coleta e destinação adequada do lixo e moradia, e em assegurar segurança e controle da qualidade ambiental para a população.

Segundo Andrade e Ferreira (2011), os Estados Unidos, Japão e os países da União Européia possuem os sistemas de gestão de resíduos mais

complexos do mundo, sendo que para destinação e disposição de todos os resíduos, ou de grande parte destes, gerados em seus territórios, tais países aplicam várias modalidades de tratamento antes da disposição final.

Estes países possuem estratégias baseadas em sistema hierárquico de etapas que seguem a seguinte ordem: minimização, reutilização, reciclagem, recuperação de energia da incineração e disposição final em aterros sanitários (ANDRADE; FERREIRA, 2011).

Segundo Inghels e Dullaert (2010), na Europa, a gestão de resíduos sólidos urbanos e mais especificamente, a redução da quantidade de resíduos de aterros foi influenciada pelas diretivas da União Europeia, determinando aos estados membros, a implantação de planos concretos para a gestão de resíduos, visando alcançar as metas europeias de redução destes, principalmente os oriundos de equipamentos eletrônicos, pilhas, acumuladores e baterias.

A situação mencionada por Inghels e Dullaert (2010) trouxe rapidamente reflexo para a consciência dos países em desenvolvimento, devido ao crescimento na produção de resíduos e da composição alterada destes, em termos de materiais plásticos e de papel, considerando melhoria do padrão de vida da sociedade, o que, conseqüentemente a longo prazo, aumentará a demanda de energia e matérias-primas, reforçando a necessidade de segregar, reciclar e reutilizar os resíduos.

Segundo Theodoro et al. (2012), na década de 80, por meio do desenvolvimento de legislação, instrumentos econômicos estimulando o uso de produtos reciclados e, ainda, pelo envolvimento cada vez maior da população, fez com que desenvolvesse um mercado rentável para os produtos reciclados.

Theodoro et al. (2012) destacam que a mudança de visão em relação à temática ambiental altera o paradigma associado à definição do que são os resíduos sólidos, pois passam a ser reconhecida, não como uma massa sem valor

que deve ser disposta em local apropriado, mas sim como materiais que podem ser reintroduzidos no processo produtivo tendo, portanto, valor econômico.

Melo et al. (2009) salientam que o incremento do conhecimento das implicações sobre o meio ambiente, do aumento de volume de resíduos a serem dispostos e mais do aumento da consciência ambiental determinaram uma nova qualificação para o problema.

Zhang et al. (2011) salientam a necessidade de desenvolver um modelo de gestão de resíduos sólidos para gerenciar as interações entre ações de planejamento, processo, implementação e controle da eficiência, possibilitando assim o fluxo econômico de matérias-primas, produtos acabados e informações relacionadas desde o ponto de origem até o ponto de consumo.

No Brasil e nos países periféricos, segundo Andrade e Ferreira (2011), apesar de haver forte tendência de se adotar o modelo de gestão de resíduos sólidos, semelhante ao dos países desenvolvidos, a situação geral dessa gestão apresenta-se atualmente bastante diferente da encontrada na União Europeia, nos Estados Unidos e no Japão.

Assim sendo, para Besen (2011), a coleta seletiva apresenta-se como importante processo na gestão de RSU, a qual consiste na coleta de resíduos sólidos previamente segregados, conforme sua constituição ou composição, situação que ocorre em algumas localidades com os resíduos de papel, vidro, plástico, metal e orgânicos.

Cornier e Fracalanza (2010) destacam que a coleta seletiva como instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelecida pela Lei Federal n. 12.305/2010, deve integrar os planos de resíduos sólidos dos municípios, sendo essencial para se atingir a meta de disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Segundo Milaré (2011) a segregação e a coleta seletiva de resíduos sólidos, além de aumentar o seu valor agregado, permitem reduzir os custos dos

processos voltados ao seu reaproveitamento. Portanto, com a coleta seletiva e a segregação é possível dar destinação final adequada aos resíduos sólidos, possibilitando não só a reciclagem, mas também eventual reutilização, recuperação e aproveitamento energético ou até mesmo sua destinação como compostagem. Além disso, é importante considerar na gestão dos resíduos a possibilidade de identificar os resíduos não passíveis de tratamento e de recuperação por processos tecnológicos disponíveis e ecologicamente viáveis e, bem assim, a disposição final desses rejeitos em aterros.

O Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2010c) destaca que a falta da segregação dos resíduos domésticos pelas pessoas tem onerado a coleta urbana de resíduos, bem como tem contribuído para redução da vida útil dos aterros sanitários, dificultando a operacionalização das Unidades de Triagem e Compostagem, trazendo riscos para o meio ambiente e saúde pública.

Um componente presente no cenário da maioria dos municípios brasileiros, segundo Andrade e Ferreira (2011), é a presença de catadores de materiais recicláveis oriundos do lixo urbano, que contribuem para que haja razoável recuperação destes materiais, pela inserção no processo produtivo.

Dias Júnior et al. (2014), em estudo avaliando o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados pela cidade de Barra do Garças, MT, ressaltam que o município não é diferente da realidade apresentada em vários municípios brasileiros, em que os resíduos são lançados diretamente ao solo, em áreas que são denominadas lixões a céu aberto. Segundo os autores, um possível compromisso dos gestores municipais poderia ser a busca por alternativas de reciclagem e implantação de aterro sanitário, dando melhor atenção a essa questão socioambiental que tem afligido a cidade. Os autores ainda destacam a importância da função do gestor municipal na elaboração de projetos e propostas de ação em cumprimento das legislações.

2.2 Política nacional de resíduos sólidos

Os aspectos relacionados aos marcos legais da limpeza urbana, em especial da gestão e manejo dos resíduos sólidos no Brasil, são definidos pela Política Nacional de Saneamento Básico, Lei n. 11.445, de 2007 (BRASIL, 2007). A referida lei estabeleceu que o plano de resíduos sólidos devesse integrar os Planos Municipais de Saneamento Básico, bem como devem estar alinhados à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei n. 12.305, de 2010, estabeleceu um novo marco regulatório para o país (JACOBI; BESEN, 2011).

Para Godoy (2013), a Lei Federal n. 12.305 visa solucionar os problemas endêmicos existentes, especificamente no setor de resíduos sólidos. O documento contém uma série de matérias inovadoras e muito pertinentes neste sentido, como temas relativos a princípios e procedimentos destinados a orientar a gestão adequada dos resíduos sólidos nos três níveis de governo. O espírito da nova lei consiste em instaurar as diretrizes visando ao respeito e proteção ao meio ambiente e às comunidades.

Entre outros conteúdos, a Lei Federal 12.305 estabeleceu prazos para corrigir distorções, erros e omissões cometidos habitualmente pelas autoridades do poder público e pelas comunidades. Inova no relativo às responsabilidades, uma vez que estabeleceu o princípio da responsabilidade compartilhada ante à geração de resíduos, dividindo essa atribuição entre as prefeituras, o empresariado e a comunidade em geral, sendo que anteriormente a responsabilidade recaía somente no município (GODOY, 2013).

Assim sendo, visando melhor estrutura para a gestão dos resíduos é necessário o município estabelecer sistema de cálculo da taxa de RSU, devendo ser considerados para sua implantação ao menos dois princípios, os quais devem ser ponto de partida para o delineamento da estrutura do sistema. Conforme

destaca Trindade et al. (2014), o primeiro é a aplicabilidade, pois as taxas ou tarifas devem ser passíveis de serem implementadas, refletindo as condições existentes na indústria e na localidade do serviço. O segundo é a legalidade, que assume que o marco regulatório deve ser respeitado.

Dentro da concepção da estrutura do sistema de cálculo da taxa de RSU ideal, há um conjunto de perdas e ganhos, entre os princípios das diversas políticas ambientais brasileiras. Tal situação pode ser verificada entre os princípios de poluidor-pagador e acesso universal, na medida em que o pagamento pela geração de resíduo (poluidor-pagador) pode inviabilizar o acesso universal ao comprometer a capacidade de pagamento da população de baixa renda.

Por outro lado, o pagamento segundo a geração de resíduo pode ser complexo e gerar elevados custos administrativos, violando o princípio da simplicidade, o qual apresenta também perdas e ganhos, bem como o princípio da sustentabilidade ambiental. Isso porque, de acordo com Souza (2012) a taxa que incentiva o uso racional e minimiza o impacto socioambiental também pode comprometer a simplicidade tarifária.

Para Brasil (2013a) a definição do sistema de cálculo da taxa de RSU implica na eleição de quais são os objetivos prioritários em detrimento dos conflitantes. Assim sendo, as taxas ideais são aquelas que melhor equilibram as perdas e ganhos entre os objetivos básicos e os diferentes interesses das partes envolvidas.

2.3 Usinas de triagem e compostagem (UTC)

Trata-se do processo de segregação das parcelas orgânica e recicláveis dos rejeitos, o qual é realizado na mesa de triagem e os materiais recicláveis são

prensados após a triagem, enfardados e armazenados para posterior comercialização (FEAM, 2010).

Besen (2011) destacou que essa prática gera economia de energia para nova produção de bens, além de reduzir a pressão sobre os recursos naturais. Contudo, é fundamental que haja mudança de comportamento quanto à segregação dos Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) pela população.

O Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2010c) pontua que existe também a necessidade da definição de critérios de padronização dos materiais recicláveis, de assistência técnica para que esses materiais sejam separados de forma criteriosa tanto na UTC como na fonte geradora, de forma a agregar valor aos produtos a serem comercializados ou reutilizados.

O composto orgânico é material rico em húmus e nutriente mineral, o qual pode ser utilizado no paisagismo, na recuperação de áreas degradadas, na silvicultura, dentre outros usos. Para que o composto seja empregado na agricultura, o Sistema Estadual de Meio Ambiente (SISEMA) solicita laudo agrônômico emitido por profissional habilitado, uma vez que o risco de o composto apresentar contaminação biológica ou por metais pesados é grande, principalmente quando o material descartado não é coletado seletivamente.

2.4 Cobrança de taxas e tarifas de coleta de RSU

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2012), existe uma tendência no Brasil de os municípios remunerarem os serviços de limpeza urbana por uma taxa, geralmente cobrada na mesma guia do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU). Muitas vezes emprega-se a mesma base de cálculo, que é a área do imóvel, consistindo em uma prática inconstitucional, a qual vem sendo substituída por diversas outras formas de cobrança.

Conforme estudos do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS, 2010) verificam-se na Tabela 1 os tipos de cobrança pelo serviço de manejo de RSU que são realizados nas diversas regiões do Brasil. Observa-se que a região sul já implementou a taxa em 79% dos municípios, enquanto que nas regiões Norte e Nordeste houve implantação em apenas 16% e 14% dos municípios, respectivamente.

Tabela 1 Tipos de cobrança pelo serviço de resíduos sólidos por região

Região	Tipo de Cobrança				
	Sem Cobrança	IPTU	Taxa em Boleto Próprio	Taxa em Conta de Água	Sem Informação
Norte	79%	13%	3%	0%	5%
Nordeste	85%	13%	1%	0%	1%
Centro-Oeste	83%	15%	1%	1%	0%
Sudeste	47%	49%	1%	2%	0%
Sul	21%	70%	2%	5%	2%
Brasil	50%	45%	1%	2,5%	1,5%

Fonte: Adaptado de SNIS (2010).

De acordo com Leite (2006), em termos da remuneração dos serviços, o sistema de limpeza urbana pode ser dividido simplesmente em coleta de resíduos sólidos domiciliares, limpeza dos logradouros e disposição final. Segundo o autor, cabe à prefeitura cobrar da população uma taxa específica pela coleta de lixo domiciliar, denominada taxa de coleta de RSU. Neste sentido, alguns serviços específicos, passíveis de serem medidos, cujos usuários sejam também perfeitamente identificados, podem ser objeto de fixação de preço e, portanto, ser remunerados exclusivamente por taxas.

2.4.1 Experiências de cobrança de taxa de RSU no Brasil

A seguir são apresentadas algumas experiências de cobrança mostrando como é realizado o cálculo da taxa/tarifa em algumas cidades brasileiras, incluindo casos de diversas regiões da federação.

Trindade et al. (2014) analisaram a estrutura tarifária de oito municípios, tendo verificado que em Campo Grande, MS, a Taxa de Limpeza Urbana foi implementada desde 1973 e é recolhida junto ao IPTU. Segundo os autores, os valores são definidos segundo o uso do imóvel residencial, não residencial e não edificados. Considera-se também para cálculo da taxa o tamanho do imóvel, sendo progressivos de acordo com a localização no município, o qual é dividido em duas regiões, central e demais setores.

Campani e Scheidemandel Neto (2009) pontuam que no município de Cascavel, Estado do Paraná, o valor da tarifa é fixado conforme a estimativa da geração de resíduos do imóvel, utilizando-se como parâmetro, a média de geração de resíduos sólidos de cada bairro, sendo a arrecadação realizada conjuntamente com a fatura da água.

Segundo Campani e Scheidemandel Neto (2009) no município de Cascavel, desde o ano de 2008, para cálculo da taxa, foi dividida a zona urbana em grupos de geradores; sendo os que geram menos de 250 kg ano^{-1} , somando-se 14 bairros e distritos administrativos; os que geram de 250 a 500 kg ano^{-1} , somando-se 17 bairros e os que geram mais de 500 kg ano^{-1} , em número de 5 bairros

No município de Recife, Estado de Pernambuco, segundo Trindade et al. (2014), a taxa é recolhida com o IPTU, sendo contribuinte o proprietário de imóvel em que exista atendimento de pelo menos um dos serviços de manejo de resíduos. Conforme os autores, o cálculo da taxa foi definido pelo produto de três fatores:

- a) Fator de Coleta: aberto em coleta mecanizada e manual, com e sem coleta seletiva, diária e alternada;
- b) Fator de Enquadramento: varia conforme a área construída para imóveis edificados e comprimento de testada para imóveis não edificados;
- c) Fator de Utilização: aberto em uso residencial, não residencial com e sem produção de lixo orgânico.

A mecânica de atualização monetária da taxa é a Unidade Fiscal de Referência (UFIR), cujo valor é estipulado anualmente pelo poder municipal e serve como base de atualização dos tributos do município (TRINDADE et al., 2014).

Em Londrina, Estado do Paraná, de acordo com Campani e Scheidemandel Neto (2009), a cobrança das taxas no município referentes aos serviços de limpeza urbana e manejo de RSU foi regulamentada em 1977, sendo a taxa de limpeza urbana cobrada de acordo com a metragem da testada do imóvel e Taxa de Coleta de Lixo, cobrada pela metragem quadrada edificada e pela frequência do serviço prestado, diferenciando-se, ainda, pelo tipo de utilização do mesmo (residencial, hospitalar, comercial, industrial e especial) e como fator gerador a coleta e a remoção dos resíduos.

Com a alteração da regulamentação, a cobrança da taxa de limpeza pública foi extinta, mas por outro lado foi aumentada a alíquota da taxa de coleta de lixo, mantendo-se os mesmos critérios de cobrança, porém, acrescenta-se no fator gerador a destinação final, inclusive, a incineração, para a qual se cria um valor específico (CAMPANI; SCHEIDEMANDEL NETO, 2009).

Conforme descreve Franco et al. (2014) o município de João Pessoa, Estado da Paraíba criou em 1998 a taxa de coleta de resíduos (TCR), sendo que o valor da TCR é calculado segundo fórmula de apuração da produção de RSU.

Segundo Trindade et al. (2014) a taxa é produto dos somatórios de fatores, sendo o fator de periodicidade, fator de utilização e fator de enquadramento, o qual varia conforme área construída ou comprimento de testada fictícia no caso de imóveis não edificadas.

No município de Fortaleza, Estado do Ceará, o valor da tarifa é calculado considerando os seguintes fatores: o volume de resíduos domiciliares gerados em cada uma das 25 zonas (divisão da cidade), as faixas de consumo de energia e a área edificada do imóvel. O valor médio da tarifa residencial é de R\$ 15,24 mês⁻¹ (AZEVEDO, 2004).

Souza (2012) em sua dissertação pontua que o município de Porto Alegre, Estado do Rio Grande do Sul, possui desde 1973 taxa de coleta de RSU, tendo como fatores geradores a coleta, remoção, transporte e destinação final dos resíduos sólidos domiciliares.

Segundo Souza (2012) a base de cálculo para a taxa de lixo é estabelecida em função da destinação do imóvel (não edificado, edificado residencial, ou edificado não residencial), localização e da área do imóvel. Acrescenta-se que na última alteração incluíram os itens transporte e tratamento, visto que a cidade passou a dispor de operações de transbordo e unidades de tratamento para o material seletivo e uma unidade de triagem e compostagem.

Em Blumenau, Estado de Santa Catarina, foi implantado em 2001 a taxa de lixo, sendo a cobrança efetuada junto à fatura de água, podendo ser separado mediante requerimento do contribuinte. A fórmula de apuração da taxa, segundo Trindade et al. (2014) é com base no custo anual dos serviços previstos, rateada entre os contribuintes, sendo estimada com base nos custos e no consumo médio de água, bem como valor unitário de referência do fator uso do imóvel e fator de frequência.

2.4.2 Experiências de cobrança no exterior

Segundo Leite (2006), a cobrança baseada no volume de resíduos sólidos gerados é utilizada nos Estados Unidos e na Europa, apresentando-se de formas diversas, que em resumo podem ser classificadas em:

- a) Cobrança Proporcional: neste sistema o município adquire sacos de resíduos domiciliares com tamanhos padronizados e específicos, junto ao administrador municipal ou pela empresa terceirizada, sendo que os custos relativos à operação do sistema já estão incorporados no valor do saco adquirido para acondicionamento dos resíduos sólidos domiciliares. Como forma de controlar o sistema, somente estes sacos padronizados são coletados;
- b) Cobrança Variável: nesta modalidade utilizam-se contêineres com pagamentos feitos de acordo com o volume do mesmo e da frequência de coleta;
- c) Cobrança Mínima: consiste do pagamento de um valor mínimo junto a outros impostos e taxas, que assegura ao município o serviço de coleta de resíduos sólidos.

Segundo dados da Environmental Protection Agency (EPA, 2014) nos Estados Unidos aproximadamente 54% dos resíduos sólidos são destinados a aterros, 26% são reciclados, 12% são incinerados e 8% encaminhados à compostagem. Com relação à forma de cobrança, adota-se a cobrança de impostos e as tarifas que levam em conta os impactos e a produção de resíduos, bem como os financiamentos externos e os impostos sobre embalagens.

A remuneração pelo serviço no Reino Unido ocorre pela cobrança de tributo aos domicílios, o qual é repassado, em parte, pelo conselho municipal aos

prestadores do serviço de manejo. A cobrança desse tributo é feita em blocos decrescentes, conforme valor da propriedade. Os grandes geradores, por sua vez, pagam a tarifa diretamente aos operadores de aterros sanitários. Para encarecer e desincentivar a disposição nos aterros sanitários, à prefeitura cobra uma taxa sobre aterros (TRINDADE et al., 2014).

No Japão, considerando a falta de espaço físico no país, ocorre um grande incentivo à incineração e posterior lançamento em aterros sanitários, inclusive naqueles instaurados em ilhas artificiais, de forma a minimizar o espaço necessário para a destinação final. Quanto à estrutura tarifária para o serviço de manejo, a tarifa é paga pelo consumidor pela compra de sacolas ou contêineres, em que o valor cobrado varia conforme o volume da sacola ou contêiner e o tipo de lixo gerado (TRINDADE et al., 2014).

Na cidade de Shanghai na China, Vicentini et al. (2009) propuseram um sistema de medição da quantidade gerada de resíduos sólidos, a partir de recipientes dotados de sensores que poderiam remotamente enviar informação sobre a quantidade de resíduo que é armazenada no interior do recipiente. Apesar da inovação tecnológica, os aspectos de custo não foram discutidos no trabalho referenciado.

Segundo Magalhães (2009) estes instrumentos já são utilizados em alguns países, por sistemas acoplados aos contêineres para coleta mecanizada, contendo os resíduos, e aos caminhões coletores, que reconhecem o gerador e o peso dos resíduos que estão sendo coletados. Para Souza (2012) a implantação dos referidos mecanismos é possível de ser realizada no Brasil, contudo requer investimentos e período de adaptação.

Na Alemanha aproximadamente metade dos resíduos é encaminhada para a reciclagem, sendo uma boa parte também encaminhada à compostagem e incineração, restando apenas 0,5% de resíduos em aterros sanitários. Segundo Trindade et al. (2014) com relação à remuneração pelo serviço, existe uma

diversidade de regulação e cobranças dentro das províncias, sendo que as tarifas são cobradas pela frequência da coleta e volume de resíduos gerados.

Trindade et al. (2014) comentam que para os grandes geradores, na Alemanha existe a cobrança de uma taxa, que consiste em uma taxa de entrada para disposição em aterros, sendo que os resíduos pré-tratados recebem descontos na tarifação da disposição.

2.5 Estruturado sistema de cálculo da taxa de manejo dos RSU

Para que haja universalização da prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, faz-se necessário o levantamento de informações sobre custos e medidas monetárias para atingir os objetivos e metas.

De acordo com Jacobi e Besen (2011), o desafio atual é inverter a lógica prevaiente e investir cada vez mais na redução da produção excessiva e no desperdício, assim como na coleta seletiva e na compostagem, e cada vez menos na destinação e disposição final.

Os autores pontuam que em São Paulo, já existe um grande contingente de catadores organizados. A expansão da coleta seletiva é urgente e estratégica e poderá no futuro se bem conduzida, com transparência e diálogo com os autores envolvidos, representar uma oportunidade de reduzir os custos da cidade com esses serviços, gerar milhares de postos de trabalho e promover maior corresponsabilização dos cidadãos com a limpeza e a sustentabilidade urbana.

A Lei de Política Nacional de Resíduos Sólidos do Brasil estabelece que a prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos tem como um dos seus objetivos a regularidade, continuidade, funcionalidade e universalidade, sendo que deverão ser adotados mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira.

Segundo colocado por Nascimento Neto et al. (2010), os serviços públicos na área de resíduos sólidos correspondem à coleta, transporte, tratamento e disposição final de resíduos sólidos e limpeza de vias e logradouros públicos, sendo que o Poder Executivo Municipal é responsável pela coleta de resíduos sólidos domiciliares, de prestadores de serviços públicos de saneamento e atividades de pequenos comércios.

Godoy (2013), analisando e avaliando criticamente as disposições contidas na Lei n. 12.305 concluiu que sua aplicação significa um imenso desafio conhecendo-se as contradições e as disparidades regionais e intra-urbanas da realidade brasileira. Pode-se tornar inviável, principalmente para os pequenos, pobres e municípios distantes. É evidente que existam muitos municípios com recursos financeiros suficientes, no entanto apresentam um quadro lastimável, quanto ao setor de resíduos sólidos. A recíproca é verdadeira: prefeituras carentes de recursos o administram muito bem, sendo exemplos nacionais.

Conforme estabelece a legislação ambiental em vigor no Brasil, os resíduos perigosos, industriais ou resultantes de serviços de saúde não serão coletados pelo serviço regular de coleta de resíduos sólidos domiciliares, os quais devem ser objeto de estudo nos planos de gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010b).

Os programas definidos no plano deverão indicar os valores dos investimentos e os custos de operação e manutenção para uma adequada prestação dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana dentro do horizonte do plano, inclusive identificando possíveis fontes de financiamento (BRASIL, 2012).

Para o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2013a) a cobrança da prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos devem ser realizados por tarifas ou taxas, respectivamente, considerando que as

referidas espécies tributárias constituem prestação de serviço público, que deve ser realizada pelo poder público municipal.

Segundo a Constituição Federal (BRASIL, 1988), os municípios podem instituir taxas, em razão de exercício do poder de polícia ou pela utilização, efetiva ou potencial, de serviços públicos específicos e divisíveis, prestados ao contribuinte ou postos à sua disposição. A taxa trata-se de um tributo, o qual é compulsório e, portanto pode ser cobrada mesmo que não exista efetiva utilização do serviço, bastando unicamente a sua oferta ao público (BRASIL, 2013a).

Desta forma, tem-se que a diferença entre taxa e tarifa, consiste em que a taxa é um tributo que tem como fato gerador a utilização, efetiva ou potencial, de serviço público específico e divisível, prestado ao contribuinte ou posto à sua disposição.

O Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2013a) tem recomendado que no caso de município com até 20.000 habitantes, deve-se adotar a cobrança da taxa para coleta e destinação final dos resíduos sólidos de domicílios, bem como dos pequenos estabelecimentos comerciais, cuja geração de resíduos tenha características domiciliares.

Recomenda-se ainda o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2013a), que para os geradores de resíduos acima de 2,5 m³ por mês ou geradores de resíduos industriais, comerciais, de serviços de saúde, da construção civil, agrossilvopastoris ou de mineração, que utilizam o serviço público de manejo de resíduos sólidos, devem-se adotar para cobrança dos serviços, preços públicos ou tarifas.

Para as localidades e usuários que não tenham capacidade de pagamento ou escala econômica suficiente para cobrir o custo integral dos serviços, a Lei n° 11.445/2007 (BRASIL, 2010a) estabelece que possam ser adotados subsídios tarifários e não tarifários, visando cobrir o déficit.

Existindo a necessidade de adotar subsídio tarifário, o município poderá cobrir o déficit originado pelas receitas extratarifárias, receitas alternativas, subsídios orçamentários, subsídios cruzados intrasetoriais e intersetor provenientes de outras categorias de beneficiários dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos, dentre outras fontes, instituídos pelo poder público (BRASIL, 2013a).

A definição da taxa de manejo de resíduos sólidos utilizando métodos diretos de aferição da geração de resíduos sólidos tem apresentado restrições, principalmente de ordem econômica, considerando o alto custo para implantação de tecnologias (SOUZA, 2012).

Assim sendo, o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2012) salienta que a definição do sistema de cálculo para a cobrança da tarifa do lixo para cobrir os custos da prestação dos serviços públicos e a forma de cobrança desses serviços deve ser demonstrada no conteúdo do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização do município de São João Batista do Glória

O município de São João Batista do Glória encontra-se situado na região do Sudoeste do estado de Minas Gerais, na Microrregião de Passos, com uma área de 553,35 km² e altitude média de 695m. A temperatura média anual é de 20° C, sendo a média máxima 28°C e a média mínima de 14°C, e o índice médio pluviométrico anual é de 1.426 mm (IBGE, 2010). O município de São João Batista do Glória está inserido na bacia do Rio Grande e tem como rios principais o Ribeirão Grande e o próprio Rio Grande (CETEC, 2003). Tem como municípios limítrofes Vargem Bonita, São Roque de Minas, Delfinópolis, Passos, Alpinópolis, São José da Barra e Capitólio.

O referido município se localiza no Parque Nacional da Serra da Canastra e faz parte do circuito turístico da Serra da Canastra, conferindo um grande potencial turístico. A vegetação da região é típica do Cerrado, com áreas de transição do bioma Mata Atlântica, o que favorece o contato com variedades de plantas, flores e animais silvestres, sendo algumas espécies endêmicas.

Segundo o censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), o município apresentava uma população total de 6.890 habitantes, sendo 5.587 da região urbana e 1.303 da região rural. Os serviços de abastecimento de água e a coleta de esgotos sanitários são prestados pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto, que abrange 95% da população local com a captação desses dois serviços (CETEC, 2003).

A economia do município baseia-se na agricultura, bovinocultura leiteira e de corte; extração de minerais não metálicos e fabricação de cerâmica. O município conta ainda com vários produtores de cachaça (IBGE, 2010).

3.2 Diagnóstico do sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos

O diagnóstico teve por finalidade a construção de um inventário da situação atual do município, visando identificar, qualificar e quantificar as diversas realidades da gestão de resíduos no município, situação dos resíduos sólidos, organização e responsabilidade pelos serviços, forma de gerenciamento, resíduos domiciliares, resíduos dos serviços públicos de limpeza, resíduos da área comercial, resíduos especiais, local de disposição final dos resíduos sólidos, aspectos financeiros, carências e deficiências, passivos ambientais, aspectos da educação ambiental e aspectos legais.

3.2.1 Diagnóstico da geração e manejo dos RSU

Para o cálculo da taxa de RSU fez-se necessário realizar o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados na zona urbana de São João Batista do Glória, tendo sido utilizada a metodologia estabelecida pela Fundação Estadual do Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais (FEAM), pelo formulário de cadastro do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos (PMGIRS), conforme apresentado no ANEXO A.

O formulário mencionado foi estabelecido pela FEAM, visando viabilizar o cadastro e elaboração Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS), considerando obrigação instituída aos municípios pela Deliberação Normativa COPAM n° 170/2011 (MINAS GERAIS, 2011).

O referido formulário possibilitou durante a pesquisa, diagnosticar a geração, coleta, transporte e tratamento do RSU, bem como a organização e responsabilidade pelos serviços manejo do RSU; conhecer a forma de gerenciamento; tipologias dos resíduos; local de disposição final dos resíduos

sólidos; aspectos financeiros; carências e deficiências; passivos ambientais; aspectos da educação ambiental e aspectos legais.

A pesquisa de dados para preenchimento do formulário foi realizada em conjunto com a equipe da Faculdade de Ensino Superior de Passos (FESP), a qual se encontrava elaborando o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS) do município de São João Batista do Glória.

Para diagnosticar os RSU em São João Batista do Glória, bem como visando conhecer suas características, fez-se necessário obter a geração "per capita" e a porcentagem de composição dos resíduos sólidos recolhidos durante a coleta convencional e seletiva (orgânico, papel, plástico, metal, vidro, rejeitos, etc.), o que possibilitará melhoria da gestão e planejamento, bem como elaboração de prognóstico mais confiável.

Assim sendo, realizou-se a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos gerados em São João Batista do Glória, sendo que as amostras foram coletadas dos resíduos que são destinados à Unidade de Triagem e Compostagem do município, decorrente da coleta convencional que ocorre às segundas-feiras, quartas-feiras e sextas-feiras, sempre pela manhã e da coleta seletiva de resíduos recicláveis, que ocorre às terças-feiras, quintas-feiras e sábados, que também é realizada no mesmo horário da coleta convencional.

Visando diagnosticar a geração de resíduos sólidos urbanos, foi necessária a realização da composição gravimétrica, tendo sido empregada a metodologia do quarteamento, procedimento utilizado para se obter uma amostra significativa do volume total, conforme pontua a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004a) e Jardim et al. (2010).

Segundo Jardim et al. (2010) a referida metodologia consiste em dividir uma amostra pré-homogeneizada, que foi separada em cinco amostras retiradas com o mesmo volume da base, laterais e topo, cujo volume representativo é 1 m³, o qual foi homogeneizado e dividido em quatro partes iguais, procedendo-se

o descarte dos quartis, realizando nova homogeneização em etapas subsequentes até a obtenção do volume desejado.

Durante o levantamento da composição gravimétrica dos RSD, os componentes foram diferenciados nas seguintes categorias: pilhas, isopor, metais ferrosos, metais não ferrosos, materiais diversos (trapos, sacaria, borracha e couros), papel, papelão, plásticos duros, plásticos moles, plásticos tipo pet, vidros, embalagem longa vida, resíduos de serviços de saúde, resíduo eletrônico, rejeitos e matéria orgânica.

Após a coleta diária dos RSU, que é realizada por um caminhão com prensa hidráulica que percorre todos os bairros da cidade, os resíduos foram transportados para a Unidade de Triagem e Compostagem (UTC) da cidade, local destinado para a realização do estudo gravimétrico.

O caminhão realizou descarga de todo o material coletado no respectivo setor sobre uma lona plástica preta de 36 m², em área plana, próximo à esteira de triagem. Após a descarga dos resíduos na lona plástica, foi realizado o rompimento dos sacos e embalagens para a homogeneização dos resíduos nas partes a serem amostradas.

Em seguida foi realizada a coleta de cinco amostras em cada pilha, sendo três na base e laterais e uma no topo da pilha inicial, considerando-se ainda os materiais rolados (vidros, latas, etc.).

Depois de pesadas às amostras selecionadas, os resíduos foram dispostos sobre uma lona em quatro montes de 250 L cada, onde foi realizado o processo de quarteamento, sendo duas partes descartadas e duas preservadas, procedendo-se com nova homogeneização e novo quarteamento, até se obter 250 L de resíduos aproximadamente.

A partir da amostra de 250 L, sobre a lona plástica, iniciou-se a etapa de catação e separação dos RSD para a análise gravimétrica. Em seguida, procedeu-

se à pesagem de cada categoria de resíduo em estudo para a determinação do seu percentual em relação à massa total.

A determinação da composição gravimétrica dos RSD foi obtida relacionando a fração total de cada categoria após a separação em relação à massa total das amostras coletadas em cada setor (ABNT, 2004b), de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Categoria(\%)} = \frac{\text{massa da fração da categoria (kg)}}{\text{massa total da amostra coletada (kg)}} \cdot 100 \quad (1)$$

A realização da composição gravimétrica possibilitou analisar forma mais específica a constituição dos resíduos urbanos gerados em São João Batista do Glória, o que possibilitará a implementação das ações de gestão, forma técnica e científica, principalmente referente aos procedimentos de elaboração da taxa de manejo de RSU.

3.2.2 Avaliação do complexo da UTC

Nesta etapa foi realizado o levantamento das informações sobre a atual situação da Unidade de Triagem e Compostagem (UTC), visando detectar principais problemas operacionais e sugerir adequações, soluções e/ou mitigações.

O critério adotado nesta etapa consistiu em avaliar e pontuar todos os indicadores em uma planilha proposta por Nascimento (2007) com o objetivo de verificar as condições de operacionalidade da UTC em relação ao bloco de triagem, pátio de compostagem, aterro de rejeitos e área comum.

A planilha proposta por Nascimento (2007) foi adaptada, visando atender o objetivo da pesquisa, que consiste em uma lista de verificação, que compõe um dos métodos primordiais da avaliação de impactos, consistindo de

listagem de atributos ambientais que possam ser afetados pelo projeto e que causem algum impacto (PEREIRA; BORÉM, 2007).

Para a pontuação dos itens, foram utilizados três valores que serviram para indicar se os itens analisados são favoráveis ou não para a melhoria das condições de operacionalidade e administração da UTC. A Tabela 2 apresenta o critério adotado para a pontuação dos itens que compõem a planilha.

Tabela 2 Critério para avaliação da UTC

Valor Utilizado	Justificativa
+1	- Situação favorável à melhora da UTC.
0	- Situação encontra-se inadequada, tendo sido identificado impacto ambiental primário adverso.
-1	- Situação encontra-se inadequada, tendo sido identificado impacto ambiental secundário adverso.

Fonte: Adaptado de Nascimento (2007).

Segundo Pereira e Borém (2007), o impacto ambiental primário trata-se de um critério de ordem e ocorre quando resulta de uma simples relação de causa e efeito, como por exemplo, a ocorrência de disposição de rejeito a céu aberto. Por outro lado, o impacto ambiental secundário consiste em uma reação secundária em relação à ação, ou parte de uma cadeia de reações, por exemplo, acarreamento de rejeito para recurso hídrico.

Desta forma, para os quesitos em que foram verificados os impactos ambientais primários, foi assinalado na planilha valor “0”, quando verificada falta de estrutura ou instalações inadequadas, bem como impactos ambientais secundários, foi assinalado valor “- 1” e para não verificação de impactos ambientais ou estrutura adequada foi assinalado valor “+1”.

3.3 Metodologia para o cálculo da evolução populacional e geração dos RSU

Para o planejamento da gestão dos RSU, faz-se necessário estimar a geração futura de resíduos sólidos ao longo do horizonte do plano, sendo que para a referida estimativa exige-se inicialmente calcular a projeção da evolução populacional e a projeção da geração de resíduos sólidos do município.

Para tal, empregou-se no cálculo da projeção da evolução populacional a metodologia sugerida pelo Ministério do Meio Ambiente, para municípios com população até 20 mil habitantes (BRASIL, 2013a).

Assim sendo, a estimativa do crescimento populacional para o horizonte do plano foi realizada pelo emprego dos métodos de crescimento aritmético e geométrico, com base nas séries históricas censitárias do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), realizadas entre os anos de 1960 a 2010.

3.3.1 Método aritmético

Consiste em somar à população atual, sempre o mesmo número de habitantes em iguais períodos do tempo. Graficamente, o crescimento é representado por uma linha reta, podendo o incremento ser igual ao do último período do censo (BRASIL, 2013a). A expressão que traduz este método é a seguinte:

$$P2 = P1 + (t2 - t1) \cdot k_a \quad (2)$$

em que:

P2 = população ano 2;

P1 = população ano 1;

t_1 = tempo 1;

t_2 = tempo 2;

k_a = taxa de crescimento anual.

3.3.2 Método geométrico

Por meio deste método o crescimento da população é dado por uma progressão geométrica, sendo a curva representativa de evolução potencial da população. Desta forma, analítica, a fórmula que traduz este crescimento é dada pela Equação 3:

$$P_2 = P_1 \cdot (1 + k_g)^{t_2 - t_1} \quad (3)$$

em que:

P_2 = população ano 2;

P_1 = população ano 1;

t_1 = tempo 1;

t_2 = tempo 2;

k_g = taxa de crescimento anual médio

3.3.3 Método de cálculo da evolução da geração de RSU

Empregando o método estabelecido pelo Brasil (2013a) foi possível estimar geração diária de resíduos sólidos urbanos (ton dia^{-1}) multiplicando valor geração per capita de RSU (GP) com o valor da população do município, que é dada pela Equação 4:

$$GD = P \cdot GP \quad (4)$$

em que:

GD = geração diária resíduos sólidos (ton dia⁻¹);

P = população do ano;

GP = geração per capita de RSU (ton dia⁻¹).

A geração per capita de RSU (GP) foi obtida pela média do volume total de resíduos sólidos urbanos gerados diariamente, dividido pelo número da população do município.

A estimativa da geração anual resíduo sólido urbano (ton ano⁻¹) é obtida pela multiplicação do valor geração diária de resíduos sólidos urbanos (GD) pelo número de dias do ano, conforme Equação 5:

$$GA = GD \cdot d \quad (5)$$

em que:

GA = geração anual resíduos sólidos (ton dia⁻¹);

GD = geração diária resíduos sólidos (ton dia⁻¹);

d = número de dias do ano.

Para estimativa do crescimento da geração per capita, o cálculo foi realizado por progressão geométrica, sendo que conhecendo a geração per capita dos últimos anos, pode-se determinar a taxa de crescimento (TC) o que possibilitou a estimativa da geração per capita para os demais anos.

$$TC = \left(\frac{GP_n}{GP_0} \right)^{\frac{1}{(t_n - t_0)}} \quad (6)$$

em que:

TC = taxa de crescimento;

GP_n = último valor da geração per capita conhecido (ton dia⁻¹);

GP_0 = geração per capita inicial (ton dia⁻¹);

t_0 = ano referente a geração per capita inicial;

t_n = ano referente ao último valor da geração per capita conhecido.

$$GP_t = GP_0 \times TC^{(t-t_0)} \quad (7)$$

em que:

GP_t = geração per capita do ano ao qual se quer determinar (ton dia⁻¹);

t = ano ao qual se quer determinar a geração per capita;

GP_0 = geração per capita inicial (ton dia⁻¹);

t_0 = ano referente a geração per capita inicial;

TC = taxa de crescimento.

3.4 Metodologia do sistema de cálculo para taxa de RSU

Considerando que São João Batista do Glória ainda não estabeleceu a cobrança de taxa referente ao manejo dos resíduos sólidos urbanos e tendo em vista que o município possui população inferior a vinte mil habitantes, foi realizado o cálculo estimativo para cobrança da taxa de manejo de RSU, visando garantir a sustentabilidade operacional e financeira, dos serviços prestados.

Para obtenção do valor estimado da taxa de manejo de resíduos sólidos urbanos, optou-se pela utilização do método simplificado, o qual foi estabelecido pelo Ministério de Meio Ambiente (BRASIL, 2013a), sendo que a metodologia consiste das seguintes etapas:

- Etapa 1: levantamento de dados básicos do município:

- a) população;
- b) número de domicílios, terrenos vazios e estabelecimentos atendidos pelo serviço público; e
- c) geração per capita de resíduos sólidos.

Para obter a geração per capita do município ($\text{kg hab}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) utilizou-se a Equação 8, em que se deve considerar a coleta diária de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) em kg dia^{-1} , que dividida pela população urbana, possibilita obter a média diária.

$$\text{GER percapita} = \frac{\text{Geração de RSU diária}}{\text{População}} \quad (8)$$

Os dados que foram levantados na primeira etapa possibilitaram a obtenção da quantidade de RSU gerada por mês no município em tonelada, sendo que o resultado (D) foi obtido por:

$$D = A \cdot C \cdot \frac{30}{1000} \quad (9)$$

em que:

A = número de habitantes na zona urbana do município;

C = geração per capita de resíduos sólidos domésticos ($\text{kg hab}^{-1} \text{ dia}^{-1}$).

- Etapa 2: definição do valor presente dos investimentos (obras e equipamentos) necessários no horizonte do plano:

- a) coleta convencional: veículos coletores, garagem, etc.;
- b) coleta seletiva e tratamento: veículos, PEV Central, etc.;

- c) disposição final: projetos, licenças, obras e equipamentos do aterro sanitário;
- d) repasses não onerosos da União ou Estado.

O valor total dos investimentos (I) para coleta convencional, coleta seletiva, tratamento e disposição final foi obtido pela seguinte equação:

$$I = E + F + G - H \quad (10)$$

em que:

- E = valor do investimento previsto para a coleta convencional (R\$);
- F = valor do investimento para coleta seletiva e tratamento dos RSU (R\$);
- G = valor referente ao investimento para disposição final dos RSU (R\$);
- H = valor referente aos repasses não onerosos da União ou Estados (R\$).

- Etapa 3: definição dos custos operacionais mensais considerando a contratação direta ou indireta (concessão):

- a) coleta convencional: combustíveis, mão-de-obra, EPIs, etc.;
- b) coleta seletiva e tratamento: combustíveis, mão-de-obra, EPIs, materiais, etc.;
- c) disposição final: combustíveis, mão-de-obra, EPIs, energia elétrica, materiais, análises laboratoriais etc.

Empregando-se os dados levantados, os quais se referem ao valor da coleta convencional (*J*), quantidade de tonelada de RSU gerada por mês no município (*D*) e percentual da quantidade de resíduos da coleta convencional

(M), foi possível calcular o valor da operação da coleta convencional (O) realizada no município por tonelada, utilizando-se a Equação 11:

$$O = \frac{J}{D.M} \quad (11)$$

em que:

J = valor da operação da coleta convencional (R\$ mês⁻¹);

D = quantidade de tonelada de RSU gerada por mês no município (ton mês⁻¹);

M = percentual da quantidade de resíduos da coleta convencional (%).

Os dados levantados na etapa 3, ou seja, o valor da operação da coleta seletiva e tratamento (K), a quantidade de tonelada de RSU gerada por mês no município (D) e o percentual da quantidade de resíduos da coleta seletiva (N), permitiu também calcular o valor da operação da coleta seletiva e tratamento (P) realizada no município por tonelada, utilizando-se a Equação 12:

$$P = \frac{K}{D.N} \quad (12)$$

em que:

K = valor da operação da coleta seletiva e tratamento (R\$ mês⁻¹);

N = percentual da quantidade de resíduos da coleta seletiva (%).

Os dados levantados na etapa 3 permitiu ainda, calcular o valor da operação da disposição final (Q) realizada no município por tonelada, utilizando-se a Equação 13:

$$Q = \frac{L}{D.M} \quad (13)$$

em que:

L = valor da operação da disposição final de RSU gerada por mês no município (R\$ mês⁻¹).

O custo operacional total (R) da operação de coleta convencional, coleta seletiva e tratamento foram calculados pela seguinte equação:

$$R = J + K + L \quad (14)$$

em que:

J = valor da operação da coleta convencional (R\$ mês⁻¹).

- Etapa 4: parâmetros para financiamento:

- a) porcentagem resíduos na coleta convencional;
- b) porcentagem resíduos na coleta seletiva;
- c) prazo de pagamento; e
- d) taxa de financiamento dos investimentos (inclui juros e inflação).

Os dados informados na etapa 4 possibilitaram calcular o valor do pagamento do financiamento do investimento (U), ou seja:

$$U = \frac{I.T}{1 - \frac{1}{(1+T)^{(12.S)}}} \quad (15)$$

em que:

I = valor total do investimento (R\$);

T = taxa juros mensal dos financiamentos dos investimentos mensal;

S = prazo para pagamento dos financiamentos dos investimentos (anos).

O valor mensal da taxa a ser cobrada de cada economia (V) foi calculado pela equação:

$$V = \frac{R+U}{B} \quad (16)$$

em que:

R = custo operacional total (R\$ mês⁻¹);

U = pagamento do financiamento/investimento (R\$ mês⁻¹);

B = economias.

Para obter o faturamento mensal (X) da cobrança da taxa de manejo de resíduos sólidos urbanos no município, utilizou-se a equação:

$$X = V \cdot B \quad (17)$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Diagnóstico da geração de RSU

Durante os trabalhos da composição gravimétrica, verificou-se que nos dias de coleta seletiva, os moradores de São João Batista do Glória têm disponibilizado resíduos da coleta convencional junto com os recicláveis e vice-versa, conforme se pode verificar nas Tabelas 3 e 4, inviabilizando o aproveitamento de alguns materiais recicláveis, devido à contaminação por outros resíduos.

Nota-se nos resultados da Tabela 3 que o maior volume de material reciclável ocorreu na quarta-feira (42,47%), embora se esperava que tal situação não ocorresse considerando a existência de programa de coleta seletiva no município. Verificou-se que a média de material reciclável na semana pesquisa é 33,16%, sendo que o referido resíduo deveria ser disponibilizado durante a coleta seletiva.

Tabela 3 Geração diária de RSU referente à coleta convencional em São João Batista do Glória

Data	Coleta Convencional (%)		
	Rejeito	Compostagem	Reciclável
11/12/2013	17,00	41,00	42,00
13/12/2013	25,00	45,00	30,00
16/12/2013	48,00	25,00	27,00
Média	30,17	37,00	33,16

Verificam-se também nos resultados constantes na Tabela 4, que mesmos nos dias de coleta seletiva, a segregação dos resíduos sólidos domiciliares ocorre de forma precária, visto que durante a semana pesquisada

notou-se que a média de resíduos não recicláveis (rejeito e material de compostagem) é de 37,67%.

Tabela 4 Geração diária de RSU referente à coleta seletiva em São João Batista do Glória

Data	Coleta Seletiva (%)		
	Rejeito	Compostagem	Reciclável
12/12/2013	18,00	17,00	65,00
14/12/2013	14,00	21,00	65,00
17/12/2013	28,00	15,00	57,00
Média	20,00	17,67	62,33

Conforme consta na Tabela 4, verificou-se também que o percentual de material reciclável entre os dias de coleta seletiva tem registrado pouca variação, sendo que a média de material reciclável na semana pesquisa foi de 62,33%. Os resultados obtidos permitem a conclusão de que existe a necessidade de otimizar o programa de coleta seletiva, visando obter maior consciência da população para realizada da segregação dos resíduos.

Os resíduos foram caracterizados em 16 categorias, conforme se pode verificar na Figura 1, considerando o valor econômico dos materiais para reciclagem, materiais de logística reversa obrigatória, resíduos perigosos, resíduos de saúde, compostagem e rejeitos.

A Figura 1 apresenta a caracterização gravimétrica dos resíduos considerando a média da semana (11 a 17 de dezembro de 2013), na qual se pode observar que o município de São João Batista do Glória possui na composição dos RSU um percentual elevado de rejeito (24%), mesmo nos dias de coleta seletiva. Tal situação permite o entendimento de que os resíduos recicláveis estão sendo contaminados durante a coleta e transporte.

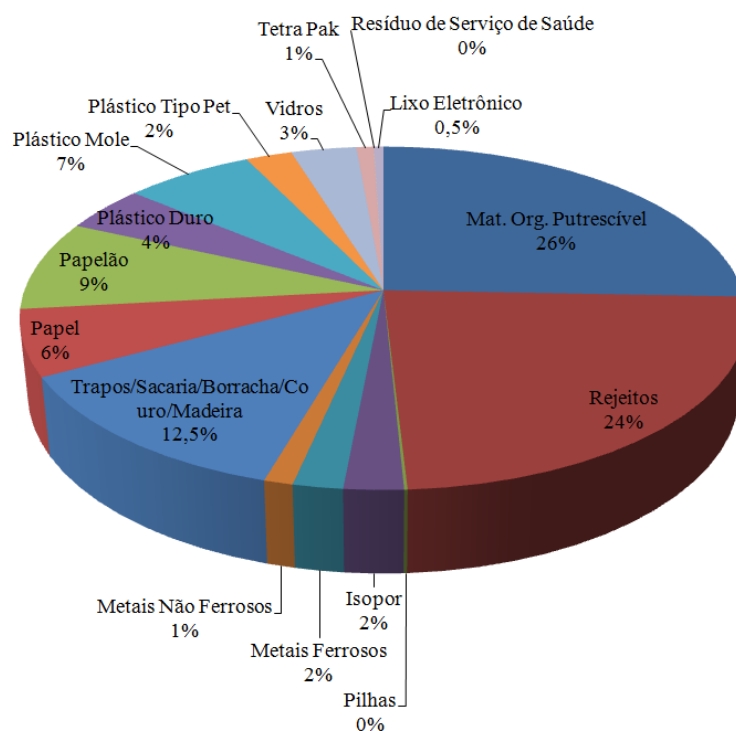


Figura 1 Caracterização da composição gravimétrica dos RSU de São João Batista do Glória

Desta forma, verificou-se durante a composição gravimétrica que, a média diária da geração de resíduos secos em São João Batista do Glória é de 49%, 26% de resíduos úmidos (material putrescível) e 24% de rejeitos, considerando o total da amostra de resíduos sólidos urbanos analisados.

Verifica-se nas Tabelas 3 e 4 que, da amostra retirada da coleta seletiva realizada na terça-feira (17/12/2014) para composição gravimétrica, 28% dos resíduos foram caracterizados como rejeitos, índice maior do que obtido nas amostras da quarta-feira (17,53%) e sexta-feira (25%), dias da semana em que é realizada a coleta convencional.

Analisando os resultados apresentados na Tabela 5, verifica-se que nos dias da coleta seletiva, o percentual de rejeitos e material orgânico putrescível

deveria ser próximo de mínimo, considerando o Programa de Coleta Seletiva existente no município, que tem por finalidade orientar a sociedade para que faça segregação e destinação dos resíduos de forma correta.

Para Moura et al. (2012), a caracterização gravimétrica é o estudo mais utilizado para identificar o potencial de reciclagem de um município ou região, sendo que, quanto mais detalhada for a caracterização, mais interessante será para estudos sobre reciclagem, tanto no resíduo proveniente da coleta convencional, bem como da coleta seletiva.

Tabela 5 Caracterização da composição gravimétrica dos resíduos sólidos do município de São João Batista do Glória

Componentes	11/12/2013		12/12/2013		13/12/2013		14/12/2013		16/12/2013		17/12/2013		Total	
	Coleta Convencional		Coleta Seletiva		Coleta Convencional		Coleta Seletiva		Coleta Convencional		Coleta Seletiva			
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
Orgânico putrescível	20,00	43,7	3,77	16,6	20,0	45,4	3,00	21,0	4,01	24,2	4,48	14,4	55,2	26,0
Rejeitos	8,02	17,5	4,10	18,1	11,0	25,0	2,00	14,0	8,00	48,2	8,73	28,0	41,8	24,0
Pilhas	0,04	0,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,01	0,6	0,05	0,0
Isopor	0,05	0,1	0,02	0,2	0,44	1,0	0,00	0,0	0,034	0,2	0,05	0,2	0,60	2,0
Metais Ferrosos	0,26	0,6	0,90	4,0	0,01	0,1	0,00	0,0	0,234	1,4	0,69	2,2	2,10	1,0
Metais Não Ferrosos	0,17	0,4	0,38	1,7	0,37	0,9	0,10	0,8	0,097	0,6	0,36	1,2	1,50	0,0
Sacaria/trapos/borracha	3,02	6,6	5,40	23,9	3,97	9,0	0,34	2,4	1,09	4,4	6,44	20,6	20,2	13,0
Papel	2,83	6,2	0,88	3,9	0,71	1,6	4,00	28,0	0,11	0,7	1,00	3,2	9,53	6,0
Papelão	1,82	4,0	3,31	14,6	0,99	2,2	4,00	28,0	0,90	5,4	1,62	5,2	12,6	9,0
Plástico Duro	1,98	4,3	1,17	5,2	2,53	5,8	0,15	1,1	0,67	4,0	3,13	10,1	9,65	4,0
Plástico Mole	6,90	15,0	1,21	5,4	2,23	5,1	0,32	2,2	0,87	5,2	2,25	7,2	13,7	7,0
Plástico Tipo Pet	0,80	1,8	0,77	3,4	0,21	0,5	0,05	0,4	0,10	0,6	0,97	3,1	2,92	2,0
Vidros	1,07	2,3	0,6	2,7	1,28	2,9	0,09	0,7	0,32	0,0	0,78	2,5	4,16	3,0
Tetra Pak	0,16	0,3	0,09	0,4	0,21	0,5	0,04	0,3	0,12	0,9	0,17	0,5	0,80	1,0
R. S. de Saúde	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,014	0,0	0,01	1,0
Lixo Eletrônico	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,417	1,3	0,42	1,0
Total	47,12	100	22,60	100	44,00	100	14,11	100	16,56	100	31,17	100	175,60	100

Foi verificada que o dia de maior geração de resíduos é na segunda-feira (coleta convencional), tal situação justifica-se em parte pelo fato de não haver coleta no domingo e a menor geração ocorre no sábado (coleta seletiva), conforme consta na Figura 2.

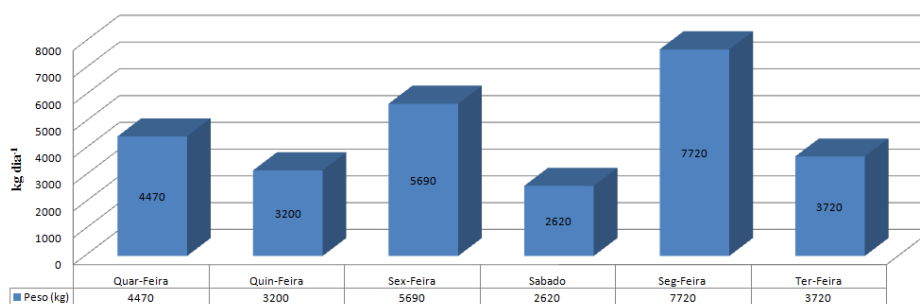


Figura 2 Geração diária de RSU de São João Batista do Glória

Durante a semana em que foi realizada a coleta das amostras para realização da composição gravimétrica, foi também aferida a geração diária de resíduos sólidos que chegam à UTC de São João Batista do Glória para serem triados.

4.2 Avaliação do complexo da UTC

Utilizando-se da metodologia mencionada no item 3.2.2, foi realizada avaliação quantitativa e qualitativa do complexo da Unidade de Triagem e Compostagem (UTC) de São João Batista do Glória, que foi dividida em quatro setores, sendo: bloco de triagem, pátio de compostagem, aterro de rejeitos e área comum.

Desta forma, pode-se verificar que o bloco de triagem foi avaliado em 21 quesitos, tendo apresentado resultado satisfatório (+1) em 20 itens, sendo que apenas em um item obteve valor “0” (impacto ambiental primário),

considerando que tem chegado para triagem, resíduos especiais, tais como pilha, bateria, borracha e lâmpada. A situação, de imediato, possibilita avaliar que a segregação dos resíduos domiciliares, bem como a coleta (convencional e seletiva), está ocorrendo de forma deficiente.

Cabe salientar que o bloco de triagem em relação à avaliação que foi realizada durante trabalho de pesquisa da Nascimento (2007) apresentou melhoras consideráveis, visto que naquela ocasião o setor mencionado foi avaliado e obteve pontuação negativa em 6 itens, conforme verifica-se no ANEXO B.

Verificou-se como fator positivo a realização da pré-triagem dos resíduos pelos membros da associação de triadores, possibilitando a retirada de materiais de grande porte, antes de conduzi-los para a triagem que será realizada na esteira mecanizada, o que tem contribuído para melhoria das condições de operação e gerenciamento da UTC.

Foi verificada também maior adequação dos fardos de materiais recicláveis que agora são devidamente separados e empilhados, bem como foram constatadas melhorias relacionadas ao uso de EPI's, as baias de materiais recicláveis estão protegidas da chuva e com fácil acesso para o escoamento dos mesmos e foi implantado um extintor na área das baias.

O pátio de compostagem foi avaliado em 35 quesitos, conforme ANEXO B e obteve 100% dos valores +1, sendo que em entrevista com Coordenador da UTC, ele atribuiu o excelente resultado à implantação do sistema de drenagem pluvial no entorno do pátio, adequação no manejo do composto orgânico como controle de umidade das pilhas de compostagem (leiras), reviramento do composto no período correto, identificação das leiras com placas, retirada de qualquer vegetação produzida nas leiras, bem como a montagem correta das mesmas.

Além disso, verificou-se que o composto maturado é estocado em local de piso concretado e coberto com lona. A análise referente aos parâmetros bacteriológicos do composto maturado está sendo realizada periodicamente.

Segundo o coordenador da UTC houve um aumento significativo da quantidade dos resíduos orgânicos encaminhados ao pátio de compostagem, isso se deve ao trabalho de um funcionário exclusivamente para o pátio.

O aterro de rejeitos foi avaliado em 30 quesitos, conforme ANEXO A e obteve pontuação “+1” em 27 itens, sendo que a referida pontuação positiva refere-se à adequação no espaçamento entre as valas para a colocação de solo, a vala de resíduos sépticos está isolada com cerca e há placa indicativa do seu conteúdo e das restrições de acesso a pessoas estranhas ao trabalho e à implantação de vala específica para animais mortos.

Verificou-se ainda que as valas encerradas apresentem cobertura de solo compactado e uma camada de solo vegetal para plantio de gramíneas, bem como foi realizado nivelamento final abaulado para evitar o acúmulo de água da chuva sobre as valas.

O Aterro de Rejeito obteve três itens com pontuação de valor igual a “0”, considerando principalmente que foi verificado que a vala de rejeito não possui camada de impermeabilização de fundo com solo compactado, com espessura mínima de 60 cm (NASCIMENTO, 2007), bem como não possui sistema de drenagem do percolado (chorume + água), o que permite inferir a ocorrência de impacto ambiental primário.

O setor denominado área comum da unidade de triagem de compostagem (UTC) foi avaliado em 19 quesitos, conforme ANEXO B, sendo que obtiveram 100% de pontuação valor “+1”, considerando a existência de cerca viva, situação que proporciona privacidade ao trabalhador, além de evitar o acesso de animais e de pessoas não autorizadas na UTC.

Verificou-se também que os triadores e demais funcionários da UTC estão com os cartões de vacinação atualizados, bem como a unidade possui medicamentos de primeiros socorros em quantidade satisfatória e com validade correta.

Na UTC foi verificado que é mantido estoque de saponáceos, detergentes, desinfetantes e outros produtos, bem como foi constatado que os funcionários e triadores substituem os uniformes e EPI's regularmente.

4.3 Resultado da projeção populacional

Tendo sido realizado diagnóstico para o planejamento das ações necessárias de adequação dos sistemas de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, faz-se necessário estimar a geração futura de resíduos sólidos ao longo do horizonte do plano.

A estimativa mencionada exige inicialmente uma projeção da evolução populacional para o horizonte do plano, seguida de uma projeção da geração de resíduos sólidos do município para o mesmo período.

Assim para cálculo da projeção da evolução de São João Batista do Glória/MG, estaremos utilizando a metodologia sugerida nos municípios pelo Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2013a).

Os censos no Brasil são realizados a cada dez anos pelo IBGE, sendo que para cálculo da evolução populacional de São João Batista do Glória foi realizado levantamento, tendo sido obtida a população total dos anos 1960 (5625 habitantes), 1970 (4980 habitantes), 1980 (4862 habitantes), 1991 (5352 habitantes), 2000 (6271 habitantes) e 2010 (6887 habitantes), conforme consta na Tabela 6.

Tabela 6 Crescimento populacional de São João Batista do Glória entre 1960 a 2010

Ano	População	Taxa de crescimento da população	População urbana	População urbana (%)	Taxa de crescimento da população urbana (% a.a)
1960	5625	-	2226	39,57%	-
1970	4980	-1,21%	2111	42,39%	-0,53%
1980	4862	-0,24%	3158	64,95%	4,11%
1991	5352	0,88%	3661	68,40%	1,35%
2000	6271	1,78%	4819	76,85%	3,10%
2010	6887	0,94%	5607	81,41%	1,53%

A Tabela 6 apresenta os dados censitários e as taxas de crescimento da população total e urbana do município de São João Batista do Glória. Observa-se na referida tabela um crescimento da população do município a partir dos dados do censo de 1991.

4.3.1 Resultado do cálculo do método aritmético

Com base nos dados da Tabela 6, adotou-se a taxa de crescimento entre os dois últimos censos (ano 2000 e ano 2010) e empregando a equação 4 obtiveram-se os resultados constantes na Tabela 7, sendo que foi calculada a estimativa populacional até o ano 2034, considerando o horizonte de 20 anos do PGIRS.

Tabela 7 Estimativa populacional de São João Batista do Glória pelo método aritmético

Ano	População total	População urbana	Ano	População total	População urbana
2011	6952	5693	2023	7730	6719
2012	7017	5778	2024	7795	6805
2013	7082	5864	2025	7860	6890
2014	7146	5949	2026	7924	6976
2015	7211	6035	2027	7989	7062
2016	7276	6120	2028	8054	7147
2017	7341	6206	2029	8119	7233
2018	7406	6292	2030	8184	7318
2019	7471	6377	2031	8249	7404
2020	7535	6463	2032	8313	7489
2021	7600	6548	2033	8378	7575
2022	7665	6634	2034	8443	7661

4.3.2 Resultado do cálculo do método geométrico

O método geométrico do crescimento da população é dado por uma progressão geométrica, sendo a curva representativa de evolução de população uma parábola. Assim sendo, utilizando-se os dados da Tabela 6, adotou-se a taxa de crescimento entre os dois últimos censos e utilizando-se a Equação 5 obtendo-se os seguintes resultados de estimativa populacional constante na Tabela 8.

Tabela 8 Estimativa populacional de São João Batista do Glória pelo método geométrico

Ano	População total	População urbana	Ano	População total	População urbana
2011	6952	5693	2023	7779	6827
2012	7017	5779	2024	7852	6931
2013	7083	5868	2025	7926	7037
2014	7150	5957	2026	8001	7144
2015	7217	6048	2027	8076	7253
2016	7285	6140	2028	8152	7364
2017	7354	6234	2029	8229	7477
2018	7423	6329	2030	8306	7591
2019	7493	6426	2031	8385	7706
2020	7564	6524	2032	8464	7824
2021	7635	6623	2033	8543	7943
2022	7707	6724	2034	8624	8065

4.3.3 Escolha da estimativa populacional

Empregando os resultados obtidos pelos métodos de crescimento populacional obteve-se a Figura 3, que apresenta a projeção de crescimento populacional pelas duas metodologias empregadas neste estudo.

Para as projeções do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS) do município de São João Batista do Glória, devem-se adotar os resultados constantes na Tabela 7 que consta a estimativa populacional de São João Batista do Glória obtida pelo método aritmético.

Cabe salientar que, a estimativa apresentada deve ser utilizada com cautela e bom senso, considerando a perspectiva de instalação de empreendimentos, que por suas características podem alterar completamente a dinâmica de evolução populacional, que poderá proporcionar aumento da população urbana.

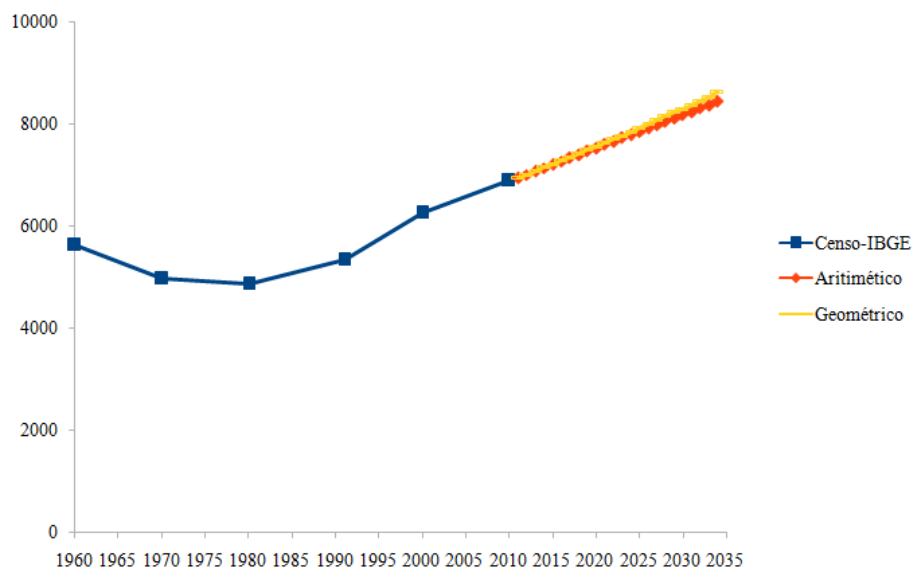


Figura 3 Estimativa populacional do município de São João Batista do Glória pelos métodos aritmético e geométrico

Desta forma, é importante que a estimativa avalie quais as tendências de desenvolvimento do município para adotar um valor de população adequado. Conforme definido pela Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos, recomenda-se que a cada revisão do plano (no máximo a cada 4 anos) seja feita uma reavaliação da estimativa de crescimento populacional.

4.3.4 Evolução da geração de resíduos

Para a gestão dos resíduos sólidos urbanos do município é necessário elaborar estimativa da quantidade de RSU sólidos que será gerada, considerando o horizonte do plano. A partir desta estimativa, pode-se dimensionar a quantidade de equipamentos que deverão ser adquiridos, a capacidade de processamento necessária para galpões de triagem e pátios de compostagem e a vida útil da vala de rejeitos.

A evolução anual da geração de resíduos pode ser estimada com base na evolução populacional, sendo que para obtenção destes dados necessita-se basicamente da geração "per capita" de resíduos sólidos urbanos (kg hab dia^{-1}), valor extraído da caracterização de RSU e população do município a cada ano ($\text{habitantes ano}^{-1}$).

Os indicadores constantes na versão 2007 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2010) apresentam um valor médio geração per capita de resíduos sólidos urbanos de $0,65 \text{ kg hab dia}^{-1}$ para municípios com faixa populacional abaixo de 30 mil habitantes.

Com base nos dados constantes nas Tabelas 9, foi possível obter a geração per capita do município de $0,53 \text{ kg hab}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, considerando a população urbana de 5607 habitantes no ano de 2010, conforme Tabela 6, sendo que a geração diária de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no ano mencionado de $3025,16 \text{ kg dia}^{-1}$.

Assim sendo, considerando que a geração per capita inicial (GP_0), referente ao ano 2010 é $0,53 \text{ (kg hab}^{-1} \text{ dia}^{-1})$ e que a geração per capita do ano 2011 equivale-se a $0,55 \text{ (kg hab}^{-1} \text{ dia}^{-1})$, pela Equação 6, foi possível calcular a taxa de crescimento (TC), a qual é 1,02.

Tabela 9 Massa de RSU em 2010 destinados à UTC de São João Batista do Glória

Trimestre	Total lixo	Recicláveis	Matéria orgânica (kg)	Rejeito
1º	275620	64463	8748	202409
2º	274748	72033	8748	193967
3º	275120	58055	9828	207237
4º	278695	76297	7398	195000
Total	1104183	270848	34722	798613

Assim sendo, utilizando a Equação 7 foi possível calcular crescimento da geração per capita para os demais anos e estimar a geração de resíduos

sólidos urbanos até o ano 2034, conforme consta na Tabela 10, considerando que a Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece horizonte de 20 anos para o PGRIS, com revisão a cada 4 anos.

Tabela 10 Estimativa anual de geração de resíduos ao longo do horizonte do plano do município de São João Batista do Glória

Ano	População total urbana	Geração per capita de (kg hab ⁻¹ dia ⁻¹)	Geração diária (ton dia ⁻¹)	Geração anual (ton ano ⁻¹)
2011	5693	0,540	3,07	1.120,55
2012	5778	0,550	3,18	1.159,93
2013	5864	0,561	3,29	1.200,74
2014	5949	0,571	3,40	1.239,86
2015	6035	0,582	3,51	1.282,02
2016	6120	0,593	3,63	1.324,64
2017	6206	0,604	3,75	1.368,17
2018	6292	0,615	3,87	1.412,40
2019	6377	0,627	4,00	1.459,41
2020	6463	0,639	4,13	1.507,40
2021	6548	0,651	4,26	1.555,90
2022	6634	0,663	4,40	1.605,39
2023	6719	0,676	4,54	1.657,85
2024	6805	0,689	4,69	1.711,36
2025	6890	0,702	4,84	1.765,42
2026	6976	0,715	4,98	1.820,56
2027	7062	0,728	5,14	1.876,51
2028	7147	0,742	5,30	1.935,62
2029	7233	0,756	5,47	1.995,87
2030	7318	0,770	5,63	2.056,72
2031	7404	0,785	5,81	2.121,43
2032	7489	0,800	5,99	2.186,79
2033	7575	0,815	6,17	2.253,37
2034	7661	0,830	6,36	2.320,90

Para o município de São João Batista Glória, foi estabelecido como horizonte do plano o período compreendido entre o ano 2015 a 2034, sendo que para estimativa anual de geração de resíduos, basta multiplicar o total da

população urbana do ano considerado, com a geração per capita de resíduos sólidos ($\text{kg hab}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) para obter a geração diária de resíduos sólidos (ton dia^{-1}) ou a geração anual de resíduos sólidos (ton ano^{-1}), conforme se vê na Tabela 10.

4.4 Cálculo da taxa de RSU em São João de Batista do Glória

Durante a pesquisa foi realizado o levantamento do custo mensal referente à operação de limpeza pública executada na zona urbana de São João Batista do Glória, que consiste em varrição de ruas, praças, logradouros públicos e outras atividades, tendo sido verificado que o valor total da operação foi de R\$30.444,84 mensais, conforme Tabela 11.

Tabela 11 Custo mensal da operação de limpeza pública em São João Batista do Glória

Especificação do gasto	Valor R\$
Salários (29 garis e 1 coordenador)	27.585,09
Vassouras	1.307,00
Pá para recolhimento de resíduos	326,75
Equipamento de Proteção Individual (EPI)	910,00
Contêiner (120 L)	116,00
Transporte do resíduo para disposição final	200,00
Total	30.444,84

O Supremo Tribunal Federal (BRASIL, 2014) manifestou que a operação de limpeza pública trata-se de um serviço genérico, que não encontra respaldo nos critérios da especificidade e divisibilidade, necessários à exigibilidade para cobrança de taxa.

Desta forma, o valor da operação mencionada na Tabela 11 não será considerado para cálculo da proposta de taxa de manejo de resíduos urbanos domiciliares de São João Batista do Glória, contudo, entendeu-se oportuno realizar o levantamento dos custos da operação de limpeza pública, por ser esta

informação importante para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos no município.

Assim sendo, o Ministério do meio Ambiente (BRASIL, 2013a) sugere que os serviços de limpeza urbana (varrição, capina, poda, desobstrução do sistema de águas pluviais e limpeza de outros locais de circulação pública) sejam custeados por outras receitas do município, como exemplo, pelo IPTU (Imposto sobre a Propriedade predial e Territorial Urbana).

Em São João Batista do Glória a cobrança da limpeza pública é realizada na mesma guia do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), sendo utilizada como base de cálculo para cobrança do serviço mencionado, a área do terreno do imóvel.

A título de exemplo, em São João Batista do Glória um imóvel com área do terreno igual a 249,44 m² e com área construída de 159,65 m² no ano de 2014 paga R\$ 92,32 de imposto que tem a seguinte composição na guia de cobrança: IPTU (R\$ 40,85); Taxa de Conservação (R\$ 12,48); Limpeza Pública (R\$ 31,19) e Expediente (R\$ 7,80).

Nota-se, portanto que, o referido imóvel, referente ao ano 2014, pagará de imposto alusivo à Limpeza Pública, o equivalente a R\$ 31,19, ou seja, aproximadamente R\$ 2,60 por mês, sendo que durante a pesquisa, não foi possível apurar qual a arrecadação anual do município referente ao tributo mencionado.

Também não serão incluídos no cálculo da proposta de taxa, serviços referentes ao manejo de resíduos de saúde, entretanto foi registrado durante os levantamentos da pesquisa que o custo mensal para destinação dos Resíduos Sólidos de Saúde em São João Batista do Glória é de R\$ 1.834,17, considerando contrato celebrado com a empresa de tratamento de resíduos.

Foi verificado ainda, referente aos serviços de radiologia realizados no Hospital Municipal Dona Chiquita de São João Batista do Glória, que a

destinação é realizada pela empresa reciclagem, a qual realiza a reciclagem dos resíduos radioativos para aproveitamento da prata, sendo coleta realizada sem nenhum custo para município.

Durante a pesquisa verificou-se também que a estrutura existente em São João Batista do Glória para operação de coleta convencional (pessoal, veículos, etc.) é a mesma utilizada para operação de coleta seletiva, distinguindo-se apenas pela alternância de dias na semana, ou seja, na segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira realiza-se a coleta convencional e na terça-feira, quinta-feira e sábado, procede-se à coleta seletiva.

Desta forma, para obtenção do custo para realização mensal de cada operação, optou-se por dividir por 2, sendo que conforme consta na Tabela 12, o custo médio mensal da coleta convencional e coleta seletiva é de R\$ 14.078,51.

Ressalta-se que o valor referente à manutenção e materiais de consumo, constante na Tabela 12, refere-se à compra de combustível, peças, manutenção de veículos e outras aquisições que não estejam relacionadas com a compra de Equipamento de Proteção Individual (EPI).

Tabela 12 Custo mensal da operação de coleta convencional e seletiva em São João Batista do Glória

Especificação do gasto	Valor R\$
Salários (4 operários/garis e 2 motoristas caminhão)	6.370,95
Manutenção e Materiais de Consumo	7.582,05
Equipamento de Proteção Individual (EPI)	127,00
Total	14.078,51

Para composição dos custos referentes ao EPI, conforme apresentados nas na Tabela 12, foram as consideradas as informações obtidas junto à administração de São João Batista do Glória e Norma Regulamentadora n° 6 do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2013b), a qual considera como equipamento de proteção individual (EPI) todo dispositivo ou produto, de uso

individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaça à segurança e à saúde no trabalho.

Assim sendo, conforme estabelece Brasil (2010a), o EPI para os funcionários responsáveis pela limpeza pública consiste em: um boné; um par de luvas; um colete refletivo; um protetor solar; um par de bota com cano ¾” e uniforme (camiseta, camisa e calça).

A Tabela 13 lista os valores referentes ao custo da operação da UTC de São João Batista do Glória e destinação final dos resíduos sólidos, gerados na zona urbana do município, principalmente pelos domicílios e pequenos estabelecimentos comerciais.

O valor referente à manutenção e materiais de consumo, constante na Tabela 13, refere-se à compra de combustível, peças, manutenção de veículos, Equipamento de Proteção Individual (EPI) para os triadores e outras aquisições necessárias à operação da UTC.

Tabela 13 Custo mensal da operação da UTC de São João Batista do Glória (destinação e disposição final)

Especificação do gasto	Valor R\$
Salários (2 operador de máquinas e 1 coordenador)	2.780,00
Material de consumo	7.823,10
Total	10.603,00

Cabe destacar que toda renda decorrente da reciclagem de resíduos na UTC é dividida entre os membros da associação dos triados, visando assim à inclusão social na gestão dos resíduos sólidos. A associação dos triados não é responsável por nenhuma despesa da UTC, sendo todos os gastos subsidiados pelo município.

Alguns itens citados na Tabela 14, atualmente dão suporte a realização da Operação de Coleta Convencional e Operação de Coleta Seletiva, contudo, considerando o horizonte do Plano de Gestão Integrada de Resíduos de São João

Batista do Glória, depreciação dos bens, necessidade de manutenção ou substituição dos equipamentos, faz-se necessária a previsão de investimentos a curto, médio e longo prazo.

Entendeu-se também oportuno citar na Tabela 14 a previsão de investimento para projeto de educação ambiental, considerando que durante a operação de coleta convencional existe a necessidade de realizar ações referentes à educação ambiental, visando conscientizar as pessoas para correta segregação dos resíduos domiciliares, o que possibilita efetividade da coleta seletiva e a destinação adequada dos resíduos atinentes à logística reversa, além de contribuir para vida útil da vala de rejeito da UTC.

Segundo Besen (2011), é imprescindível o comprometimento por parte do poder público com os projetos e ações relacionados à implantação e operação do sistema de coleta seletiva, o que implica investimentos principalmente em educação ambiental para conscientização e sensibilização da população, para manter a continuidade do programa.

Tabela 14 Investimento para operação de coleta convencional em São João Batista do Glória

Especificação do investimento	Valor R\$
1 Caminhão Coleta MB 1718	200.000,00
Caçambas	40.400,00
Projeto de Educação Ambiental	100.000,00
Total	340.400,00

Conforme já mencionado, atualmente a mesma estrutura que realiza a operação da coleta convencional (veículos e pessoal) executa a coleta seletiva. Assim sendo, verificou-se a necessidade de investimento para criar estrutura que possa realizar de forma separada a operação de coleta seletiva, visando fortalecer a identidade do programa de coleta seletiva do município.

A Tabela 15 apresenta a necessidade do município em investir na aquisição de contêineres de plástico para que os resíduos domiciliares fiquem dispostos na via pública sem risco de intervenções de animais e possibilidade de contaminação.

Tabela 15 Investimento para operação de coleta seletiva em São João Batista do Glória

Especificação do investimento	Valor R\$
1 caminhão coleta MB 1718	200.000,00
Contêiner (120 L 125 unidades)	10.500,00
Caçambas	28.280,00
Projeto educação ambiental	100.000,00
Salários (2 operários/garis e 1 motorista caminhão)	3.200,00
Total	341.980,00

Desta forma, considerando o intervalo de coleta dos resíduos de um dia, peso específico aparente dos RSU é de 245 kg m^{-3} e a massa de RSU ser igual a 3.067 kg por dia, para obter o volume do RSU diário deve-se dividir a massa (3.650 kg) pelo peso específico (245 kg m^{-3}) e terá resultado igual a $14,90 \text{ m}^3$. Dividindo-se o volume ($14,90 \text{ m}^3$) pela capacidade de cada contêiner ($0,12 \text{ m}^3$), obteve-se que serão necessárias 125 unidades para acondicionamento dos RSD gerados diariamente na zona urbana do município.

O contêiner pesquisado no mercado possui capacidade de 120 L, fabricado em PP Polipropileno, com rodas e tampa, sendo o valor médio de cada contêiner R\$ 84,00 e multiplicado por 105 unidades, obtendo-se o valor R\$ 10.500,00.

Considerando a estrutura atual da Unidade de Triagem de Compostagem de São João Batista do Glória existe a necessidade dos investimentos listados na Tabela 16, tendo em vista a depreciação dos equipamentos ao longo do horizonte do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do município.

Tabela 16 Investimento para UTC em São João Batista do Glória (destinação e disposição final)

Especificação do investimento	Valor R\$
Projeto de Unidade de Triagem e Compostagem	20.000,00
Terreno da UTC com cerca viva (60.000 m ²)*	300.000,00
Imóvel da administração*	100.000,00
Barracão*	150.000,00
Pátio de compostagem com equipamentos*	50.000,00
Mobiliário*	2.720,00
Bomba hidráulica*	200,00
Máquina CASE – retroescavadeira 580H*	53.000,00
Trator de Esteira marca Caterpillar, modelo D4-E*	79.000,00
Termômetro para medir temperatura da pilha	180,00
Peneira manual 8 mm	120,00
Triturador de galho	1.500,00
Correia transportadora	7.870,00
Dissipadores – pressão hidráulica	7.800,00
Balança marca WELMY	400,00
Contêiner (120 L 10 unidades)	1.050,00
Contêiner (1.000 L 2 unidades)	2.400,00
Caçambas (3 unidades)	6.060,00
Total	732.300,00

* Material já existente no complexo da UTC, contudo existe necessidade de investimento para manutenção ou troca dos equipamentos.

O levantamento de preços para composição da lista constante da Tabela 16 foi realizado junto ao setor administrativo do município de São João Batista do Glória e conforme ao Manual para Implantação de Compostagem e de Coleta Seletiva no Âmbito de Consórcios Públicos, elaborado pelo Brasil (2010a).

Dos investimentos listados para a UTC, entende-se que a maior prioridade seja a aquisição de nova área para construção de nova unidade, considerando que o atual complexo não dispõe de mais espaço para implantação de novas valas de rejeitos.

Após realização do diagnóstico da presente pesquisa, bem como considerando os levantamentos constantes nas Tabelas 12 a 16 e pela metodologia adotada pelo Ministério de Meio Ambiente (BRASIL, 2013a), foi

possível obter o valor da taxa de manejo de resíduos sólidos urbanos de São João Batista do Glória.

Para cálculo da taxa foi considerada a população estimada para o ano de 2015, sendo 6035 habitantes da zona urbana (Tabela 10), número de economias igual a 2662 (IBGE, 2010), sendo adotada a geração de resíduos sólido urbano igual a 0,58 kg hab⁻¹ dia o que equivale à geração de 105,01 ton mês⁻¹.

Verificou-se que as despesas referentes às operações de coleta convencional e seletiva são equivalentes a R\$ 14.080,00 mensal, conforme Tabela 14 e referente à operação da UTC/disposição final foi obtido o valor de R\$ 10.603,00 mensal, como se pode observar na Tabela 13.

Assim sendo, considerando o somatório das despesas referentes às operações de coleta convencional, seletiva e da UTC/disposição final, obteve-se o valor total equivalente a R\$ 24.681,00 e tendo em vista o modelo de cálculo constante na Tabela 19, tem-se a taxa de manejo de resíduos sólidos para ser cobrada mensalmente de cada economia no valor de R\$ 9,17, sendo que para o cálculo da taxa não foram consideradas as despesas com investimentos constantes nas Tabelas 14 a 16.

Pelo modelo aplicado foi constatado que o custo para operação da coleta convencional por tonelada de resíduos sólidos é o valor médio de 92,33 e para a operação de coleta seletiva foi obtido o valor R\$ 246,89 por tonelada. Já para a operação de disposição final foi obtido o valor de R\$ 138,32 por tonelada, conforme Tabela 17.

Assim sendo, cabe salientar que utilizando o modelo de cálculo constante na Tabela 17, o valor da taxa sofrerá variações, à medida que forem inseridos valores referentes a investimentos para as operações de coleta convencional, seletiva e da UTC/disposição final.

Nota-se também no modelo constante na Tabela 17, que o valor da taxa terá variação dependendo dos juros e prazo, adotados para pagamento dos

investimentos atinentes às operações de coleta convencional, seletiva e da UTC/disposição final.

Considerando os levantamentos realizados e visando buscar melhoria do sistema de gerenciamento e gestão dos RSU em São João Batista do Glória, verificou-se a necessidade de investimento para a operação de coleta convencional (R\$ 340.400,00), seletiva (R\$ 341.980,00 e da UTC/disposição final (R\$ 732.300,00), o que totaliza o valor de R\$ 1.414.680,00 a ser investido em um horizonte que deverá ser estabelecido no PGIRS do município.

Cabe salientar que a aquisição de um caminhão no valor de R\$ 200.000,00 tem contribuído para majoração do investimento referente às operações de coleta convencional e seletiva, ou que corresponde a um acréscimo de 58,82 e 58,48%, respectivamente, do valor a ser investido em cada operação.

De igual modo, pode-se concluir que a aquisição de terreno no valor R\$ 300.000,00 e considerando a possibilidade de construção de nova estrutura para UTC no valor de R\$ 320.000,00 (valor total de R\$ 620.000,00) tem impactado e majorado os investimentos referentes à operação da UTC/disposição final, sendo que a referida quantia corresponde a um acréscimo de 86,11% do valor a ser investido.

O complexo da UTC de São João Batista do Glória atualmente encontra-se instalado numa área de 20.000 m² e não dispõe de área livre para abertura de novas valas para aterro de rejeitos. Assim sendo, considerando que a UTC foi inaugurada em 2003, conclui-se que a vida útil da atual área e de aproximadamente 12 anos (2003 a 2015), entendeu-se que haverá necessidade de investimento em uma nova área com dimensões de 60.000 m², tem em vista o horizonte do PGRIS que está sendo elaborado, que será de 20 anos.

Diante do exposto, foram inseridas no modelo de cálculo constante da Tabela 19, as informações referentes ao valor dos investimentos para as operações de coleta convencional, seletiva e da UTC/disposição final,

considerando prazo para pagamento de 15 anos e juros a 0,9%, conforme sugerido pelo Brasil (2013a), tendo obtido o valor da taxa igual a R\$ 15,25 (economia mês⁻¹).

Os valores das taxas apresentados (R\$ 9,17 ou R\$ 15,25), considerados os critérios técnicos e científicos utilizados, apresentam-se razoáveis, contudo para sua implantação existe a necessidade de que a decisão seja tomada em conjunto com a sociedade, com posterior previsão em lei do município.

Para a instituição da cobrança da taxa de manejo de RSU, recomenda-se que ela seja dividida em duas espécies, sendo a taxa social e a taxa econômica. Conforme salienta Trindade et al. (2014), a taxa social deverá levar em consideração as condições sociais e a capacidade de pagamento; enquanto que a taxa econômica deverá ser constituída por duas partes, refletindo o custo da disponibilidade do serviço e o custo da coleta, tratamento e disposição final do serviço, com base na estimativa indireta.

Trindade et al. (2014) salientam que a construção da taxa em duas vertentes: a tarifa econômica, embasada nos princípios do equilíbrio econômico-financeiro e poluidor-pagador, e a tarifa social, que busca assegurar o princípio do acesso universal, levando em consideração a capacidade de pagamento do usuário do serviço.

O valor da taxa deverá ser atualizado anualmente, sendo que Brasil (2013a) recomenda que sejam considerados critérios técnicos científicos, ou seja, será necessário verificar o comportamento de todas as variáveis listadas na Tabela 17 durante o ano anterior, principalmente referente aos custos da operação de coleta convencional e seletiva, bem como disposição e destinação final dos rejeitos, o que influenciará consideravelmente no reajuste do valor da taxa de manejo de RSU.

Verifica-se através da Tabela 17 que no sistema de cálculo para cobrança da taxa de manejo de RSU, é possível reduzir o valor da taxa, quanto

maior for o valor do repasse não oneroso da União ou Estado para RSU (recursos não reembolsáveis) ou recursos reembolsáveis (fontes de financiamentos).

Tabela 17 Cálculo da taxa de manejo de resíduos sólidos urbanos para São João Batista do Glória

Ordem	Descrição do objeto/atividade	Valor/Quantidade
A	População Urbana ano 2015	6.035
B	Economias	2.662
C	Geração de resíduos domésticos (kg hab ⁻¹ dia ⁻¹)	0,58
D	Geração da cidade (ton mês ⁻¹)	105,01
E	Investimento coleta convencional (R\$)	340.400,00
F	Investimento coleta seletiva e tratamento (R\$)	341.980,00
G	Investimento disposição final (R\$)	732.300,00
H	Repasse não oneroso RS (R\$)	0,00
I	Valor total do investimento (R\$)	1.414.680,00
J	Operação da coleta convencional (R\$ mês ⁻¹)	7.078,00
K	Operação da coleta seletiva e tratamento (R\$ mês ⁻¹)	7.000,00
L	Operação da disposição final (R\$ mês ⁻¹)	10.603,00
M	Resíduos da coleta convencional (%)	73,00
N	Resíduos da coleta seletiva (%)	27,00
O	Operação da coleta convencional (R\$ ton ⁻¹)	92,33
P	Operação da coleta seletiva e tratamento (R\$ ton ⁻¹)	246,89
Q	Operação da disposição final (R\$ ton ⁻¹)	138,32
R	Custo Operacional total (R\$ mês ⁻¹)	24.681,00
S	Prazo de pagamento (anos)	15,0
T	Taxa mensal de financiamento dos investimentos (%)	0,90
U	Pagamento do financiamento dos investimentos (R\$ mês ⁻¹)	15.901,99
V	Valor da taxa (R\$ economia. mês ⁻¹)	15,25
X	Faturamento (R\$ ton ⁻¹)	40.582,99

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que o objetivo geral da pesquisa foi atingido, considerando que foi possível apresentar uma proposta de metodologia para cálculo da taxa de manejo de RSU de São João Batista do Glória, sendo esta, sendo a referida ferramenta fundamental para recuperação dos custos e melhoria da gestão dos resíduos sólidos urbanos.

Verificou-se durante a pesquisa que para composição da taxa de manejo de RSU é importante conhecer a planilha de custo referente aos gastos com as operações de coleta convencional, coleta seletiva e UTC, estruturas existentes no município pesquisado, o que irá influenciar na definição do valor a ser contribuído por cada usuário.

Desta forma, é muito importante que o município tenha um banco de dados estruturado e que possa retratar a realidade dos custos das operações de coleta convencional, coleta seletiva e UTC, o que possibilitará intervenções mais precisas para efetividade da gestão, bem como recuperação dos custos e redução do valor da taxa de manejo de RSU para os usuários do município de São João Batista do Glória.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. M.; FERREIRA, J. A. A gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil frente às questões da globalização. **Revista Eletrônica do PRODEMA**, v.6, n.1, p.7-22, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**: resíduos sólidos, classificação: classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente. Rio de Janeiro, 2004a. 71p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.112**: fixa os requisitos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos. Rio de Janeiro, 2004b. 7p.

AZEVEDO, G. O. D. **Por menos lixo**: a minimização dos resíduos sólidos urbanos na cidade do Salvador/Bahia. 2004. 148p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) - Universidade Federal da Bahia, 2004.

BESEN, G. R. **Coleta seletiva com inclusão de catadores**: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade. 2011. 275 p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Presidência da República, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm>. Acesso em: 15 maio 2013.

BRASIL. **Decreto n. 7.404**, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei n. 13.305, de 2 de agosto de 2010, e dá outras providências. Brasília, 2010a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7217.htm>. Acesso em: 15 jun. 2013.

BRASIL. **Lei n. 11.445**, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para saneamento básico e dá outras providências. Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>. Acesso em: 18 jun. 2013.

BRASIL. **Lei n. 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010b. Disponível em: <<http://www.SIAM.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=14290>>. Acesso em: 15 abr. 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos**. Brasília, 2010c. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/3_manual_implantao_compostagem_coleta_seletiva_cp_125.pdf>. Acesso em: 14 out. 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Orientações para elaboração de Plano Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PSGIRS para municípios com população inferior a 20 mil habitantes**. Brasília, 2013a. 59 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação**. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/182/_arquivos/manual_de_residuos_solidos_3003_182.pdf>. Acesso em: 14 out. 2013.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma regulamentadora nº 6: equipamentos de proteção individual - EPIs**. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812DC56F8F012DCDAD35721F50/NR-06%20%28atualizada%29%202010.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2013b.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. **Súmula vinculante 19**. Disponível em: <<http://www.stf.jus.br/portal/jurisprudencia/listarJurisprudencia.asp?s1=19.NU ME.%20E%20S.FLSV.&base=baseSumulasVinculantes>>. Acesso em: 20 jul. 2014.

TRINDADE, C.; BUTTO, S.A.; KILEBER, S.; SADO, I. Diretrizes para construção de tarifas para serviços de manejo de resíduos sólidos. In: SEMINÁRIO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 11, 2014, Brasília. **Anais...** Brasília: ABES, 2014. p.1-15.

CAMPANI, D. B.; SCHEIDEMANDEL NETO, B.S. Remuneração da prestação dos serviços de manejo de resíduos sólidos: prestação dos serviços públicos de saneamento básico. In: GONÇALVES, S.A. et al. (Org.). **Lei nacional de saneamento básico: perspectivas para as políticas e a gestão dos serviços públicos**. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2009.p. 509-530.

CORNIER, M.G.; FRACALANZA, A.P. Desafios do lixo em nossa sociedade. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v.16, p.57-64, 2010.

DIAS JÚNIOR, I. G.; PROLO, I.; OLIVEIRA, L. P. S. O gerenciamento dos resíduos sólidos gerados pela cidade de Barra do Garças/MT: retratos de uma realidade. **Revista Eletrônica da UNIVAR: Interdisciplinar**, v.2, n.12, p.13-19, 2014.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Pay as you throw (PAYT) municipal solid waste generation, recycling, and disposal in the United States**. Pennsylvania: Office of Resource Conservation and Recovery, 2014. 25 p.

FRANCO, C. S. **Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares e percepção dos hábitos de descarte no sul de Minas Gerais**. 2012. 157p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas) - Universidade Federal de Lavras, 2013.

FRANCO, D.; JUNIOR, A.B.C.; SOUZA, K. S. Estudo da relação entre a geração de resíduos sólidos domiciliares e o consumo de água e energia elétrica: alternativas de tarifação da coleta de resíduos sólidos. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v.10, n.4, p.201-224, 2014.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Considerações preliminares sobre o projeto de unidade de triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos de São João Batista do Glória**. São João Batista do Glória, 2003. 99 p.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos**. Belo Horizonte, 2010. Disponível em:<http://www.feam.br/index.php?option=com_content&task=view&id=233>. Acesso em: 10 jan. 2014.

GODOY, M.R.B. Dificuldades para aplicar a Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil. **Caderno de Geografia**, v.23, n.39, p. 1-12, 2013.

INGHEL, D.; DULLAERT, W. An analysis of household waste management policy using system dynamics modelling. **Waste Management & Research**, v.92, n.3, p.352-367, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**: sinopse do censo e resultados preliminares do universo. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/censo/>>. Acesso em: 29 abr. 2013.

JACOBI, P.R.; BESEN, G. R. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo**: desafios da sustentabilidade. São Paulo: Fundação SEADE, 2011. 158 p.

JARDIM, N. S.; D'ALMEIDA, M. L. O.; PRANDINI, F.L. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: CEMPRE, 2010. 239 p.

LEITE, M. F. **A taxa de coleta de resíduos sólidos domiciliares**: uma análise crítica. 2006. 94 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Operações de Sistema de Transportes) - Universidade de São Paulo 2006.

MAGALHÃES, T. Manejo de resíduos sólidos: sustentabilidade e verdade orçamentária com participação popular. In: GONÇALVES, S. A. et al. (Org.). **Lei nacional de saneamento básico**: perspectivas para as políticas e a gestão dos serviços públicos. Brasília, 2009, p. 520-528.

MELO, L. A.; SAUTTER, K. D.; JANISSEK, P. R. Estudo de cenários para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos de Curitiba. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.14, n.4, p. 551-558, 2009.

MILARÉ, É. **Direito do ambiente**: doutrina, jurisprudência, glossário. São Paulo: RT, 2011. 1647 p.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental. **Deliberação Normativa COPAM n. 170**, de 03 de outubro de 2011. Estabelece prazos para cadastro dos Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PGIRS pelos municípios do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=19114>>. Acesso em: 20 jun. 2013.

MOURA, A. A.; LIMA, W. S.; ARCHANJO, C. R. Análise da composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos: estudo de caso: município de Itaúna-MG. **SynThesis Revista Digital FAPAM**, v.3, 2012.

NASCIMENTO, M. L. A. **Uma proposta de sistematização de ações para a revitalização de unidades de triagem e compostagem em municípios de pequeno porte**: aplicação em São João Batista do Glória, MG. 2007. 135 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Estado de Minas Gerais, , 2007.

NASCIMENTO NETO, P.; MOREIRA, T. A. Política nacional de resíduos sólidos: reflexões acerca do novo marco regulatório nacional. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Curitiba, n.15, 2010. Disponível em: <http://www.rbciamb.com.br/images/online/rbciamb-n15-mar-2010-materia02_artigos225.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2013.

PEREIRA, J. A. A.; BORÉM, R. A. T. **Análise e avaliação de impactos ambientais**. 7. ed. Lavras: UFLA/FAEPE, 2007. 125 p.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos serviços**. Brasília, 2010. Disponível em:<<http://www.snis.gov.br>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

SOUZA, K. S. **Estudo da relação entre a geração de resíduos sólidos domiciliares e o consumo de água e energia elétrica**: alternativas de tarifação da coleta de resíduos sólidos. 2012. 140 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina 2012.

THEODORO, H. D.; ANDRADE, I. C. M.; LANA, L. C. O. Plano estadual de coleta seletiva de Minas Gerais: perspectivas e desafios. **Revista Agenda Social**, v.6, n.2, p.85-100, 2012.

VICENTINI, F.; GIUSTI, A.; ROVETTA, A.; FAN, X.; HE, Q.; ZHU, M.; LIU, B. (Org.). Sensorized waste collection container for content estimation and collection optimization. **Waste Management**, v.29, n.5, p.1467-1471, 2009.

ZHANG, Y.M.; HUANG, G.H.; HE, L. An inexact reverse logistics model for municipal solid waste management systems. **Journal of Environmental Management**, v.92, n.3, p.522-530, 2011.

ANEXOS**ANEXO A - Formulário de Cadastro do PGIRS**

FORMULÁRIO DE CADASTRO DO PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS – PGIRS

1. DADOS PARA CADASTRO:**1.1. IDENTIFICAÇÃO DO MUNICÍPIO:**

Município: _____
CNPJ/CPF: _____ Inscrição estadual: _____
População Urbana (CENSO IBGE 2010): _____
Endereço da Prefeitura Municipal: _____ n./km:
Complemento: _____ Bairro/localidade: _____
UF: _____ CEP: _____ Telefone: () _____ - _____
Fax: () _____ - _____ Caixa Postal: _____ E-mail: _____

1.2. TIPO DE PGIRS:

Especificar o tipo de plano:

- () Plano convencional conforme Art.19 da Lei 12.305/2010
- () Plano simplificado conforme Art. 51 do Decreto 7.404/2010
- () Plano inserido no plano de saneamento básico conforme Art. 19, §1º da Lei 12.305/2010
- () Plano intermunicipal conforme Art. 19, §9º da Lei 12.305/2010

Caso tenha assinalado a última opção, informar o nome do consórcio, do município sede e relação dos demais municípios participantes:

2. IDENTIFICAÇÃO DOS RESPONSÁVEIS:

a) Responsável pela elaboração do PGIRS:
 Nome: _____
 Formação Profissional: _____
 Número de Registro no Conselho de Classe: _____
 E- mail: _____ Telefone: () _____

b) Responsável pelo preenchimento do formulário:
 Nome: _____
 Vinculação com a Prefeitura Municipal: _____
 E- mail: _____ Telefone: () _____

3. DIAGNÓSTICO:

a) Resíduos Sólidos Urbanos:

Total de RSU coletados (t/dia):		Destinação
Composição	Quantidade (t dia ⁻¹)	(Percentual em relação à quantidade coletada)
Matéria orgânica		<input type="checkbox"/> __ compostagem: ___% <input type="checkbox"/> __ aproveitamento energético: ___% <input type="checkbox"/> __ aterro sanitário: ___% <input type="checkbox"/> __ aterro controlado: ___ % <input type="checkbox"/> __ lixão: ___ % <input type="checkbox"/> __ outro (especificar) ____: ___%
Metais		<input type="checkbox"/> __ reaproveitamento: ___% <input type="checkbox"/> __ reciclagem: ___% <input type="checkbox"/> __ aterro sanitário: ___% <input type="checkbox"/> __ aterro controlado: ___ % <input type="checkbox"/> __ lixão: ___ % <input type="checkbox"/> __ outro (especificar) ____: ___%
Papel		<input type="checkbox"/> __ reaproveitamento: ___% <input type="checkbox"/> __ reciclagem: ___% <input type="checkbox"/> __ aproveitamento energético: ___% <input type="checkbox"/> __ aterro sanitário: ___% <input type="checkbox"/> __ aterro controlado: ___ % <input type="checkbox"/> __ lixão: ___ % <input type="checkbox"/> __ outro (especificar) ____: ___%

Papelão		<input type="checkbox"/> __ reaproveitamento: ___% <input type="checkbox"/> __ reciclagem: ___% <input type="checkbox"/> __ aproveitamento energético: ___% <input type="checkbox"/> __ aterro sanitário: ___% <input type="checkbox"/> __ aterro controlado: ___ % <input type="checkbox"/> __ lixão: ___ % <input type="checkbox"/> __ outro (especificar) ____: ___%
Plástico		<input type="checkbox"/> __ reaproveitamento: ___% <input type="checkbox"/> __ reciclagem: ___% <input type="checkbox"/> __ aproveitamento energético: ___% <input type="checkbox"/> __ aterro sanitário: ___% <input type="checkbox"/> __ aterro controlado: ___ % <input type="checkbox"/> __ lixão: ___ % <input type="checkbox"/> __ outro (especificar) ____: ___%
Vidro		<input type="checkbox"/> __ reaproveitamento: ___% <input type="checkbox"/> __ reciclagem: ___% <input type="checkbox"/> __ aterro sanitário: ___% <input type="checkbox"/> __ aterro controlado: ___ % <input type="checkbox"/> __ lixão: ___ % <input type="checkbox"/> __ outro (especificar) ____: ___%
Outros Resíduos (especificar)		<input type="checkbox"/> __ reaproveitamento: ___% <input type="checkbox"/> __ reciclagem: ___% <input type="checkbox"/> __ aproveitamento energético: ___% <input type="checkbox"/> __ aterro sanitário: ___% <input type="checkbox"/> __ aterro controlado: ___ % <input type="checkbox"/> __ lixão: ___ % <input type="checkbox"/> __ outro (especificar) ____: ___%

b) Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestação de serviços (geradores sujeitos à elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos):

Total de resíduos de estabelecimentos comerciais e prestação de serviços coletados (t/dia):		
Composição	Quantidade (ton dia ⁻¹)	Destinação ¹
Matéria Orgânica		
Metais		
Papel		
Papelão		
Plástico		
Vidro		
Outros Resíduos (especificar)		

c) Resíduos de Serviços Públicos de Saneamento Básico (ETE, ETA):

Total de resíduos de serviços públicos de saneamento básico coletados (t/dia):		
Característica	Quantidade (ton dia ⁻¹)	Destinação ¹

d) Resíduos Industriais: De acordo com a NBR10004 (ABNT, 2004a)

Total de resíduos industriais coletados (ton ano ⁻¹)		
Característica	Quantidade (ton ano ⁻¹)	Destinação ¹
Classe I		
Classe II-A		
Classe II-B		

e) Resíduos de Mineração:

Total de resíduos de mineração coletados (t/ano):		
Característica	Quantidade (ton ano ⁻¹)	Destinação ¹
Estéril	Classe I	
	Classe II-A	
	Classe II-B	
Rejeito do beneficiamento mineral	Classe I	
	Classe II-A	
	Classe II-B	
Resíduo	Classe I	
	Classe II-A	
	Classe II-B	

f) Resíduos sujeitos à Logística Reversa:

Total de resíduos sujeitos à logística reversa coletados (ton mês ⁻¹)		
Característica	Quantidade (ton mês ⁻¹)	Destinação ¹
Pilhas e baterias		
Eletroeletrônicos		
Lâmpadas		
Pneus		

g) Resíduos de Serviços de Saúde: (De acordo com a RDC ANVISA 306/04 e Resolução CONAMA 358/05)

Total de resíduos de serviços de saúde coletados (ton mês ⁻¹)			
Classificação Grupo de geração	Nº de estabelecimentos por grupo de geração	Quantidade (ton mês ⁻¹)	Destinação ¹
Grupo A			
Grupo B			
Grupo C			
Grupo D			
Grupo E			

h) Resíduos da Construção Civil: (De acordo com Resolução 307 do CONAMA)

Total de resíduos da construção civil coletados (ton mês ⁻¹)		
Característica	Quantidade (ton mês ⁻¹)	Destinação ¹
Grupo A		
Grupo B		
Grupo C		
Grupo D		

i) Resíduos Agrossilvopastoris:

Total de resíduos agrossilvopastoris coletados (ton mês ⁻¹)		
Característica	Quantidade (ton mês ⁻¹)	Destinação ¹
Embalagens impregnadas com fertilizante químico		
Embalagens de agrotóxicos		
Outros resíduos associados à agricultura		
Outros resíduos associados à pecuária		

j) Resíduos de Serviços de Transportes: (Aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários)

Total de resíduos de serviços de transportes coletados (ton dia ⁻¹)		
Local de geração	Quantidade (ton dia ⁻¹)	Destinação ¹

k) Resíduos de Limpeza Pública (varrição, poda, capina, entre outros):

Total de resíduos de limpeza pública coletados (ton dia ⁻¹)		
Característica	Quantidade (ton dia ⁻¹)	Destinação ¹

1- Caso haja mais de um tipo de destino para uma mesma tipologia de resíduo, especificar o percentual (%) por tipo de destino, a exemplo da tabela “a”.

4. IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS GERADORES DE RESÍDUOS: (Sujeitos à elaboração do plano de gerenciamento de resíduos, art . 20, Lei Federal n.12.305/2010)

Gerador	Endereço	Tipo de resíduos
		<input type="checkbox"/> 3a <input type="checkbox"/> 3b <input type="checkbox"/> 3c <input type="checkbox"/> 3d <input type="checkbox"/> 3e <input type="checkbox"/> 3f <input type="checkbox"/> 3g <input type="checkbox"/> 3h <input type="checkbox"/> 3i <input type="checkbox"/> 3j <input type="checkbox"/> 3k <input type="checkbox"/> Outro: _____
		<input type="checkbox"/> 3a <input type="checkbox"/> 3b <input type="checkbox"/> 3c <input type="checkbox"/> 3d <input type="checkbox"/> 3e <input type="checkbox"/> 3f <input type="checkbox"/> 3g <input type="checkbox"/> 3h <input type="checkbox"/> 3i <input type="checkbox"/> 3j <input type="checkbox"/> 3k <input type="checkbox"/> Outro: _____
		<input type="checkbox"/> 3a <input type="checkbox"/> 3b <input type="checkbox"/> 3c <input type="checkbox"/> 3d <input type="checkbox"/> 3e <input type="checkbox"/> 3f <input type="checkbox"/> 3g <input type="checkbox"/> 3h <input type="checkbox"/> 3i <input type="checkbox"/> 3j <input type="checkbox"/> 3k <input type="checkbox"/> Outro: _____

3a- Resíduos Sólidos Urbanos

3b- Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestação de serviços (geradores sujeitos à elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos)

3c- Resíduos de Serviços Públicos de Saneamento Básico (ETE, ETA)

3d- Resíduos Industriais

3e- Resíduos de Mineração

3f- Resíduos sujeitos à Logística Reversa

3g- Resíduos de Serviços de Saúde

3h- Resíduos da Construção Civil

3i- Resíduos Agrossilvopastoris

3j- Resíduos de Serviços de Transportes

3k- Resíduos de Limpeza Pública (varrição, poda, capina, entre outros).

5. ÁREAS FAVORÁVEIS PARA DISPOSIÇÃO FINAL AMBIENTALMENTE ADEQUADA DE REJEITOS OBSERVANDO O PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO:

Área Potencial	Endereço	Coordenadas Geográficas	Distância média até o núcleo populacional/transbordo/tratamento	Características favoráveis
				<input type="checkbox"/> Área erosiva <input type="checkbox"/> Área cárstica <input type="checkbox"/> APP <input type="checkbox"/> Área sujeita a inundação <input type="checkbox"/> Distância de curso d'água maior que 300m <input type="checkbox"/> Distância do núcleo populacional maior que 500m <input type="checkbox"/> Distância maior que 100m de rodovias e estradas <input type="checkbox"/> Distância de aeroporto maior que 20 km
				<input type="checkbox"/> Área erosiva <input type="checkbox"/> Área cárstica <input type="checkbox"/> APP <input type="checkbox"/> Área sujeita a inundação <input type="checkbox"/> Distância de curso d'água maior que 300m <input type="checkbox"/> Distância do núcleo populacional maior que 500m <input type="checkbox"/> Distância maior que 100m de rodovias e estradas <input type="checkbox"/> Distância de aeroporto maior que 20 km
				<input type="checkbox"/> Área erosiva <input type="checkbox"/> Área cárstica <input type="checkbox"/> APP <input type="checkbox"/> Área sujeita a inundação <input type="checkbox"/> Distância de curso

				d'água maior que 300m <input type="checkbox"/> Distância do núcleo populacional maior que 500m <input type="checkbox"/> Distância maior que 100m de rodovias e estradas <input type="checkbox"/> Distância de aeroporto maior que 20 km
--	--	--	--	--

6. INTERESSE EM CONSORCIAMENTO OU SOLUÇÃO COMPARTILHADA?

Sim Não

ATO ²	Estágio do consórcio ou solução compartilhada	Municípios participantes do consórcio ou solução compartilhada
	<input type="checkbox"/> Em negociação <input type="checkbox"/> Em formalização	

2- Arranjo Territorial Ótimo, conforme Plano de Regionalização para Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos, disponível em <http://www.feam.br/minas-sem-lixoes>

7. INDICADORES DE DESEMPENHO OPERACIONAL E AMBIENTAL DOS SERVIÇOS DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS:

(Ex: Redução da geração per capita de RSU, percentual de reciclagem, etc).

8. PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL:

Nome	Público alvo	Período do treinamento

9. ORGANIZAÇÃO DE CATADORES (ASSOCIAÇÃO E COOPERATIVAS DE CATADORES) E GRUPOS INTERESSADOS NA COLETA E COMERCIALIZAÇÃO DE RESÍDUOS?

Sim Não

Nome	Situação em relação à formalização (Formal/informal)	Descrever a forma de participação na gestão dos resíduos

10. NEGÓCIOS, EMPREGO E RENDA:

Descrever as principais ações para a criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos.

(Ex.: inclusão de Cooperativas e ONG's que trabalhem com a Coleta Seletiva, viabilidade de solução consorciada intermunicipal).

11. CUSTOS DA PRESTAÇÃO DE SERVIÇO LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RSU:

Tipo	Custo/per capita	Forma de cobrança dos serviços
Limpeza Urbana (incluindo coleta de RSU, serviços de varrição, poda e capina em áreas públicas)		
Manejo de RSU (incluindo a destinação e disposição final de RSU)		

12. METAS:

Descrever a(s) meta(s) para redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para a disposição final ambientalmente adequada.

Meta	Objetivo	Prazo

13. PARTICIPAÇÃO DO PODER PÚBLICO:

Descrever as formas e os limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa e outras ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

Ação	Facilidades	Dificuldades
Coleta Seletiva		
Logística Reversa		

14. CONTROLE E FISCALIZAÇÃO:

Descrever ações e indicadores para acompanhamento, controle e fiscalização.

Ação	Indicador	Responsável

15. IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DE DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS E ÁREAS CONTAMINADAS E RESPECTIVAS MEDIDAS SANEADORAS:

Área	Endereço	Coordenadas Geográficas	Tipo de resíduo	Medidas adotadas e características gerais da área

16. PERIODICIDADE DE REVISÃO DO PGIRS:

--

17. IDENTIFICAÇÃO DOS RESPONSÁVEIS QUANTO À IMPLANTAÇÃO E OPERACIONALIZAÇÃO DO PLANO:

Identificar no âmbito da administração municipal os responsáveis pela implantação e operacionalização do Plano.

ANEXO B - Avaliação da Estrutura da Unidade de Triagem e Compostagem (UTC) de São João Batista do Glória/MG (adaptado de NASCIMENTO, 2007)

Avaliação quantitativa do questionário com relação ao Bloco de Triagem

PERGUNTAS	-1	0	+1
1) A área de recepção do lixo apresenta condições adequadas, tem piso concretado, cobertura, sistema de drenagem pluvial e de efluentes?			X
2) A área de recepção do lixo é isolada para impedir a entrada de animais e a dispersão das sacolinhas plásticas?			X
3) Os catadores realizam a pré-triagem para a retirada dos materiais de grande porte, antes de conduzir os resíduos para a mesa de triagem?			X
4) Os catadores utilizam todos os EPIs necessários (respirador, luvas, botas, aventais)?			X
5) A área de recepção é varrida e lavada com detergente todos os dias?			X
6) A área de recepção recebe exclusivamente o lixo doméstico?			X
7) Na UTC existe uma lona para cobrir o lixo que eventualmente não tem sido processado no dia?			X
8) A área de triagem e os utensílios utilizados na operação são lavados com detergente e desinfetantes após o expediente?			X
9) Resíduos especiais (pilha, bateria, borracha, lâmpada) estão chegando no pátio de recepção?		X	
10) Os rejeitos (papel higiênico, fraudas, absorventes, etc.) estão chegando ao pátio de recepção?			X
11) Existe no local uma balança para a pesagem dos materiais?			X
12) Existe esteira mecanizada de triagem?			X
13) Os catadores possuem ferramentas (garras e pentes) para cortarem os sacos plásticos e separarem e conduzirem os resíduos na mesa de triagem?			X
14) Os resíduos que vão para a compostagem são previamente cortados (em tamanhos variando de 1 a 10 cm)?			X
15) Os resíduos orgânicos são conduzidos corretamente até o pátio de compostagem (usando carrinho de pedreiro, por exemplo)?			X

PERGUNTAS	-1	0	+1
16) As baias de materiais recicláveis estão protegidas da chuva e localizam-se em local de fácil acesso para facilitar o carregamento?			X
17) Os sistemas de prensagem e enfardamento funcionam adequadamente?			X
18) Os fardos estão devidamente separados e empilhados adequadamente?			X
19) Existe um extintor de incêndio na área das baias?			X
20) A área das baias é lavada e higienizada após a cada retirada dos fardos?			X
21) Os materiais recicláveis são escoados regularmente evitando-se o acúmulo excessivo?			X
TOTAL	00	01	20

Avaliação quantitativa do questionário com relação ao Pátio de Compostagem

PERGUNTAS	-1	0	+1
22) O pátio de compostagem tem piso impermeabilizado de concreto?			X
23) Possui sistema de drenagem pluvial no entorno?			X
24) Permite a incidência solar em toda a área?			X
25) A leira tem disposição triangular e possui dimensões de diâmetro entre 1,5 a 2,0 m e altura de 1,6m?			X
26) Há controle de umidade nas leiras?			X
27) Há ocorrência de chorume (ou costuma ter periodicamente)?			X
28) Durante o processo de compostagem e maturação a temperatura diária é controlada corretamente (35°C no início, 65°C no final da compostagem, e 35°C no final da maturação)?			X
29) O composto orgânico é revirado em média a cada 3 dias durante os primeiros 30 dias e a cada 6 dias até terminar a fase de degradação ativa?			X
30) Há presença de materiais nitrogenados (legumes e gramas) para o crescimento microbiano?			X

PERGUNTAS	-1	0	+1
31) Os catadores fazem uso rigoroso de EPIs (respirador individual, luvas, botas e aventais)?			X
32) As leiras são identificadas até os 120 dias com placas numeradas?			X
33) A leira é revirada quando a temperatura ultrapassa 65°C, distribuindo água uniformemente e diminuindo a altura (para aumentar a área de superfície)?			X
34) Quando a temperatura demora a subir para os limites desejáveis, é verificado se o material está com baixa atividade microbológica (neste caso adiciona-se matéria orgânica). É observado se o material está seco, com excesso de umidade ou muito compactado?			X
35) Para melhorar a areação faz-se o reviramento, na frequência de 3 em 3 dias? Adiciona-se material fibroso para aumentar os vazios?			X
36) Durante os reviramentos retira-se os materiais inertes presentes na leira?			X
37) Utiliza-se a prática de eliminar as moscas cobrindo as leiras novas com uma camada de composto maturado e dedetizando as canaletas?			X
38) Há resíduos e sucatas no pátio?			X
39) Realizam-se limpeza dos ralos e das canaletas de drenagem periodicamente?			X
40) Verifica-se umidade das leiras, e havendo excesso de umidade adiciona-se palha ou materiais fibrosos e cobre-se a leira com uma camada de 15 cm de composto maturado?			X
41) Em período chuvoso cobre-se o composto com lona?			X
42) Quando o material está seco, adiciona-se água?			X
43) Retiram qualquer vegetação produzida nas leiras?			X
44) Verifica-se as condições de impermeabilização do piso do pátio e das juntas de dilatação periodicamente?			X
45) Testa-se e substitui-se, caso necessário, a torneira e a mangueira que abastecem o pátio de compostagem?			X
46) Promove-se a poda da vegetação no entorno do pátio de compostagem, evitando-se qualquer sombreamento no mesmo?			X

PERGUNTAS	-1	0	+1
47) Em relação ao composto maturado é retirado as partículas grosseiras (cacos de vidro, pedaços de plásticos, pedrinhas)?			X
48) Caso seja observada a presença de material orgânico (madeiras e pedaços de alimentos) que não foram totalmente decompostos, estes são misturados À leira para a sua completa decomposição?			X
49) A estocagem do composto é feita em local coberto e sobre piso pavimentado ou em uma parte do pátio de compostagem e coberto com lona?			X
50) A coleta de amostra para análises é realizada corretamente (amostragem em vários pontos da leira, homogeneização, quantidade de 1 Kg, uso de embalagem plástica e lacrada, preservação em caixa de isopor com gelo)?			X
51) É realizado semestralmente o relatório das análises referentes aos parâmetros físicoquímicos?			X
52) É realizado anualmente o relatório das análises referentes aos parâmetros bacteriológicos (coliformes e estreptococos) e de materiais pesados (mercúrio, cobre, zinco, cromo, chumbo, níquel e cádmio)?			X
53) Encaminha-se os materiais retidos na peneira para o aterramento nas áreas de rejeito?			X
54) Promove-se o escoamento sistemático dos compostos, evitando o acúmulo excessivo?			X
55) Impede-se a permanência de animais domésticos no local, evitando que a contaminação do composto por meio dos seus excretos?			X
56) Utiliza-se preferencialmente o composto maturado em paisagismo, na produção de mudas e plantas ornamentais e na recuperação de recomposição de áreas degradadas?			X
TOTAL	00	00	35

Avaliação quantitativa do questionário com relação ao Aterro de Rejeitos

PERGUNTAS	-1	0	+1
57) O local tem declividade superior a 1% e inferior a 30%?			X
58) A vala de rejeitos fica a uma distância mínima de 200 m de qualquer curso d'água (rios, lagoas, lagos, etc.)?			X
59) O local fica a 500m de núcleos populacionais não sujeitos as inundações e enxurradas?			X
60) O solo é pouco permeável?			X
61) A base da vala está a uma distância mínima de 3 m do lençol freático e fora de áreas de erosões?			X
62) A área de acesso à vala de rejeitos é pavimentada com cascalho?			X
63) A área de acesso é isolada com cerca de arame farpado complementada por cerca viva, de modo a evitar a entrada de animais e de pessoas estranhas ao local?			X
64) Os taludes laterais da vala apresentam inclinação adequada (1:2,5)?			X
65) As valas são dimensionadas para uma vida útil de um ano?			X
66) O espaçamento entre as valas é adequado (suficiente para a colocação do solo a ser utilizado no recobrimento)?			X
67) A área da vala é contemplada com projeto de drenagem superficial (drenagem pluvial)? Há manutenção periódica do sistema de drenagem pluvial?			X
68) As valas são recobertas com uma camada de terra (de aproximadamente 20 cm) compactada, de forma manual ou mecânica, no final de cada rotina diária?			X
69) As valas já encerradas apresentam uma cobertura final de solo compactado com pelo menos 60 cm de espessura? E uma camada de solo vegetal para plantio de gramíneas?			X
70) Foi efetuado um nivelamento final abaulado para evitar o acúmulo de água de chuva?			X
71) Utiliza-se uma camada de impermeabilização de fundo nas valas, com solo compactado, com espessura mínima de 60 cm?		X	
72) Utiliza-se nas valas sistema de drenagem do chorume?		X	
73) A drenagem dos gases está sendo feita corretamente com pneus velhos empilhados, tambores vazios ou tubos de		X	

PERGUNTAS	-1	0	+1
concreto			
perfurados, preenchidos com brita ou frascos vazios de PET?			
74) Os rejeitos são dispostos diariamente em uma parte definida da vala?			X
75) Os resíduos são compactados de forma manual ou mecanizados (trator esteira, pá carregadeira ou trator agrícola de pneus com lâmina frontal e rolo compactador de arraste)?			X
76) As valas são numeradas?			X
77) O período de utilização (início e fim) e as dimensões de cada vala estão registrados?			X
78) A vala de resíduos sépticos está isolada com cerca e há placa indicativa do seu conteúdo e das restrições de acesso a pessoas estranhas ao trabalho?			X
79) Têm acesso ao local apenas os coletores e funcionários da usina que receberam treinamento?			X
80) Quando do acesso à área do aterro, os funcionários fazem uso de EPIs?			X
81) Há utilização de fosso para os resíduos sépticos? O fosso é construído de alvenaria ou tubo de concreto, tendo o fundo argamassado com concreto magro, e tampa na parte superior? A tampa do fosso é mantida fechada?			X
82) No caso de utilização de valas para os sépticos, aterram-se os resíduos sem compactação?			X
83) As valas ou fossos sépticos são numerados com placas indicativas?			X
84) O período de utilização (início e fim) e as dimensões das valas de sépticos encerradas são registradas?			X
85) As valas sépticas encerradas são cobertas com uma camada de 60 cm de argila, e, no caso de fosso é vedado com concreto?			X
86) Há vala específica para animais mortos?			X
TOTAL	00	03	27

Avaliação quantitativa do questionário com relação à área comum

PERGUNTAS	-1	0	+1
87) Há vacinação de todos os operadores e coletores envolvidos na disposição final de RSS?			X
88) Os cartões de vacinas contra tétano, difteria, hepatites A e B e febre amarela estão atualizados?			X
89) Efetua-se manutenção periódica da cerca e das placas?			X
90) A área possui cerca viva para preservar a privacidade do trabalhador, além de evitar o acesso de animais e de pessoas não autorizadas na área da usina?			X
			X
91) Mantém a umidade dos solos?			X
92) A área possui árvores ornamentais, exceto perto do pátio de compostagem e da lagoa facultativa?			X
93) Plantam gramíneas sobre as valas encerradas?			X
94) Utilizam pneus na ornamentação das bordas dos canteiros e jardins?			X
95) As cercas vivas são plantadas em linhas com espaçamento de 10 cm entre as plantas?			X
96) O escritório da usina possui todos os equipamentos necessários (mesa, cadeira e armários)?			X

97) A cozinha da usina possui todos os equipamentos necessários (pia, fogão, geladeira, bebedouro/filtro, mesa e cadeiras para as refeições)?			X
98) Os banheiros são devidamente separados e identificados, como masculino e feminino? E possuem chuveiros, vasos, lavatórios, tanque, secador/varal e armários individuais para os funcionários?			X
99) Varrem e mantêm higienizada o escritório, a copa, a cozinha e os sanitários?			X
100) Lavam a cozinha e seus utensílios com detergente, e os sanitários com desinfetante, mantendo-os limpos e higienizados?			X
101) Verificam se os medicamentos de primeiros socorros estão adequados ao uso, em quantidade satisfatória e com validade correta?			X
102) Mantêm atualizados o estoque de saponáceos, detergentes, desinfetantes e outros?			X
104) Providenciam análises relativas à potabilidade da água utilizada para consumo dos funcionários, proveniente de poço ou de caminhão-pipa?			X
105) Detetizam-se e pintam-se os cômodo quando necessário?			X
106) Promovem e mantêm a urbanização da área?			X
TOTAL	00	00	19