

---

# MATRIZ DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS POR VARIÁVEIS- CHAVES NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

**Gabriel Massao Fugii**

Mestre em Tecnologia – UTFPR

[gabrielfugii@hotmail.com](mailto:gabrielfugii@hotmail.com)

**Sidarta Ruthes**

Doutorando do Programa Pós-Graduação em Tecnologia da UTFPR

Coordenador e pesquisador dos observatórios de prospecção da Federação das Indústrias do Estado do Paraná –

FIEP

[sidarta.lima@pr.senai.br](mailto:sidarta.lima@pr.senai.br)

**Christian Luiz da Silva**

Pós-doutor em Administração - USP

Professor do Programa de Doutorado em Tecnologia (PPGTE) e coordenador do mestrado profissional em

Planejamento e Governança Pública da UTFPR

## RESUMO

A proposta deste trabalho é apresentar uma matriz com as principais estratégias utilizadas na gestão de resíduos sólidos urbanos, enfatizando pontos que devem ser previamente analisados antes de uma eventual implantação, bem como a partir do atual modelo fazer as possíveis mudanças, racionalizando os custos e benefícios, facilitando a escolha de uma cadeia de resíduos mais apropriados para cada situação. O objetivo do desenvolvimento desta matriz é estruturar informações para a racionalização de custo e benefício de cada alternativa tecnológica para implantação de acordo com a realidade do município interessado. A hipótese é que a matriz com as ponderações de especialistas e passada pela leitura de um programa possa mostrar os principais pontos de ações que são fundamentais para a eficaz gestão de resíduos sólidos. O método de pesquisa é dedutiva e aplicada, utilizando o método de pesquisa bibliográfica com análise de conteúdo. Com relação aos objetivos a pesquisa é exploratória e explicativa. Os resultados de acordo com a matriz demonstram as relações direta e indireta entre 73 variáveis analisadas na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. A análise cruzada permitiu classificar as variáveis conforme a posição de influência, a dependência sobre o sistema, assim como a relação direta e indireta das mesmas. A variável tamanho populacional possui a maior influência direta e indireta e a variável coleta e transporte possui a maior dependência direta e indireta.

**Palavras-chaves:** Gestão de resíduos sólidos urbanos. Matriz de alternativas tecnológicas.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente os resíduos sólidos são um dos maiores desafios para os gestores a nível nacional, estadual e municipal (JACOBI, 2001). Porque segundo Jacobi e Besen (2011, p.

136) o “crescimento e a longevidade da população aliados à intensa urbanização e à expansão do consumo de novas tecnologias acarretam a produção de imensas quantidades de resíduos” e que representa riscos à saúde do ser humano, ao meio ambiente e aos cofres públicos (VIVEIROS, 2007; JACOBI, 2001). Para Mandarino (2002) a industrialização, o consumo e o lixo estão intimamente ligadas, pois toda a produção industrial visa o consumo que acaba gerando o descarte e conseqüentemente o lixo. Resíduos que tiveram um crescimento de 1,8%, do ano de 2010 para o de 2011 (ASSOCIAÇÃO..., 2011)

Assim a proposta deste trabalho é organizar uma matriz com as principais ações e pontos que estão ligadas diretamente com a gestão de resíduos sólidos e que analisados por um *software* (MICMAC), demonstrar as principais variáveis-chaves na gestão de resíduos sólidos. Assim poder compreender os principais pontos de ações para otimização da gestão. Possuindo o conhecimento dos pontos mais importantes para a gestão de resíduos sólidos urbanos, ficam explícitas as ações fundamentais como a capacitação de indivíduos, organizações, redes e regiões (LUNDVALL, 2001).

O artigo está organizado em 6 seções, incluindo esta introdução. A segunda seção discute a gestão de resíduos sólidos. A terceira seção trata da metodologia de pesquisa e a quarta aborda o desenvolvimento da pesquisa. A quinta seção apresenta os resultados da análise obtidos pela leitura do *software*. Por fim, apresentam-se as considerações finais.

## 2 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo Monteiro *et al.* (2001) a gestão dos resíduos sólidos não possui a atenção necessária por parte do poder público e conseqüentemente compromete cada vez mais a saúde da população e os recursos naturais principalmente o solo e os recursos hídricos. Com relação ao aumento de resíduos para Tabalipa e Fiori (2006 p. 24) “torna-se imperativo assegurar seu gerenciamento com o emprego das estratégias de gestão desses materiais”.

A Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos é representada por um conjunto de atitudes, como: comportamentos, procedimentos, propósitos, que apresentam como objetivo principal a eliminação dos impactos ambientais negativos, associados à produção e à destinação do resíduo (MARCHEZETTI, 2009). Sendo tratada pela Lei Federal nº. 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, esta lei agrupa conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal,

---

isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. Esta mesma lei define no Artigo 3º - parágrafo:

X - gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei.

XI - gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

Os resíduos sólidos são classificados conforme a sua periculosidade (NBR 10004/2004):

- Classe I – Perigosos: risco a saúde e ao meio ambiente em decorrências características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade dos resíduos
- Classe II – Não perigosos:
  - II A – não inertes: resíduos com características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, que não se enquadra na classe I;
  - II B – inertes: resíduos que não oferecem riscos à saúde e que não apresentam constituintes solúveis em água em concentrações superiores aos padrões de potabilidade.

Ribeiro e Morelli (2009, p. 27), subsidiados pela legislação em vigor, classificam a responsabilidade dos resíduos por tipo de classe (QUADRO 1). O maior volume, presente no domiciliar e comercial, é de responsabilidade das prefeituras e os demais tipos do gerador de resíduo.

#### QUADRO 1 – ORIGEM, POSSÍVEIS CLASSES E RESPONSÁVEIS PELA GERAÇÃO DOS DIVERSOS TIPOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS

ORIGEM	POSSÍVEIS CLASSES	RESPONSÁVEL
Domiciliar	II-A; II-B	Prefeitura
Comercial	II-A; II-B	Prefeitura
Industrial	I; II-A; II-B	Gerador de resíduo
Público	II-A; II-B	Prefeitura
Serviços de saúde	I; II-A; II-B	Gerador de resíduo
Portos, aeroportos e ferrovias	I; II-A; II-B	Gerador de resíduo
Agrícola	I; II-A; II-B	Gerador de resíduo
Construção	II-B	Gerador de resíduo

Fonte: Ribeiro e Morelli (2009, p. 27); Grippi (2006, p. 29)

## 2.1 GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A combinação mais comum de tecnologias utilizada no acoplamento do sistema integrado municipal de resíduos é observada na figura 1. São nove estratégias de possibilidades para o gerenciamento de resíduos. Na primeira estratégia, o Resíduo Sólido Urbano (RSU) é direcionado para um misto de usinas de reciclagem e posterior combustão e deposição das cinzas no aterro sanitário. Na segunda estratégia o RSU é destinado para um lugar de preparação para obtenção de energia a partir de resíduos e deste processo é separado os metais. Posteriormente uma parte dos resíduos é enviada para o aterro sanitário e a outra sofre combustão, com a deposição das cinzas no aterro sanitário. Na estratégia número três, o RSU são depositado no aterro sanitário e os resíduos de jardim são encaminhados para instalações de compostagem. O que não gera composto é encaminhado para o aterro sanitário.

Na estratégia quatro, o RSU são depositados no aterro sanitário e os recicláveis são encaminhados para usinas de reciclagem e tudo aquilo que não é reciclado é depositado no aterro sanitário. Na quinta estratégia o RSU sofre combustão e suas cinzas são depositadas no aterro sanitário e os recicláveis são separados e posteriormente depositados no aterro sanitário. Na estratégia seis, o RSU sofre a estratégia número um e os recicláveis são selecionados e posteriormente encaminhados para o aterro sanitário. Na estratégia sete, são encaminhados para um lugar de preparação para obtenção de energia a partir de resíduos, seguido para uma usina de composto de energia derivada de resíduos, o que gera compostagem e o que resta é destinado ao aterro sanitário. Os recicláveis são encaminhados para usinas de reciclagem e posterior deposição em aterro sanitário. Na estratégia 8, os RSU são depositados no aterro sanitário, os recicláveis são separados e posteriormente encaminhados para o aterro e os resíduos de jardim são encaminhados para usina de compostagem gerando composto. Na nona e última estratégia, o RSU sofre combustão e posterior deposição das cinzas no aterro, os recicláveis são separados e a sobra é destinada para o aterro e os resíduos de jardim são levados para usinas de compostagem gerando como produto final o composto.

FIGURA 1 - DIAGRAMA DE FLUXO PARA ESTRATÉGIAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (continua)

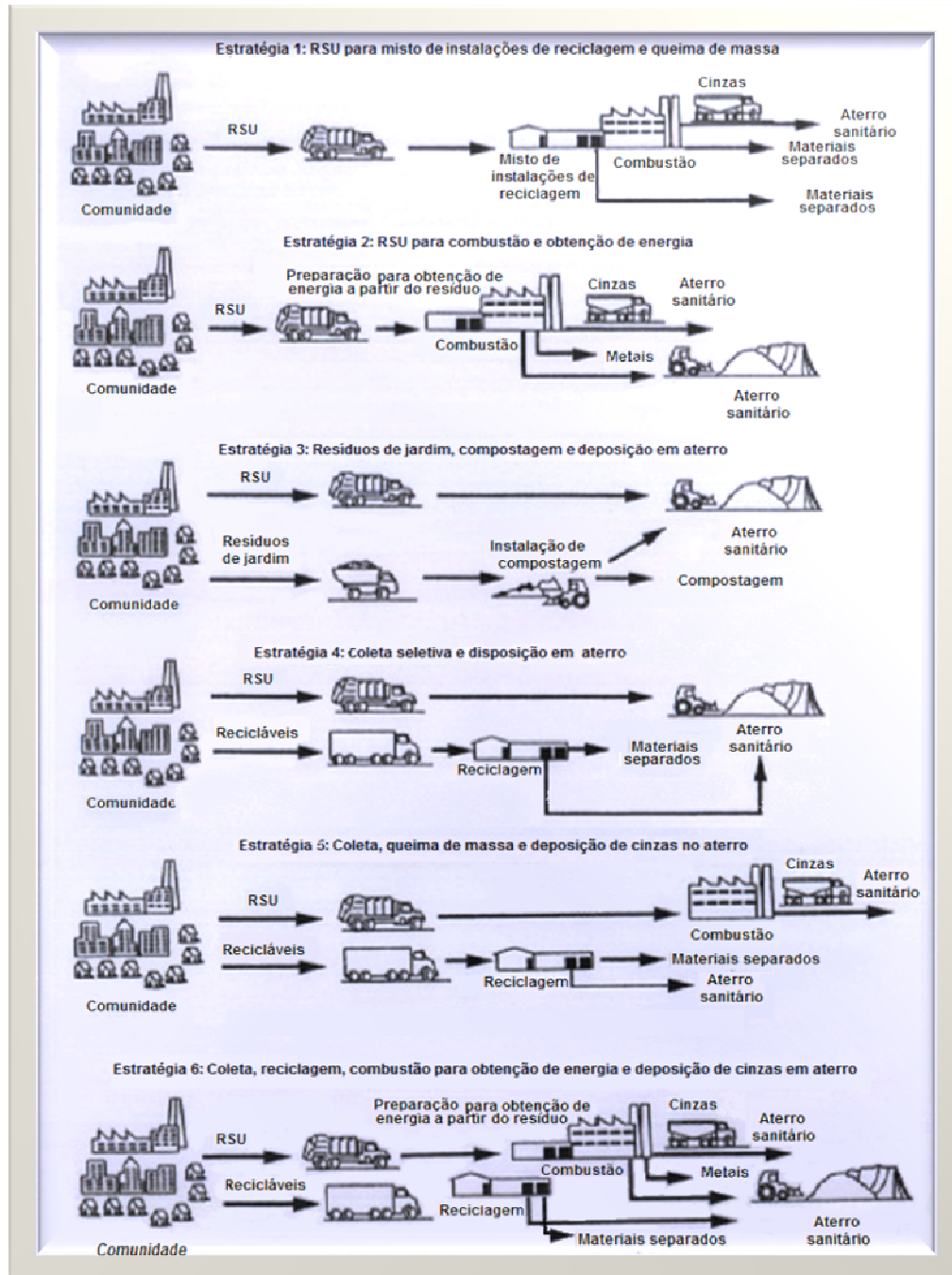
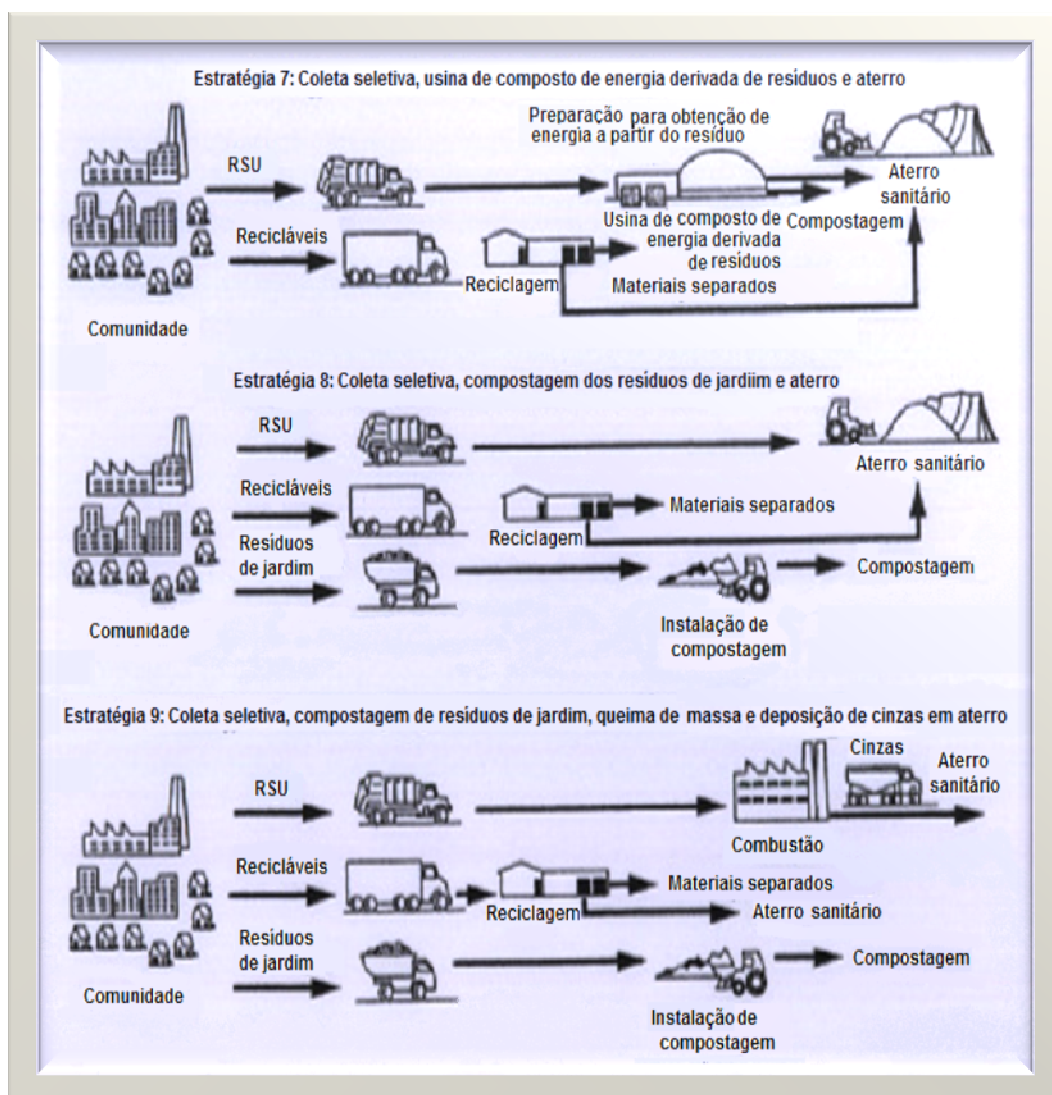


FIGURA 1 - DIAGRAMA DE FLUXO PARA ESTRATÉGIAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (conclusão)



FONTE: Adaptado de Tchobanoglous e Kreith (2002)

Sendo a prefeitura a responsável pelo gerenciamento dos resíduos, cabe a ela executar as devidas ações para assegurar o melhor tratamento nas etapas de gerenciamento focando o menor impacto seja ele econômico, social ou ambiental. Para tanto é apresentado uma matriz com ponderações que mostra as principais variáveis-chaves que são fundamentais no desenvolvimento da gestão de resíduos sólidos.

---

### 3 METODOLOGIA

O método de pesquisa é dedutivo, por partir de um referencial teórico para as definições das alternativas tecnológicas por elemento de gestão da cadeia; aplicada, por explicitar as alternativas para a gestão de resíduos sólidos urbanos. Com relação aos objetivos a pesquisa é exploratória e explicativa. É utilizado o método de pesquisa bibliográfica com análise de conteúdo.

Para a pesquisa bibliográfica foi utilizado do o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do Instituto Brasileiro de Administração Municipal (MONTEIRO et al, 2001), Planos de Gestão de Resíduos Sólidos: manual de Orientação (Ministério do Meio Ambiente, 2012), o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (ABRELPE, 2011), *Planning Tools and Procedures for Rational Municipal Solid Wastes Management* (ECONOMOPOULOS, 2012), *Handbook of Solid Waste Management* (TCHOBANOGLIOUS & KREITH, 2012), Política Nacional de Resíduos Sólidos, além dos trabalhos de Jacobi e Besen (2011), Mandarin (2002), Grippi (2006) entre outros.

As estratégias para gestão de resíduos sólidos urbanos trabalhados foram o acondicionamento, a coleta, o transporte, o tratamento e a destinação final. Para análise de interdependência das variáveis e relevância no processo decisório utilizou-se o método prospectivo MICMAC<sup>©</sup> - Matriz de Impactos Cruzados de Multiplicação Aplicada a uma Classificação (GODET, 1993).

#### 3.1 MICMAC<sup>©</sup>

O método MICMAC<sup>©</sup> é uma ferramenta de estruturação de ideias. Com base na análise estrutural, a qual possibilita descrever um sistema com a ajuda de uma matriz quadrada, onde são realizadas relações com todos os seus elementos constitutivos. Assim o método permite evidenciar as principais variáveis que impactam e que podem influenciar na evolução do sistema (GODET, 2001).

A Prospectiva Estratégica é composta por diversas ferramentas e podem ser utilizadas em uma sequência ou de forma isolada. Com a utilização das ferramentas mais pertinentes para cada caso. É importante desenvolver um processo de prospectiva coerente com os recursos disponíveis, o pessoal qualificado e tempo para obtenção dos primeiros resultados.

#### 4 DESENVOLVIMENTO

A análise estrutural foi realizada pelos autores do artigo. Para validação dos resultados, a análise estrutural deve ser realizada por um grupo de atores e especialistas. As etapas da análise estrutural são: (I) recenseamento das variáveis; (II) descrição das relações entre variáveis; e, (III) identificação das variáveis-chave. O método pode ser utilizado somente como ajuda à reflexão e a tomada de decisão, ou integrado em uma gestão prospectiva mais completa como, por exemplo, cenários (GODET, 2004).

A matriz com as informações pertinentes as estratégias foi obtida a partir do levantamento bibliográfico. Após leitura e análise de conteúdo foi construído um quadro com as estratégias utilizadas na gestão de resíduos sólidos e os pontos fundamentais para sua estruturação, manutenção e eficácia, focadas principalmente no desenvolvimento local.

O quadro 2 toma como base a estratégia e proposição de racionalização de Tchobanoglous e Kreith (2002) e Economopoulos (2012) e parte-se do conceito da gestão integrada de resíduos sólidos urbanos, que pode ser definida como a seleção e aplicação de técnicas, tecnologias e programas de gestão adequados, que busquem específicos objetivos e metas. Cada etapa da cadeia, portanto, tem um conjunto de fatores que influenciam a decisão estratégica das alternativas tecnológicas adotadas na gestão de cada elo da cadeia. O primeiro ponto da cadeia, contudo, é delimitador do restante porque depende da educação ambiental estabelecida para o processo de acondicionamento que será a matéria-prima inicial de toda a cadeia. A partir disso, é possível estabelecer alternativas e escolhas, mas a própria condição e compreensão da sociedade é um fator preponderante do processo decisório seguinte nos demais elos da cadeia.

QUADRO 2 – ETAPAS, FATORES E ESTRATÉGIAS DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

ETAPAS DA CADEIA	FATORES QUE INFLUENCIAM A DECISÃO ESTRATÉGICA	ESTRATÉGIAS POSSÍVEIS
Acondicionamento	População; Dia; Horário; Sanitariamente adequado; Local de disposição; Recipiente adequado; Tipo e quantidade de resíduos.	Educação ambiental para melhor alternativa de acondicionamento conforme estratégia utilização para coleta e disposição
Coleta e Transporte	População; Dia, Horário e Frequência; Armazenamento; Itinerário; Guarnição de coleta; Tipo de coleta, varrição e remoção; Ferramentas e utensílios de coleta e transporte; Modalidade de transporte; Tipos de veículos automotores; Tipos de estação de transferência; Trânsito; Acessibilidade.	Ponto de coleta Casa a casa Caminhões (Público ou terceirizado) Carrinheiros
Tratamento	População; Partes de entrega voluntária; Cooperativas; Instalações/áreas; Tipo de Incineração e de Compostagem; Reciclagem Tecnologias; Conhecimento; Manutenção; Licenciamento Ambiental; Tratamento de resíduos domésticos especiais e de fontes especiais.	Usina de incineração Compostagem Reciclagem
Destinação final	Área do aterro; Local, Vida útil; Capacidade diária de lixo; Biogás; Tipo de aterro; Licenciamento ambiental; Distância; Acessibilidade; Pavimentação; Manutenção; Normas técnicas; Legislação ambiental; Monitoramento ambiental, geotécnico e topológico; Drenagem gases e chorume; Tratamento do chorume; Controle dos resíduos Procedimentos operacionais; Equipamentos Mão de obra especializada; Disposição de resíduos domiciliares especiais.	Geração de energia Disposição em aterros

Fonte: Monteiro et al. (2001); Mesquita Junior et al. (2007); Associação..., (2011); Viveiros, (2007).

A partir destas alternativas indicou-se o que são variáveis exógenas e endógenas desse processo decisório e variáveis influenciam e são dependentes neste processo. Este estudo, a partir da análise prospectiva, permitiu referenciar as variáveis chaves do processo decisório e as alternativas inerentes deste processo.

## 5 RESULTADOS

Os resíduos sólidos urbanos para auxiliar na escolha ou complementação de suas atuais gestões. A matriz traz informações pertinentes às alternativas tecnológicas utilizadas atualmente nas principais cidades brasileiras. A escolha da tecnologia a ser adotada leva em consideração a disponibilidade orçamentária do município, sendo que quanto maior for o

nível de automatização e sofisticação dos equipamentos, maiores serão os investimentos iniciais e as despesas com a manutenção da unidade (MONTEIRO *et al.*, 2001). O conhecimento prévio do atual modelo de gestão de resíduos sólidos do município associado com os conhecimentos pertinentes de cada estratégia pode diminuir os custos de transição de um modelo para outro, facilitando sua estruturação ou adaptação, reestruturação dos atuais modelos, assim viabilizando tecnologias aparentemente distantes.

A utilização de todos os pontos ou de sua maioria não garante o sucesso ou a melhor forma de gerir os resíduos sólidos. Bem como a não utilização de todos esses pontos pode alcançar bons resultados, mas são fundamentais para a otimização da gestão de resíduos sólidos. A adoção de uma tecnologia não engloba apenas o conhecimento da operacionalização dos objetos tecnológicos, necessita também de indivíduos no tecido urbano que sejam capazes de dar suporte e manutenção a estes objetos. Também existe a necessidade dos indivíduos que estão operando e ou participando da cadeia de gestão ter o conhecimento da ação que fazem bem como da importância econômica, social e ambiental que desenvolvem perante a sociedade.

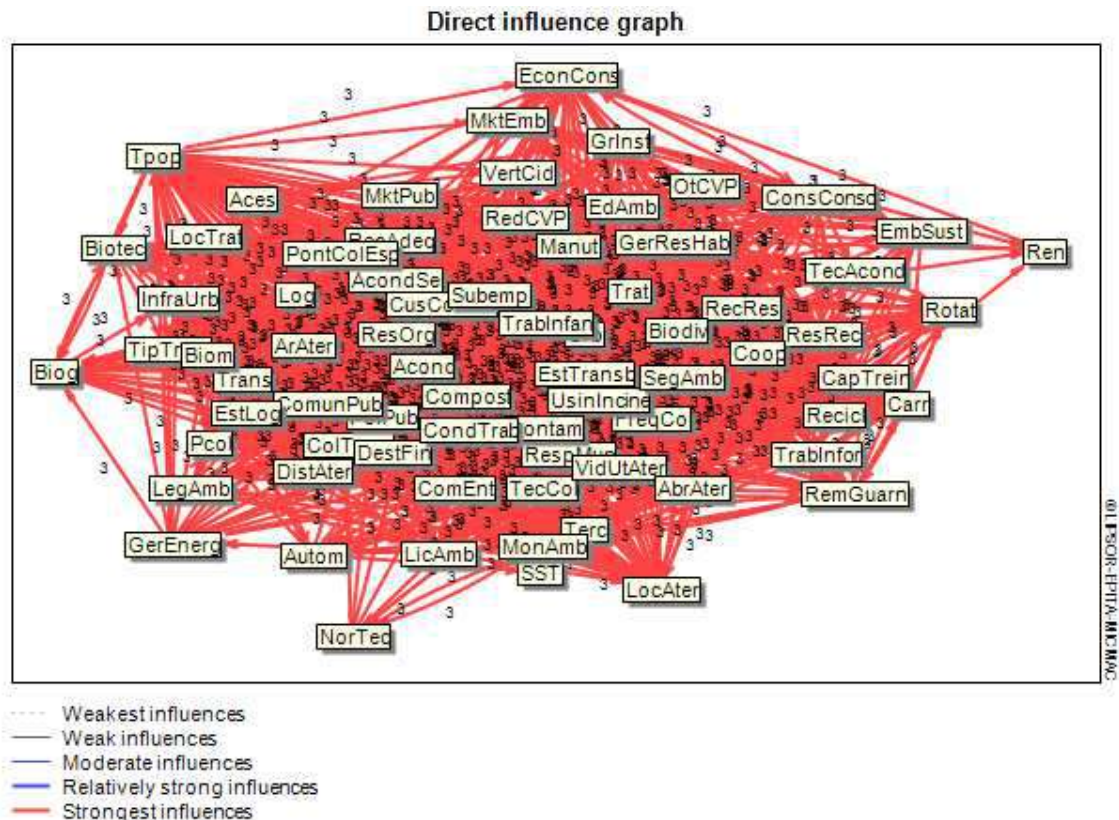
Todos estes pontos atrelados a confiança, a cooperação fortalecem o sucesso da gestão de resíduos sólidos favorecendo o desenvolvimento local. Desta forma, como resultado foi gerado uma matriz com os conhecimentos necessários para utilização destas estratégias. Observa-se uma grande quantidade de peculiaridades sobre a destinação final de resíduos comparado com as outras estratégias que fazem parte da gestão integrada de resíduos, que são descritas a seguir.

## 5.1 SISTEMA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Analisar um sistema complexo como o de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) torna-se uma atividade muito difícil devido às diversas variáveis que compõem o mesmo. Existem muitas relações de causa e efeito num sistema como este, com relações de influência e dependência diretas entre variáveis, além das relações indiretas que muitas vezes não são evidentes sem uma análise mais profunda e com auxílio de técnicas e métodos consistentes de análise.

O sistema RSU foi analisado à luz da reflexão sobre 73 variáveis pré-identificadas como significativas para o mesmo. A Figura 2 exemplifica a complexidade do sistema estudado, apresentando as relações diretas entre as 73 variáveis analisadas.

FIGURA 2 – RELAÇÃO DE INFLUÊNCIA DIRETA ENTRE AS VARIÁVEIS DO SISTEMA DE RSU



Fonte: Os autores.

O método de análise cruzada de variáveis permite classificar as mesmas de acordo com sua posição de influência e dependência sobre o sistema, bem como segundo a relação direta e indireta das mesmas. Na Tabela 1 encontram-se as 15 principais variáveis mais significativas para cada tipo de relação no sistema.

TABELA 1 – RANKING DAS VARIÁVEIS POR TIPO DE RELAÇÃO NO SISTEMA

Ranking	Variável	ID	Variável	DD	Variável	II	Variável	DI
1	Tpop <sup>1</sup>	258	ColTrans <sup>16</sup>	270	Tpop <sup>1</sup>	252	ColTrans <sup>16</sup>	267
2	RespMun <sup>2</sup>	245	CusColHab <sup>17</sup>	255	RespMun <sup>2</sup>	242	RespMun <sup>2</sup>	239
3	InfraUrb <sup>3</sup>	222	RespMun <sup>2</sup>	229	InfraUrb <sup>3</sup>	233	CusColHab <sup>17</sup>	239
4	Recicl <sup>4</sup>	222	FreqCol <sup>18</sup>	225	EstLog <sup>6</sup>	218	PolPub <sup>8</sup>	225
5	Contam <sup>5</sup>	215	Trat <sup>9</sup>	217	Contam <sup>5</sup>	216	FreqCol <sup>18</sup>	225
6	EstLog <sup>6</sup>	214	PolPub <sup>8</sup>	215	DestFin <sup>7</sup>	216	Trat <sup>9</sup>	213
7	DestFin <sup>7</sup>	210	Contam <sup>5</sup>	209	Recicl <sup>4</sup>	209	CondTrab <sup>19</sup>	207
8	PolPub <sup>8</sup>	202	EstLog <sup>6</sup>	204	SegAmb <sup>10</sup>	206	EstLog <sup>6</sup>	206
9	Trat <sup>9</sup>	202	CondTrab <sup>19</sup>	202	ComEnt <sup>13</sup>	201	Contam <sup>5</sup>	203
10	Segmb <sup>10</sup>	202	ResRec <sup>20</sup>	200	AbrAter <sup>15</sup>	200	EstTransb <sup>21</sup>	200
11	GerResHab <sup>11</sup>	200	EstTransb <sup>21</sup>	197	PolPub <sup>8</sup>	199	ResRec <sup>20</sup>	198
12	Urb <sup>12</sup>	199	ComEnt <sup>13</sup>	197	Urb <sup>12</sup>	199	ComEnt <sup>13</sup>	195
13	ComEnt <sup>13</sup>	195	RecRes <sup>22</sup>	195	Trat <sup>9</sup>	199	Recicl <sup>4</sup>	188
14	Compost <sup>14</sup>	187	Recicl <sup>4</sup>	195	ArAter <sup>24</sup>	194	RecRes <sup>22</sup>	188
15	AbrAter <sup>15</sup>	187	ResOrg <sup>23</sup>	182	VidUtAter <sup>25</sup>	191	RecAdeq <sup>26</sup>	182

Nota: (ID) Influência Direta; (DD) Dependência Direta; (II) Influência Indireta; (DI) Dependência Indireta.

Fonte: Os autores.

<sup>1</sup>Tamanho Populacional, <sup>2</sup> Responsabilidade Municipal, <sup>3</sup> Infraestrutura Urbana, <sup>4</sup> Reciclagem, <sup>5</sup> Contaminação, <sup>6</sup> Estratégia de Logística, <sup>7</sup> Destinação Final, <sup>8</sup> Políticas Públicas, <sup>9</sup> Tratamento, <sup>10</sup> Segurança Ambiental, <sup>11</sup> Geraçãp de Resíduos por Habitante, <sup>12</sup> Urbanismo, <sup>13</sup> Comunidade de Entorno, <sup>14</sup> Compostagem, <sup>15</sup> Abrangência do Aterro, <sup>16</sup> Coleta e Transporte, <sup>17</sup> Custo de Coleta por Habitante, <sup>18</sup> Frequência de Coleta, <sup>19</sup> Condições de Trabalho, <sup>20</sup> Resíduo Reciclável, <sup>21</sup> Estação de Transbordo, <sup>22</sup> Receita do Resíduo, <sup>23</sup> Resíduo Orgânico, <sup>24</sup> Área do Aterro, <sup>25</sup> Vida Útil do Aterro, <sup>26</sup> Recipiente Adequado.

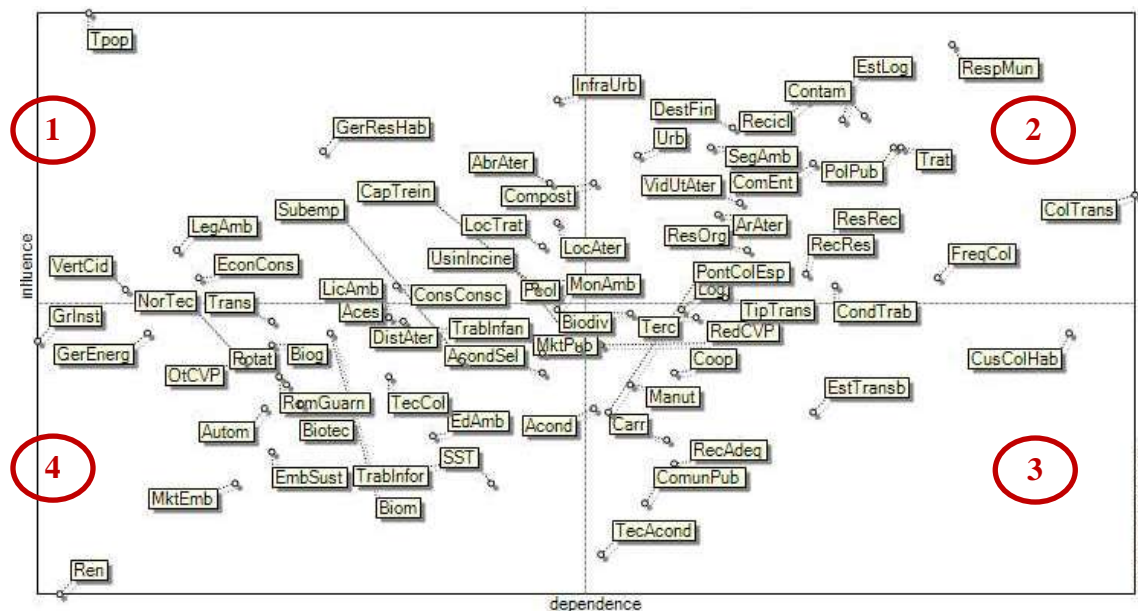
O diagrama da Figura 3 fornece como resultado o agrupamento e classificação das variáveis investigadas de acordo com a relação de influência e dependência das mesmas. No quadrante 1 encontra-se variáveis muito influentes e pouco dependentes – são as variáveis explicativas que condicionam o resto do sistema, por exemplo, as variáveis Tamanho da População (Tpop), Geração de Resíduos por Habitantes (GerResHab) e Legislação Ambiental (LegAmb), as quais possuem forte influência no sistema de RSU e são pouco dependentes das demais variáveis do sistema.

O quadrante 2 possui variáveis muito influentes e muito dependentes – são variáveis de natureza instável, que podem modificar o sistema e ser modificadas pelo mesmo, qualquer ação sobre estas variáveis terá repercussões sobre as outras e um efeito regresso para elas mesmas, geralmente neste setor encontram-se os desafios do sistema.

No quadrante 3, tem-se variáveis pouco influentes e muito dependentes – são fatores de resultados, cuja evolução explica-se pelas variáveis dos quadrantes 1 e 2. Como exemplo, destacam-se as variáveis Custo da Coleta por Habitante (CusColHab), Estratégia de Transbordo (EstTransb), Cooperativas de Coleta de Resíduos (Coop), Carrinheiros (Carr) e

Recipientes Adequados para Coleta Seletiva (RecAdeq) – todas variáveis muito dependentes das demais variáveis analisadas.

FIGURA 3 – RELAÇÃO DE INFLUÊNCIA DIRETA ENTRE AS VARIÁVEIS DO SISTEMA DE RSU



Fonte: Os autores.

Por último, no quadrante 4 estão localizadas as variáveis pouco influentes e pouco dependentes– estas variáveis constituem tendências ou fatores relativamente desligados do sistema com o qual têm apenas poucas ligações; devido ao seu desenvolvimento relativamente autônomo, não constituem causas determinantes do futuro do sistema, podendo ser excluída.

## 5.2 GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Com relações as macro ações feitas no interior da gestão de resíduos: Coleta e Transporte, Tratamento, Reciclagem, Compostagem e Destinação Final encontram-se no quadrante dois da figura 3. São muito influentes e muito dependentes – são variáveis de natureza instável, que podem modificar o sistema e ser modificadas, qualquer ação sobre estas variáveis terá repercussões sobre as outras e um efeito regresso para elas mesmas, e que geralmente são os desafios do sistema. O acondicionamento encontra-se no quadrante 3, sendo pouco influente e muito dependente. Com relação as fontes de aproveitamento

energético, elas estão localizadas no quadrante 4, pouco influente e pouco dependente porém constituem tendências.

## 6 CONCLUSÕES

A questão de resíduos sólidos é complexa e uma questão multidisciplinar, por envolver temas e possibilidades diversas de otimização e racionalização da cadeia de resíduos. Apesar de ser tratada com um problema apenas de disposição e prestação de serviço pelas prefeituras municipais o estudo em questão possibilitou mostrar o conjunto de variáveis dependentes e independentes que influenciam o processo de tomada de decisão da gestão de resíduos municipais. Muitos destes fatores são controláveis pelas administrações municipais o que desperta ainda mais o interesse pela política pública local para o desenvolvimento desta atividade.

Ao tratar a questão dos resíduos como uma política nacional, retratada pela Lei 12305 de 2010, ressaltou-se as possibilidades de transformar problemas em oportunidades ou de responsabilizar os agentes pela má gestão dos resíduos. Os resultados desta pesquisa exploratória mostram como há uma forte dependência da ação dos agentes envolvidos com a efetividade da política e gestão de resíduos municipais, comprometendo ainda mais a administração municipal com a busca de alternativas para o desenvolvimento local.

Cabe destacar que os resultados foram gerados partir das ponderações dos autores e serve como um primeiro teste para a funcionalidade do método. As próximas etapas desta pesquisa é o agrupamentos de algumas variáveis por estruturação da cadeia de resíduos e posterior validação com especialistas e gestores na área de resíduos sólidos urbanos.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2011**. Disponível em: <[http://www.abrelpe.org.br/panorama\\_envio.cfm?ano=2011](http://www.abrelpe.org.br/panorama_envio.cfm?ano=2011)>. Acesso em: jun. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. DOU de 3/8/2010.

---

ECONOMOPOULOS, A. P. Planning Tools and Procedures for Rational Municipal Solid Wastes Management. In: KARAGIANNIDIS, A. K. **Waste to Energy: opportunities and Challenges for developing and transition economies**. London: Springer, 2012.

GODET, M. **Manual de Prospectiva Estratégica**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1993.

GODET, M. **Manuel de prospective stratégique: tome 1 – une indisciplinée intellectuelle**. 2. ed. Paris: Dunod, 2001.

GODET, M. **Manuel de prospective stratégique: tome 2 – l’art et la méthode**. 2. ed. Paris: Dunod, 2004.

GRIPPI, S. **Lixo: reciclagem e sua história – guia para as prefeituras brasileiras**. 2ª. edição. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

JACOBI, P. R. Meio ambiente urbano e sustentabilidade: alguns elementos para a reflexão. In CAVALCANTI, C. (org.). **Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas**. São Paulo: Cortez, 2001.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**. v. 25 n. 71 São Paulo Jan./Apr. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v25n71/10.pdf>>. Acesso em: 05 mai. 2012.

LUNDEVALL, B.A. Tecnologia e Conhecimento na Nova Economia: Políticas de Inovação na Economia do Aprendizado. **Parcerias Estratégicas**. n.10 Brasília: [Ministério da Ciência e Tecnologia Centro de Estudos Estratégicos] . Mar. 2001.

MANDARINO, A. S. B. Produção Crescente de Resíduos Sólidos: pode ser sustentável esse processo? In: THEODORO, Suzi. H. (org.). **Conflitos e Uso Sustentável dos Recursos Naturais**. Rio de Janeiro : Garamond, 2002.

MARCHEZETTI, Ana L. **Avaliação de alternativas tecnológicas para o tratamento de resíduos sólidos domiciliares pela aplicação do método ahp: estudo de caso da região metropolitana de Curitiba**. 2009. 175 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009. Disponível em: <[http://www.ppgerha.ufpr.br/dissertacoes/files/157-na\\_Lucia\\_Marchezetti.pdf](http://www.ppgerha.ufpr.br/dissertacoes/files/157-na_Lucia_Marchezetti.pdf)>. Acesso em: 17 jun. 2012.

MESQUITA JÚNIOR, José de M. **Gestão integrada de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação**. Brasília, 2012.

MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro : IBAM, 2001. Disponível em:<<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2012.

RIBEIRO, D. V.; MORELLI, M. R. **Resíduos sólidos: problema ou oportunidade?** Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

TABALIPA, N. L.; FIORI, A. P. **Caracterização e classificação dos resíduos sólidos urbano do município de Pato Branco, PR.** Disponível em: <[http://www.rbciamb.com.br/images/online/04\\_artigo\\_3\\_artigos89.pdf](http://www.rbciamb.com.br/images/online/04_artigo_3_artigos89.pdf)>. Acesso em: mai. 2012.

TCHOBANOGLIOUS, G., KREITH, F. **Handbook of Solid Waste Management.** 2 ed. New York. NY: McGRAW-HILL, 2002.

VIVEIROS, M. V. **Coleta seletiva solidária: desafios no caminho da retórica à prática sustentável.** São Paulo, Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – USP, 2007. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/90/90131/tde-03022007-100057/pt-br.php> >. Acesso em: jun. 2012.