



III-083 - AVALIAÇÃO DOS SERVIÇOS DE COLETA E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PRESTADOS EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE DO ESTADO DE GOIÁS

Fabrizio Sousa Gomes ⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Goiás. Especialista em Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólido e Líquido pela Universidade Federal de Goiás

Nei Lamboglia

Engenheiro Civil pela Universidade de Uberaba. Especialista em Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólido e Líquido pela Universidade Federal de Goiás.

Simone Costa Pfeiffer

Engenheira geóloga. Doutora em Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo. Professora adjunto da Universidade Federal de Goiás.

Eraldo Henriques de Carvalho

Engenheiro civil. Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo. Professor associado da Universidade Federal de Goiás.

Endereço ⁽¹⁾: Av. Tocantins, nº 207, Setor Central, Goiânia – GO, CEP: 74015-010 – Brasil – tel.: (62) 9932-2307 – e-mail: fabriciogomes7@gmail.com

RESUMO

As municipalidades, em especial as de pequeno e médio porte, têm-se deparado com muitas barreiras no que diz respeito à gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos. Desta constatação, surge a necessidade de buscar indicadores que possibilitem diagnosticar os serviços de limpeza urbana nesses municípios. Nesta pesquisa, efetuada em nove municípios do Estado de Goiás com população variando de 30 mil a 163 mil habitantes, foram abordados, em uma primeira fase, aspectos gerais de operacionalização e de custos dos sistemas de limpeza pública por meio de um minucioso levantamento de dados, com o intuito de obter dados suficientemente representativos para a elaboração do diagnóstico de cada municipalidade. De posse destas informações passou-se à fase de organização do banco de dados a fim de facilitar a visualização das informações e a elaboração de um diagnóstico de cada município. Nesta fase, foram calculados três indicadores gerais (habitante/ajudante de coleta, habitante/veículo coletor e equivalente populacional ou *per capita*), dois indicadores operacionais (cobertura de coleta e toneladas/ajudante/dia) e dois indicadores de custo (custo/pessoa atendida e custo/tonelada coletada). Estes cálculos foram efetuados com base nas informações obtidas junto à prefeitura e a empreiteira. O oitavo indicador calculado foi o Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos - IQR - utilizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Com esse diagnóstico dos municípios, através dos indicadores, foi possível avaliar o desempenho dos sistemas de coleta e destinação final dos resíduos sólidos urbanos, além de ajudar no equacionamento dos problemas detectados.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos Urbanos, Gerenciamento de Resíduos, Indicadores de Serviços de Limpeza Pública.

INTRODUÇÃO

O Estado de Goiás possui uma população estimada de 5.926.300 habitantes distribuídos em 246 municípios (IBGE, 2010) sendo que, destes, 89% residem nas áreas urbanas onde são coletadas, diariamente, cerca de 5.000 toneladas de resíduos. Segundo caracterização do IBGE, 238 destes municípios são de pequeno porte e sete são de médio porte.

A Limpeza urbana envolve aspectos de saúde pública, de conservação de bens públicos, de qualidade de vida, de meio ambiente, dentre outros. Segundo o artigo 197 da Constituição Federal (BRASIL 1988), são de relevância pública as ações e serviços de saúde, cabendo ao poder público dispor, nos termos da lei, sobre sua



regulamentação, fiscalização e controle, devendo sua execução ser feita diretamente ou através de terceiros e, também, por pessoa física ou jurídica de direito privado.

Diante de tantas variáveis a serem consideradas, da complexidade advinda do fator desempenho dos serviços de gerenciamento de limpeza pública e da essencialidade destes serviços, torna-se fundamental a elaboração de planos de avaliação periódicos. Indicadores, índices e subíndices são considerados ferramentas eficientes no processo de avaliação de desempenho dos sistemas de limpeza pública e, além de ajudar no equacionamento dos problemas relacionados à limpeza urbana, também são importantes para ponderar a qualidade ambiental e social dos municípios (RIBEIRO, 1999).

Apesar da importância da avaliação periódica de desempenho dos sistemas de limpeza pública, através dos indicadores, não há no estado de Goiás tal procedimento. Fica, portanto, evidenciado a importância de trabalhos referentes a esse assunto já empregado em outros estados.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento da pesquisa, foram selecionados nove municípios do interior do Estado de Goiás. Esta seleção foi feita considerando-se o porte dos municípios e a disponibilidade de informações.

Após a prévia seleção dos municípios, efetuou-se contato com cada uma das administrações responsáveis pelos serviços de coleta e destinação final, as quais contribuíram de forma efetiva para o apropriado andamento do processo de coleta de dados, o que viabilizou o trabalho. Esta pesquisa de campo visou dirimir dúvidas, obter informações e ampliar os conhecimentos. A pesquisa foi levada a efeito através do levantamento de campo onde foi efetuada a observação dos locais de disposição final e do serviço de coleta dos resíduos sólidos urbanos, com registro fotográfico de cada uma dessas etapas. As informações foram obtidas através de editais e contratos de serviço.

Objetivando maior representatividade dos resultados da pesquisa, os municípios acompanhados foram agrupados em relação à variação populacional, conforme classificação do IBGE (2007) – Tabela 1, e avaliados através de 08 indicadores sendo: três indicadores gerais (habitante/ajudante de coleta, habitante/veículo coletor e *per capita* – resíduos sólidos urbanos), dois indicadores operacionais (cobertura de coleta e toneladas/ajudante/dia), dois indicadores de custo (custo/pessoa atendida e custo/tonelada coletada) e o IQR - Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos proposto pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2004).

Tabela1. Classificação populacional

PORTE DA CIDADE	POPULAÇÃO (HABITANTES)
Pequena	500 a 100.000
Média	100.001 a 500.000
Grande	acima de 500.000
Metrópole	acima de 1.000.000
Megacidade	acima de 10.000.000

Fonte: IBGE, 2007.

Para a avaliação dos indicadores foi utilizado como referência o estudo efetuado pelo Centro Panamericano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente (CEPIS, 2002) e dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2009). O estudo do CEPIS estabelece alguns parâmetros de normatização para a avaliação dos indicadores, como por exemplo: caminhão compactador de 14 m³, dois turnos por dia, 4,8 viagens por veículo por dia, 3 ajudantes por veículo e 95% de cobertura dos serviços.

Para efeito do cálculo do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos – IQR, no intuito de homogeneizar tanto a coleta de dados quanto a apresentação dos resultados, foram obtidas informações por meio da aplicação de um questionário padronizado e proposto pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 1997). Este questionário (Figura 1) é constituído por três partes relacionadas às características locais, à infraestrutura implantada e às condições operacionais.

Com os dados obtidos foram geradas planilhas em MSExcel e os valores calculados foram sistematizados e incorporados ao banco de dados.

ÍTEM	SUB-ÍTEM	AValiaÇÃO	PESO	PONTOS
1	CAPACIDADE DE SUPORTE DO SOLO	ADEQUADA	5	
		INADEQUADA	0	
	PROXIMIDADE DE NÚCLEOS HABITACIONAIS	LONGE>500m	5	
		PRÓXIMO	0	
	PROXIMIDADE DE CORPOS DE ÁGUA	LONGE>200m	3	
		PRÓXIMO	0	
	PROFUNDIDADE DO LENÇOL FREÁTICO	MAIOR 3m	4	
		DE 1 A 3m	2	
		DE 0 A 1m	0	
	PERMEABILIDADE DO SOLO	BAIXA	5	
		MÉDIA	2	
		ALTA	0	
	DISPONIBILIDADE DE MATERIAL PARA RECOBRIMENTO	SUFICIENTE	4	
		INSUFICIENTE	2	
		NENHUMA	0	
	QUALIDADE DO MATERIAL PARA RECOBRIMENTO	BOA	2	
		RUIM	0	
	CONDIÇÕES DE SISTEMA VIÁRIO, TRÂNSITO E ACESSO	BOAS	3	
		REGULARES	2	
		RUIAS	0	
ISOLAMENTO VISUAL DA VIZINHANÇA	BOM	4		
	RUIM	0		
LEGALIDADE DE LOCALIZAÇÃO	LOCAL PERMITIDO	5		
	LOCAL PROIBIDO	0		
SUBTOTAL MÁXIMO			40	
2	CERCAMENTO DA ÁREA	SIM	2	
		NÃO	0	
	PORTARIA/GUARITA	SIM	2	
		NÃO	0	
	IMPERMEABILIZAÇÃO DA BASE DO ATERRO	SIM/DESNECES.	5	
		NÃO	0	
	DRENAGEM DE CHORUME	SUFICIENTE	5	
		INSUFICIENTE	1	
		INEXISTENTE	0	
	DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS DEFINITIVA	SUFICIENTE	4	
		INSUFICIENTE	2	
		INEXISTENTE	0	
	DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS PROVISÓRIAS	SUFICIENTE	2	
		INSUFICIENTE	1	
		INEXISTENTE	0	
	TRATOR DE ESTEIRAS OU COMPATÍVE	PERMANENTE	5	
		PERIÓDICAMENTE	2	
		INEXISTENTE	0	
	OUTROS EQUIPAMENTOS	SIM	1	
		NÃO	0	
SISTEMA DE TRATAMENTO DE CHORUME	SUFICIENTE	5		
	INSUF./INEXIST.	0		
ACESSO À FRENTE DE TRABALHO	BOM	3		
	RUIM	0		
VIGILANTES	SIM	1		
	NÃO	0		
SISTEMA DE DRENAGEM DE GASES	SUFICIENTE	3		
	INSUFICIENTE	1		
	INEXISTENTE	0		
CONTROLE RECEBIMENTO DE	SIM	2		
	NÃO	0		
MONITORAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	SUFICIENTE	3		
	INSUFICIENTE	2		
	INEXISTENTE	0		
ATENDIMENTO A ESTIPULAÇÕES DE PROJETO	SIM	2		
	PARCIALMENTE	1		
	NÃO	0		
SUBTOTAL MÁXIMO			45	

ÍTEM	SUB-ÍTEM	AValiaÇÃO	PESO	PONTOS
3	ASPECTO GERAL	BOM	4	
		RUIM	0	
	OCORRÊNCIA DE LIXO A DESCOBERTO	NÃO	4	
		SIM	0	
	RECOBRIMENTO DO LIXO	ADEQUADO	4	
		INADEQUADO	1	
		INEXISTENTE	0	
	PRESEÇA DE URUBUS OU GAIVOTAS	NÃO	1	
		SIM	0	
	PRESEÇA DE MOSCAS EM GRANDE QUANTIDADE	NÃO	2	
		SIM	0	
	PRESEÇA DE CATADORES	NÃO	3	
		SIM	0	
	CRIAÇÃO DE ANIMAIS (PORCOS, BOIS)	NÃO	3	
		SIM	0	
	DESCARGA DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE	NÃO	3	
		SIM	0	
	DESCARGA DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS	NÃO/ADEQUADA	4	
		SIM/INADEQ.	0	
	FUNCIONAMENTO DA DRENAGEM PLUVIAL DEFINITIVA	BOM	2	
REGULAR		1		
INEXISTENTE		0		
FUNCIONAMENTO DA DRENAGEM PLUVIAL PROVISÓRIA	BOM	2		
	REGULAR	1		
	INEXISTENTE	0		
FUNCIONAMENTO DA DRENAGEM DE CHORUME	BOM	3		
	REGULAR	2		
	INEXISTENTE	0		
FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE CHORUME	BOM	5		
	REGULAR	2		
FUNCIONAMENTO DO SIST. DE MONITORIZAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	BOM	2		
	REGULAR	1		
	INEXISTENTE	0		
EFICIÊNCIA DA EQUIPE DE VIGILÂNCIA	BOA	1		
	RUIM	0		
	BOAS	2		
MANUTENÇÃO DOS ACESSOS INTERNOS	REGULARES	1		
	PÉSSIMAS	0		
	BOAS	2		
SUBTOTAL MÁXIMO			45	

TOTAL MÁXIMO	130	
--------------	-----	--

IQR=SOMA DOS PONTOS/13		
------------------------	--	--

IQR	AValiaÇÃO
0 a 6,0	CONDIÇÕES INADEQUADAS
6,1 a 8,0	CONDIÇÕES CONTROLADAS
8,1 a 10	CONDIÇÕES ADEQUADAS

Figura 1: Questionário padronizado - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Fonte: CETESB, 1997.

Estas informações, devidamente reunidas e analisadas, propiciaram o cálculo do IQR e em função deste os aterros puderam ser classificados em condições inadequadas de operação; condições controladas e em condições adequadas. Portanto, como resultado da aplicação do IQR foi possível classificar, com maior propriedade, as áreas de disposição final estudadas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A variação populacional dos nove municípios estudados, compreendida entre 31.407 e 163.021 mil habitantes, encontra-se apresentada na Figura 2. Destas cidades, sete são de pequeno porte e duas são de médio porte, conforme classificação do IBGE (2007).

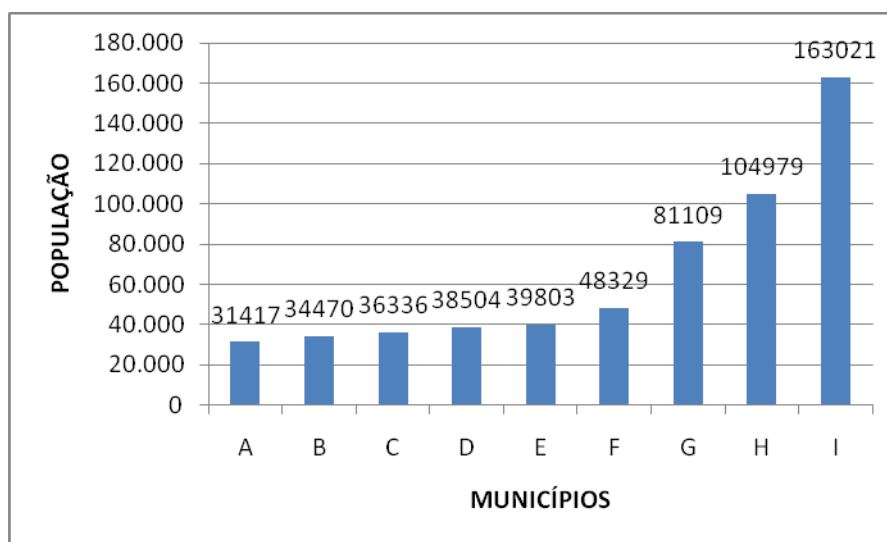


Figura 2: Distribuição da população dos municípios estudados

Fonte: IBGE, 2010.

Durante a pesquisa não houve dificuldades de obtenção de informações e de dados específicos relativos aos municípios nos quais os serviços eram terceirizados. Por outro lado, nos municípios nos quais os serviços eram prestados pela própria prefeitura, estas informações eram tratadas com mais cautela.

Índice de qualidade de aterros de resíduos

De acordo com os dados obtidos, apenas dois municípios contam com um sistema de disposição final de resíduos sólidos urbanos em condições adequadas. Nos demais municípios, quatro tiveram seus locais de disposição final enquadrados como inadequados (dois foram classificados por este estudo como lixões (Figura 3), pois obtiveram um valor de IQR inferior a 4,0), e três municípios foram classificados como controlados. Os resultados são apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Os principais problemas observados foram: uso de técnicas inadequadas de deposição de resíduos, sendo que na maioria dos casos não existe nenhum controle sobre o local de despejo; baixa utilização de tratamentos intermediários: falta de incentivos à programas de reciclagem e de mercado e de infra-estrutura para a utilização de produtos recicláveis.



Figura 3: Forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos do município C

Tabela 2: Determinação do índice da qualidade de aterro de resíduos (IQR) para os municípios estudados

MUNICÍPIO	CARACTERÍSTICAS			IQR – ATERRO	
	LOCAL	INFRA-ESTRUTURA	OPERACIONAL	ÍNDICE	CONDIÇÕES
A	29	21	34	6,46	Controladas
B	21	4	5	2,31	Inadequadas
C	29	13	10	4,00	Inadequadas
D	29	16	10	4,23	Inadequadas
E	29	35	32	7,38	Controladas
F	36	33	33	7,85	Controladas
G	36	45	38	9,15	Adequadas
H	25	11	2	3,38	Inadequadas
I	37	40	35	8,62	Adequadas

Tabela 3: Situação da disposição final dos resíduos sólidos urbanos de acordo com a pesquisa efetuada

MUNICÍPIO	ENQUADRAMENTO SEGUNDO ESTUDO
A	Aterro controlado
B	Aterro inadequado (lixão)
C	Aterro inadequado
D	Aterro inadequado
E	Aterro controlado
F	Aterro controlado
G	Aterro adequado
H	Aterro inadequado (lixão)
I	Aterro adequado

Nota: para a classificação acima foi considerado como lixão, as áreas de disposição que obtiveram um valor de IQR inferior a 4,0.

Indicadores do sistema de coleta

a) Indicadores gerais

Em relação ao indicador habitante/veículo coletor (Tabela 4), observou-se que nos municípios com faixa de população acima de 50.000 habitantes começa a haver um ajuste do indicador calculado em relação ao valor

médio de referência que é de 29.000 habitantes/veículo (CEPIS, 2002). Os melhores ajustes foram obtidos para os municípios F e G, que apresentam indicadores de 22.043 e 25.362 habitantes/veículo coletor, respectivamente. Os municípios com população abaixo de 40.000 habitantes apresentaram indicadores com valores baixos, pois possuíam dois caminhões coletores, sendo um operando (Figura 4) e o outro na reserva. Isso revela a importância de compartilhamento de veículos coletores para municípios de pequeno porte e geograficamente próximos.



Figura 4: Caminhão coletor

O indicador habitantes/ajudante de coleta variou de 2.664 a 4.227 (municípios B e G, respectivamente), sendo que o município C foi o que apresentou a condição mais satisfatória para este indicador - 3.645 habitantes/ajudante de coleta.

Já para o indicador *per capita kg/hab/dia*, pode ser observado um perfeito enquadramento para os municípios com população até 40.000 habitantes, e um desvio para o limite superior para os municípios com população acima desta faixa.

b) Indicadores operacionais

Em relação ao indicador cobertura de coleta, todos os municípios se enquadraram nos valores médios de referência, isto é, de 85% a 100% de abrangência de coleta (ver Tabela 4). O outro indicador operacional avaliado foi toneladas/ajudante/dia, que tem como valor médio de referência 4,5 a 5,0 t/ajudante/dia. Para este indicador, o município G foi o que apresentou o melhor índice de adequação - 3,89 t/ajudante/dia. Cabe salientar que para os municípios com população até 39.000 habitantes este indicador variou de 1,94 a 2,69 t/ajudante/dia. Para municípios com população entre 39.000 habitantes e 80.000 habitantes podem ser observados valores em torno de 3,67 t/ajudante/dia.

c) Indicadores de custo

Em relação aos indicadores de custos calculados, observou-se que para os dois indicadores (custo da coleta por pessoa atendida e custo por tonelada coletada) existe uma grande variação de valores, o que dificultou a definição de uma linha de tendência, pois a formação dos custos varia em função da forma de gerenciamento adotada em cada município estudado. O município G apresentou o melhor índice por tonelada coletada (mais próximo dos valores de referência) (Figura 5) e o município D apresentou o melhor índice por pessoa atendida (Figura 6).

Tabela 4: Indicadores obtidos para os municípios estudados

INDICADORES							
	GERAIS			OPERACIONAIS		CUSTOS	
	Habitantes / ajudante de coleta	Habitantes / veículo coletor	Per capita Kg/hab/dia	Cobertura de coleta (%)	Toneladas / ajudante por dia	Custo / pessoa atendida (R\$/mês)	Custo / tonelada coletada (R\$/ton)
Valores médios de referência Fonte CEPIS (2002)	3.000 a 4.000	29.000	0,35 a 0,75	85 a 100	4,5 a 5,0	0,75 a 1,15	45 a 70
Valores médios de referência Fonte ABRELPE (2009)	-	-	0,89 ⁽¹⁾	88,57 ⁽²⁾	-	2,89 ⁽³⁾	82,88 ⁽⁴⁾
A	3.278	14.751	0,82	93,90	2,69	1,53	63,35
B	2.664	15.982	0,73	92,72	1,94	1,68	76,74
C	3.645	16.402	0,72	90,28	2,62	1,40	65,00
D	2.963	11.852	0,75	92,34	2,22	1,89	84,00
E	3.982	17.921	0,93	90,05	3,70	1,68	60,00
F	3.674	22.043	0,93	91,22	3,42	2,37	85,00
G	4.227	25.362	0,92	93,81	3,89	2,01	72,65
H	3.320	19.918	0,78	94,87	2,59	1,51	64,33
I	3.189	19.136	0,81	93,91	2,58	1,65	67,26

⁽¹⁾ Média de coleta por habitante de RSU do estado de Goiás em 2009;

⁽²⁾ Média de cobertura da coleta no estado de Goiás em 2009;

⁽³⁾ Média do custo da coleta de RSU por habitante na região Centro-Oeste em 2009;

⁽⁴⁾ Média do custo por tonelada coletada na região Centro-Oeste em 2009.

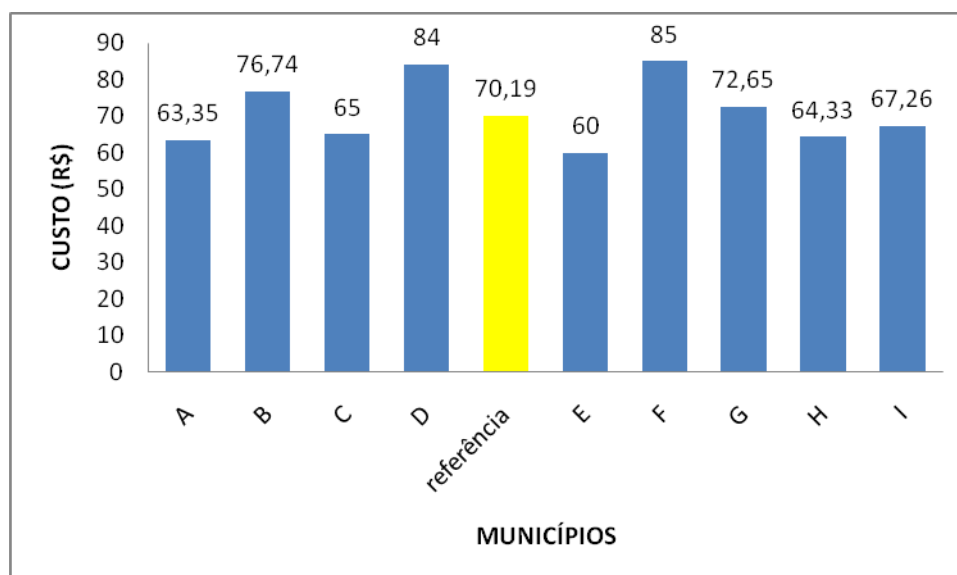


Figura 5: População x custo por tonelada coletada

Nota: os municípios (de A até I) estão em ordem crescente de população.

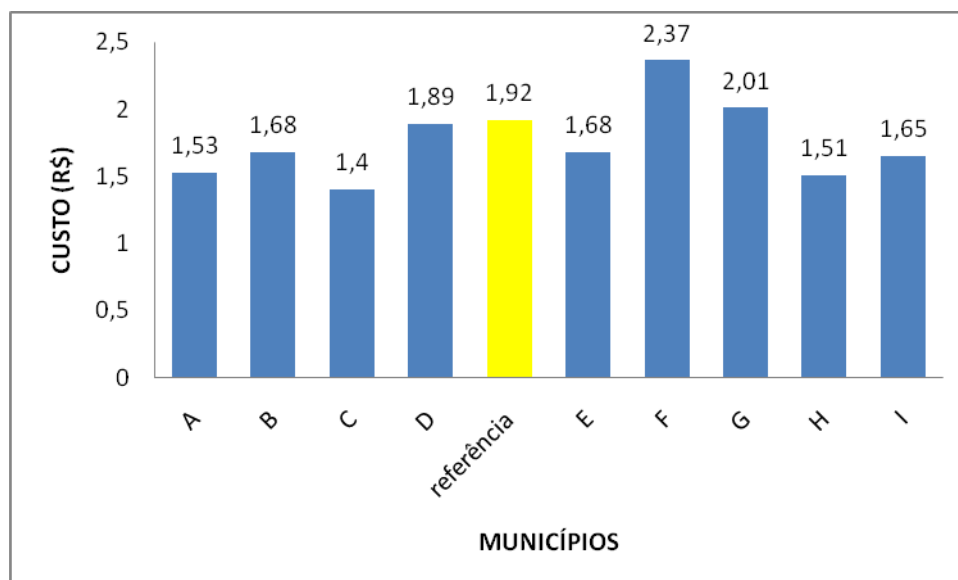


Figura 6: População x custo por pessoa atendida

Nota: os municípios (de A até I) estão em ordem crescente de população.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Chegou-se, portanto, a indicadores referenciais de sistemas de coleta e destinação final dos resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno e médio porte do estado de Goiás. Para isso foram avaliados os sistemas de coleta e disposição final adotados por nove municípios do interior do Estado.

A análise individual dos indicadores permitiu concluir que o município G apresentou o melhor enquadramento nos valores médios de referência dos indicadores, que foram de: 4.227 habitantes por ajudante de coleta, 25.362 habitantes por veículo coletor, equivalente populacional de 0,92 kg de resíduos sólidos/habitante/dia, 3,89 toneladas coletadas/ajudante/dia, R\$ 2,01 por habitante atendido e R\$ 72,65 por tonelada coletada. Além disso, apresentou um valor de IQR igual a 9,15, o que o classificou como adequado para as condições de disposição final dos resíduos sólidos.

Recomenda-se que o cálculo de IQR seja realizado para todos os 246 municípios do Estado de Goiás e que a avaliação dos resultados seja anual, propiciando, assim, um melhor mapeamento dos municípios do estado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - 2009**. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/panorama_2009.php>. Acesso em 10.08.2010.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. **NBR 10.004. Resíduos sólidos: classificação**. Rio de Janeiro, 2004.
3. BRASIL - Constituição Federal, 1988
4. CENTRO PANAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E CIÊNCIAS DO AMBIENTE (CEPIS), 2002.
5. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Inventário Estadual de resíduos sólidos domiciliares**. Relatório Síntese. São Paulo. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, Diretoria de Controle de Poluição Ambiental [DOESP, v. 109, n. 73, 20.04.99], 1999.



6. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades@: O Brasil município por município. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>> Censo demográfico de 2010, acesso em 22.08.2010.
7. LIMA, J. D. **Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. Campina Grande – PB: ABES, 2001.
8. RIBEIRO, M. L. Indicadores de desempenho dos serviços de limpeza urbana em municípios atendidos pelo programa comunidade solidária no sul do Brasil. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**, 20, 1999, Rio de Janeiro.
9. MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual do Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.