

Análise do Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos nas Capitais da Região Centro-Oeste a Partir do Método Zero Waste Index

Mikaela Soares Silva Cardoso ¹
Elimar Pinheiro do Nascimento ²
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti ³
Francisco Javier Contreras Pineda ⁴

RESUMO

O adequado gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) traz benefícios econômicos e socioambientais. O objetivo foi analisar o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados de 2005 a 2015 em Brasília, Goiânia, Campo Grande e Cuiabá a partir do método *Zero Waste Index (ZWI)*. O ZWI avalia a eficiência do gerenciamento dos RSUs conforme o tipo de manejo: a reciclagem traz impactos positivos, fazendo o índice ZWI aumentar. Já a disposição dos resíduos, sem tratamento, em aterros gera impactos negativos e faz o ZWI diminuir. O valor de ZWI varia de 0 a 1: 0 indica um gerenciamento totalmente ineficiente e 1 representa a máxima eficiência. O maior valor de ZWI encontrado foi em Goiânia no ano de 2013 (0,0912). Os valores de ZWI nas quatro capitais foram muito próximos a 0, indicando baixa eficiência do gerenciamento, uma vez que a maior parte dos resíduos sólidos foi disposto em aterros ou lixões.

Palavras-Chave: Gestão; Gerenciamento de resíduos sólidos; *Zero Waste Index*.

¹ Mestrado em Desenvolvimento Sustentável pela Universidade de Brasília, UnB, Brasil. cardoso.mikaela@yahoo.com

² Doutorado em Sociologia pela Université Paris Descartes, Paris V, França. Professor na Universidade de Brasília, UnB, Brasil. elimarcds@gmail.com

³ Doutorado em Desenvolvimento Sustentável pela Universidade de Brasília, UnB, Brasil. Professora na Universidade de Brasília, UnB, Brasil. izabel.zaneti@yahoo.com

⁴ Doutorado em Urban Engineering pela University of Tokyo, UT, Japão. Professor na Universidade de Brasília, UnB, Brasil. pineda@unb.br

Mikaela Soares Silva Cardoso; Elimar Pinheiro do Nascimento;
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti; Francisco Javier Contreras Pineda

O aumento da geração de resíduos está relacionado ao surgimento de tecnologias para a conversão de recursos naturais em matéria-prima para a fabricação de uma série de produtos. Diferente dos ciclos naturais, onde cada processo resulta em recursos continuamente reaproveitáveis, o desenvolvimento de novos materiais foi pensado, por muito tempo, com o intuito de atender apenas às demandas pertinentes à vida útil dos produtos, pouco importando os impactos ocasionados pelo descarte pós-consumo.

Seja por obrigação legal, por agregar boa imagem a uma marca e (ou) por preocupação ambiental, é notória a mudança iniciada na maneira de produzir e de encarar a geração dos resíduos provenientes deste processo. O design de novos produtos e a gestão dos recursos naturais passam a ser pensados desde a escolha do material até a forma de reciclá-lo após o fim de sua vida útil.

Para Sharholly et al. (2007), a produção de resíduos representa o maior símbolo de ineficiência dos sistemas produtivos adotados pela sociedade moderna. O termo “*Zero Waste*” pode ser traduzido como desperdício zero ou resíduo zero. Esta denominação é utilizada para designar estratégias e práticas voltadas para o desenvolvimento de ciclos produtivos semelhantes aos naturais, onde cada recurso é utilizado e reaproveitado, não havendo produção de resíduos.

Embora seja um conceito de difícil alcance na atual realidade, em especial naquela dos países menos desenvolvidos, a adoção do *zero waste* é necessária para a promoção da qualidade ambiental, para a utilização dos recursos naturais de forma mais eficiente e para o aproveitamento econômico de materiais que antes eram descartados.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) contempla o conceito de logística reversa. Neste modelo, produtores, consumidores e poder público se tornam responsáveis pela destinação ambientalmente adequada dos produtos após sua vida útil. No entanto, a atribuição das responsabilidades de cada setor na gestão compartilhada não foi definida legalmente, dificultando que a logística reversa seja implantada para todos os materiais que são produzidos.

A gestão dos resíduos sólidos, um desafio mundial, é ainda mais complexa para nações em desenvolvimento como o Brasil. Atribui-se, principalmente, ao aumento populacional e urbano, ao consumismo e à obsolescência tecnológica o grande aumento na geração de resíduos sólidos. O gerenciamento dos resíduos que é desenvolvido na maioria dos municípios limita-se à: coleta, que ocorre sem a segregação dos resíduos; e à disposição final, que geralmente é realizada sem qualquer tratamento em aterros ou lixões.

Mikaela Soares Silva Cardoso; Elimar Pinheiro do Nascimento;
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti; Francisco Javier Contreras Pineda

O objetivo foi avaliar a eficiência do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos nas capitais da região Centro-Oeste (Brasília, Goiânia, Campo Grande e Cuiabá) a partir do *Zero Waste Index* (ZWI) no período de 2005 a 2015.

REFERENCIAL TEÓRICO

LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

O principal normativo brasileiro que dispõe sobre resíduos sólidos é a Lei nº 12.305/2010 (Brasil 2010b), que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Esta Política foi regulamentada mediante a edição do Decreto nº 7.404/2010 (Brasil 2010a).

O processo de discussão da Lei que instituiu a PNRS levou cerca de 20 anos, dada a complexidade do tema. Deste amplo processo de discussão resultou uma Lei considerada moderna pelos especialistas. A lei estabelece princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos sólidos, bem como para a redução da geração de resíduos sólidos, propondo um conjunto de instrumentos para promover a reciclagem, a reutilização e destinação adequada dos resíduos. Além disso, a lei prevê o estímulo a práticas de consumo sustentável e de responsabilidade socioambiental. A Lei nº 12.305/2010 (Brasil 2010b) traz como grande avanço o conceito de responsabilidade compartilhada entre fabricantes, consumidores, distribuidores, importadores, entre outros agentes.

O marco legal federal sobre resíduos sólidos que vigorava anteriormente à edição da Lei nº 12.305/2010 (Brasil 2010b) consistia em um apanhado de Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Resoluções Conama), o disposto nas Leis nº 9.974/2000 e 9.966/2000 e o art. 56 da Lei nº 9.605/1998, conhecida como Código Penal Ambiental (Brasil 1998; Brasil 2000a; Brasil 2000b).

Embora não seja exatamente um normativo sobre resíduos sólidos, a Lei nº 11.445/2007 (Brasil 2007), que institui as diretrizes nacionais para o saneamento básico, também consiste em um marco regulatório relativo à gestão de resíduos sólidos.

Os marcos legais estaduais sobre resíduos sólidos são difusos e heterogêneos entre si. Apenas alguns estados possuem Planos de Resíduos Sólidos. Em relação aos estados em análise, o estado de Goiás instituiu a sua Política Estadual de Resíduos Sólidos mediante a promulgação da Lei Estadual nº 14.248/2002 (Goiás 2002). O Distrito Federal instituiu a Política Distrital de Resíduos Sólidos através da Lei Distrital nº 3.232/2003 (Distrito Federal 2003). Portanto, ambos marcos legais são anteriores à edição da PNRS. Neste sentido, se faz importante verificar a compatibilidade das PERS com a PNRS.

Mikaela Soares Silva Cardoso; Elimar Pinheiro do Nascimento;
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti; Francisco Javier Contreras Pineda

A Lei nº 7.862/2002 (Mato Grosso 2002) dispõe sobre Política Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de Mato Grosso. O Plano Municipal de Resíduos Sólidos de Cuiabá encontra-se em fase de elaboração. O estado de Mato Grosso do Sul ainda não possui um Plano Estadual de Resíduos Sólidos. O Decreto nº 11.797/2012 (Campo Grande 2012) aprovou o Plano Municipal de Saneamento Básico – Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do município de Campo Grande.

Os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos devem estar em conformidade com a legislação municipal, estadual e federal sobre o tema. No entanto, em função do caráter recente da PNRS, tanto a legislação estadual, quanto a legislação municipal, ainda não estão totalmente em consonância com as diretrizes da PNRS.

GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

O gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs) é um conjunto de atividades desenvolvidas com o intuito de dar tratamento adequado aos resíduos sólidos diminuindo, assim, o potencial causador de danos destes resíduos. Braga et. al. (2010) definem o gerenciamento dos resíduos sólidos como a escolha e a aplicação de tecnologias adequadas para o alcance de objetivos no tratamento e disposição final de resíduos sólidos.

O gerenciamento dos resíduos sólidos é um processo complexo, que envolve muitos critérios ambientais e socioeconômicos. A tomada de decisão é realizada em conjunto, e pode ser orientada a partir do levantamento das melhores alternativas para o alcance da solução adequada (Soltani et al. 2015).

Para Zanta & Ferreira (2003, p. 9):

As diretrizes das estratégias de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos buscam atender aos objetivos do conceito de prevenção da poluição, evitando-se ou reduzindo a geração de resíduos e poluentes prejudiciais ao meio ambiente e à saúde pública. Desse modo busca-se priorizar, em ordem decrescente de aplicação: a redução na fonte, o reaproveitamento, o tratamento e a disposição final. No entanto cabe mencionar que a hierarquização dessas estratégias é função das condições legais, sociais, econômicas, culturais e tecnológicas existentes no município, bem como das especificidades de cada tipo de resíduo.

Em cidades com baixo recurso financeiro, condição de muitos municípios brasileiros, o gerenciamento dos RSUs é ineficiente. Até mesmo a coleta convencional, atividade mais básica na gestão dos RSUs, é executada de forma deficitária.

O conceito de *zero waste*, que significa zerar a produção de resíduos, é uma utopia, especialmente nos países em desenvolvimento. O que é proposto por este conceito, na verdade, é que

Mikaela Soares Silva Cardoso; Elimar Pinheiro do Nascimento;
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti; Francisco Javier Contreras Pineda

os mecanismos de manejo dos resíduos sólidos sejam aprimorados, com o intuito de diminuir a geração, de otimizar os tratamentos e de reduzir os impactos ambientais causados pelos RSUs.

Com base neste conceito, Zaman & Lehmann (2013) desenvolveram o *Zero Waste Index* (ZWI). Este índice consiste numa metodologia que estima os impactos ambientais de cada sistema de tratamento dos RSUs. Por ele são calculados o consumo de água, de energia, de matéria-prima e a emissão de gás carbônico de cada forma de tratamento aplicada. Tratamentos mais eficientes, como a reciclagem, resultam na economia de recursos e apresentam melhores resultados no ZWI. Os autores desenvolveram o método e avaliaram o gerenciamento dos RSUs em Adelaide (Austrália), Estocolmo (Suíça) e São Francisco (Estados Unidos), constatando que o índice pode ser utilizado em diferentes países.

O ZWI pode ser utilizado para avaliar a gestão dos resíduos sólidos de um bairro, ou até mesmo de uma empresa ou instituição. Iresha & Prasojo (2018) utilizaram o ZWI para avaliar o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados, em 2016, no campus da Universidade Islâmica da Indonésia e obtiveram um valor de ZWI 0,26, indicando que o gerenciamento adotado em 2016 estava distante da eficiência máxima (ZWI=1,0).

MATERIAIS E MÉTODOS

LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi realizado a partir de dados secundários sobre as capitais da Região Centro-Oeste: Brasília (abrangeu todo o DF), Goiânia (GO), Campo Grande (MS) e Cuiabá (MT).

O Distrito Federal (DF) é uma unidade federativa do Brasil, composto por regiões administrativas. O Serviço de Limpeza Urbana (SLU) é uma autarquia do governo responsável pelo manejo dos resíduos sólidos no DF, prestando serviços como coleta, transporte e destinação final dos RSUs.

No DF, 98% dos domicílios são atendidos com o serviço de coleta de resíduos (SLU 2014). A disposição dos resíduos era efetuada no Aterro do Jóquei até meados de 2018. Apesar de se chamar “Aterro do Jóquei”, o local onde os resíduos eram depositados é, na realidade, um lixão. Os RSUs gerados em Brasília são encaminhados, atualmente, para o aterro sanitário de Samambaia-DF.

Em Goiânia, capital do Estado de Goiás, a Comurg (Companhia de Urbanização de Goiânia) é o órgão que realiza o manejo dos resíduos sólidos urbanos. Em 2015 a cobertura da coleta

Mikaela Soares Silva Cardoso; Elimar Pinheiro do Nascimento;
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti; Francisco Javier Contreras Pineda

convencional abrangia 99,5% do município. Os resíduos são depositados no Aterro Sanitário de Goiânia (SNIS 2015).

Em Campo Grande a SEINTRHA (Secretaria de Infraestrutura, Transporte e Habitação) é a secretaria que regula os serviços referentes ao manejo dos resíduos sólidos. A cobertura da coleta de resíduos sólidos correspondia a 91,5% da área total da cidade (SNIS 2015). Em 2012 o lixão de Campo Grande foi fechado e os resíduos sólidos passaram a ser depositados no Aterro Sanitário Dom Antônio Barbosa II. A estimativa da vida útil do aterro sanitário, entretanto, é apenas até 2021.

Na capital do Mato Grosso, Cuiabá, a Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SMSU) é o órgão responsável pelo manejo dos resíduos sólidos. Em 2015, cerca de 98% dos domicílios eram atendidos pela coleta convencional de resíduos sólidos (SNIS 2015). O aterro sanitário de Cuiabá esgotou sua vida útil em 2008 e, atualmente, opera de forma emergencial.

GERAÇÃO E GERENCIAMENTO DOS RSUS

A pesquisa consistiu em avaliar a geração e o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos nas quatro capitais do centro-oeste de 2005 a 2015. A geração foi avaliada por meio de dados que compõem a série histórica do SNIS. Estes dados são fornecidos pelo órgão responsável pela gestão dos RSUs: SLU em Brasília, SEINTRHA em Campo Grande, SMSU em Cuiabá e Comurg em Goiânia.

A geração de RSUs *per capita* foi calculada para todas as capitais estudadas. O cálculo foi realizado utilizando a Equação (1), adaptada de SNIS (2015).

$$\text{Geração per capita} = \left(\frac{\text{total RSUs gerados}}{\text{população total}} \right) / 365 \quad (1)$$

ZERO WASTE INDEX

O *Zero Waste Index* (ZWI) é um método desenvolvido por Zaman & Lehman (2013) para avaliar a eficiência do manejo dos resíduos sólidos urbanos de um determinado local. A partir do índice é possível estimar alguns impactos ambientais decorrentes de cada tipo de tratamento adotado. Por exemplo: a reciclagem de papel traz impactos positivos como a economia de matéria-prima, de energia e de água, além de evitar a emissão de dióxido de carbono. O aterramento dos resíduos, por outro lado, não gera nenhum impacto positivo e provoca emissão de CO₂. Os autores da metodologia criaram uma tabela com coeficientes de substituição que são utilizados para o cálculo dos impactos (Tabela 1).

Mikaela Soares Silva Cardoso; Elimar Pinheiro do Nascimento;
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti; Francisco Javier Contreras Pineda

Tabela 1. Coeficientes de substituição para o *Zero Waste Index*.

Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima poupada (t)	Energia poupada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água poupada (mil litros)
Reciclagem	Papel		0,84	8,54	1,9	2,91
Reciclagem	Vidro		0,9	6,46	0,4	2,3
Reciclagem	Metal		0,79	113,8	9,6	91
Reciclagem	Plástico		0,9	51,4	1,4	-11,37
Reciclagem	Misto		0,25	10	1,15	6
Compostagem	Orgânico		0,6	0,33	0,5	0,44
Incineração	Misto		0	1,99	0,33	0
Aterro	Misto		0	0	-0,42	0

Fonte: Adaptado de Zaman (2014).

Exemplo de Cálculo:

- Para **10 toneladas de plástico reciclado**, são utilizados os coeficientes destacados na Tabela 2:

Tabela 2. Exemplo.

Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima poupada (t)	Energia poupada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água poupada (mil litros)
Reciclagem	Papel		0,84	8,54	1,9	2,91
Reciclagem	Vidro		0,9	6,46	0,4	2,3
Reciclagem	Metal		0,79	113,8	9,6	91
Reciclagem	Plástico		0,9	51,4	1,4	-11,37
Reciclagem	Misto		0,25	10	1,15	6
Compostagem	Orgânico		0,6	0,33	0,5	0,44
Incineração	Misto		0	1,99	0,33	0
Aterro	Misto		0	0	-0,42	0

Fonte: Autores.

- Cálculo da matéria-prima poupada = quantidade de resíduos x coeficiente específico

$$\text{Matéria-prima poupada} = 10 \times 0,9$$

$$\text{Matéria-prima poupada} = 9,0 \text{ t}$$

- Cálculo da Energia poupada = quantidade de resíduos x coeficiente específico

$$\text{Energia poupada} = 10 \times 51,4$$

$$\text{Energia poupada} = 514 \text{ GJ}$$

- Cálculo CO₂ não emitido = quantidade de resíduos x coeficiente específico

$$\text{CO}_2 \text{ não emitido} = 10 \times 1,4$$

$$\text{CO}_2 \text{ não emitido} = 14 \text{ t}$$

- Cálculo da água poupada = quantidade de resíduos x coeficiente específico

Mikaela Soares Silva Cardoso; Elimar Pinheiro do Nascimento;
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti; Francisco Javier Contreras Pineda

$$\text{Água poupada} = 10 \times (-11,37)$$

Água poupada = -113,7 mil litros (isso significa que reciclar plástico demanda consumo de água)

Resultado: a reciclagem de 10 toneladas de plástico resultou na economia de 9 toneladas de matéria-prima, poupou 514 giga-joules de energia, evitou a emissão de 14 toneladas de dióxido de carbono e demandou 113,7 mil litros de água.

O índice ZWI é calculado pela Equação (2), adaptada de Zaman (2014).

$$ZWI = \frac{\sum \text{matéria prima economizada}}{\text{total de resíduos gerados}} \quad (2)$$

O índice *Zero Waste* varia de 0 a 1; em que 0 corresponde à menor eficiência e 1 representa a eficiência máxima no gerenciamento dos RSUs. Quanto maior a quantidade de matéria-prima poupada, maior será o ZWI. A reciclagem e a compostagem promovem a economia de matéria-prima e influenciam diretamente nos resultados do índice. Se a taxa de reciclagem diminui, a quantidade de matéria-prima poupada também cai e isso significa uma queda no valor do ZWI.

Exemplo (Tabela 3):

Tabela 3. Exemplo.

BRASÍLIA - 2005						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	2.857,00	2399,88	24398,78	5428,3	8313,87
Reciclagem	Vidro	77	69,3	497,42	30,8	177,1
Reciclagem	Metal	1.270,00	1003,3	144526	12192	115570
Reciclagem	Plástico	4.146,00	3731,4	213104,4	5804,4	-47140,02
Reciclagem	Misto	0,00	0	0	0	0
Aterro	Misto	1.412.204,60	0	0	-593125,9	0
	Total	1.420.554,60	7.203,88			

Fonte: Autores.

$$ZWI = 7.203,88/1.420.554,60$$

$$ZWI = 0,005071$$

O ZWI para Brasília, no ano de 2005, foi igual a 0,005071

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em três capitais estudadas, Campo Grande, Cuiabá e Goiânia, observou-se que a geração de resíduos aumentou durante todo o período (Tabela 4). O crescimento da quantidade gerada era

Mikaela Soares Silva Cardoso; Elimar Pinheiro do Nascimento;
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti; Francisco Javier Contreras Pineda

esperado, já que a população e o PIB per capita cresceram nos anos estudados. Segundo Gallardo et al. (2015), os padrões de geração de RSUs dependem de fatores socioeconômicos e podem variar de acordo com a renda, a densidade demográfica, a concentração de atividades econômicas, entre outros.

Tabela 4. Fatores socioeconômicos que influenciam a geração de resíduos.

BRASÍLIA	População	PIB per capita (R\$)	Geração de RSUs (t)	Geração de RSUs per capita (kg/hab/dia)	Reciclagem (%)
2005	2.333.108	34.510,48	1.420.554,60	1,668	0,58
2007	2.455.903	40.696,07	1.677.368,50	1,871	0,565
2009	2.606.885	50.438,46	2.208.364,70	2,32	0,251
2011	2.609.998	59.221,87	2.033.986,30	2,135	0,405
2013	2.789.761	63.054,41	1.832.544,70	1,799	0,555
2015	2.914.830	73.971,05	900.713	0,846	-
				1,958	
CAMPO GRANDE	População	PIB per capita (R\$)	Geração de RSUs (t)	Geração de RSUs per capita (kg/hab/dia)	Reciclagem (%)
2005	724.524	9.528,12	176.992	0,669	0
2007	749.768	11.929,94	196.865,70	0,719	0
2009	786.797	14.801,12	217.331,80	0,756	4,019
2011	796.252	22.127,83	274.900	0,945	0
2013	832.352	24.905,06	300.000	0,987	5
2015	853.622	28.417,05	304.611,20	0,977	0,124
				0,842	
CUIABÁ	População	PIB per capita (R\$)	Geração de RSUs (t)	Geração de RSUs per capita (kg/hab/dia)	Reciclagem (%)
2005	526.830	12.664,72	117.841,60	0,612	0,007
2007	533.800	14.801,72	139.400	0,715	0,028
2009	550.562	17.830,54	148.038,80	0,736	1,144
2011	556.299	24.159,80	161.875,50	0,797	0,562
2013	569.830	30.638,98	207.512	0,997	0,274
2015	5804.89	36.556,40	229.230	1,081	0,792
				0,823	
GOIÂNIA	População	PIB per capita (R\$)	Geração de RSUs (t)	Geração de RSUs per capita (kg/hab/dia)	Reciclagem (%)
2005	1.201.006	11.119,06	392.018,80	0,894	0,07
2007	1.244.645	14.355,36	437.082,20	0,962	0,164
2009	1.281.975	21.386,53	450.756,80	0,963	0,511
2011	1.318.149	25.172,92	460.448	0,957	3,297
2013	1.393.575	28.834,22	473.319	0,93	4,603
2015	1.430.697	32.594,32	495.528	0,948	4,316
				0,942	

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados do SNIS (2015) e IBGE (2015).

Em Brasília, os dados disponíveis na série histórica do SNIS sugerem que a geração de RSUs diminuiu a partir de 2011. Entretanto, o crescimento do PIB per capita e da população indicam que a geração de resíduos também deveria ter crescido no mesmo período. No ano de 2015 consta a informação de que foram geradas 900.713 toneladas, o que corresponderia a menos da metade do que foi gerado em 2013 (1.832.544,70 toneladas) sendo, então, um valor visivelmente inconsistente. Como

Mikaela Soares Silva Cardoso; Elimar Pinheiro do Nascimento;
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti; Francisco Javier Contreras Pineda

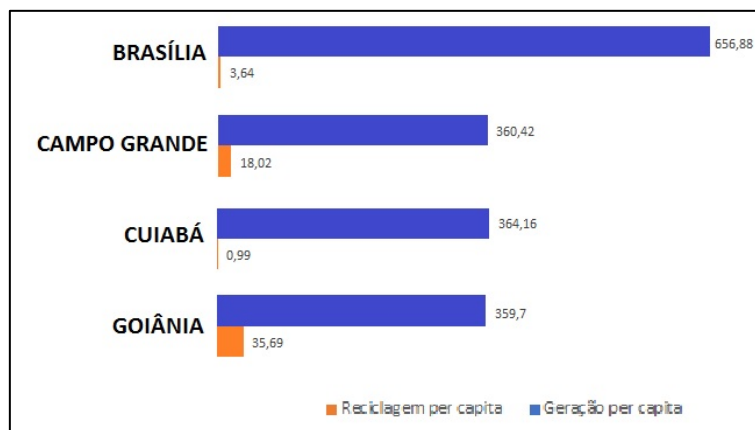
os dados que compõem a série histórica do SNIS são auto declaratórios, acredita-se que os dados fornecidos sobre a geração de RSUs em Brasília, a partir de 2011, não correspondem à realidade e devem ser revisados pelo órgão responsável pelo envio das informações, no caso o SLU.

A geração per capita de RSUs foi maior em Brasília, em todos os anos estudados. A geração per capita média em Brasília foi de 1,958 kg/hab/dia, correspondendo a mais que o dobro dos valores encontrados nas demais localidades. O PIB per capita de Brasília é bastante elevado, o que pode explicar, em partes a alta taxa de geração de RSUs por habitante. Sankoh et al. (2012) analisaram a influência de fatores socioeconômicos na geração e composição dos resíduos sólidos urbanos em Freetown, Serra Leoa. Os resultados mostraram que a geração de resíduos sólidos foi significativamente afetada pela renda mensal.

As taxas de materiais recuperados pela reciclagem foram baixas em todas as capitais estudadas. Em diversos períodos o percentual de reciclados esteve abaixo de 1%, indicando que praticamente todo o montante de resíduos sólidos produzidos foi disposto em lixões ou aterros sem passar por qualquer tratamento. O maior valor de reciclagem verificado foi em Campo Grande, em 2013 (5% do total gerado).

O Gráfico 1 evidencia a baixa eficiência no gerenciamento dos RSUs, no ano de 2015.

Gráfico 1. Geração anual *per capita* x reciclagem anual *per capita* (kg/hab.).



Fonte: Autores.

No ano de 2015, em Brasília a geração *per capita* foi de 656,88 kg/habitante, enquanto a reciclagem recuperou apenas 3,64 kg/habitante. O pior cenário foi em Cuiabá, onde 364,16 kg/habitante foram gerados e somente 0,99 kg/hab foi reciclado. Em Goiânia foi registrado o melhor desempenho: a geração correspondeu a 359,7 kg/hab, enquanto a reciclagem foi de 35,69 kg/hab. Entretanto, todos os valores de reciclagem são pouco expressivos diante da quantidade gerada.

Mikaela Soares Silva Cardoso; Elimar Pinheiro do Nascimento;
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti; Francisco Javier Contreras Pineda

Considerando-se o total reciclado de 2005 a 2015, a maior parte dos resíduos reciclados nas quatro capitais foi de papéis e plásticos (Tabela 5). A taxa de reciclagem do vidro foi muito baixa em Brasília, Campo Grande e Cuiabá. Em Goiânia a reciclagem de vidro correspondeu a 5% do total reciclado. Morais et. al (2018) apontam que o vidro é um material com alto potencial de reciclagem, entretanto, fatores como o custo, a distância das usinas de reciclagem e a ineficiência da coleta dificultam a reciclagem do vidro.

Tabela 5. Percentual de materiais reciclados de 2005 a 2015.

	Brasília	Campo Grande	Cuiabá	Goiânia
Papel (%)	27,797	46,264	47,643	48,437
Vidro (%)	0,174	0,0196	0,875	4,582
Metal (%)	13,676	10,048	12,232	2,985
Plástico (%)	57,578	31,489	27,252	41,103
Misto (%)	0,772	12,176	11,996	2,891

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados do SNIS (2015).

ZWI

Os valores de ZWI calculados foram muito próximos a zero e apontam que o gerenciamento dos RSUs foi pouco eficiente durante todo o período estudado nas quatro capitais (Tabela 6). O ideal é que os valores do *zero waste index* aumentem ao longo dos anos, indicando que a gestão dos RSUs tem sido constantemente aprimorada a fim de promover o correto tratamento e disposição final de uma quantidade cada vez maior de resíduos sólidos. No entanto, nas cidades estudadas observou-se que os valores de ZWI oscilaram bastante, o que indica que o gerenciamento do RSUs precisa ser aprimorado.

Tabela 6. Valores calculados de ZWI para as cidades estudada.

	2005	2007	2009	2011	2013	2015
Brasília	0,005071	0,004953	0,002184	0,003488	0,004778	0,021387
Goiânia	0,000425	0,00136	0,004231	0,02726	0,091214	0,035683
Campo Grande	0	0	0,031352	0	0,0125	0,001022
Cuiabá	0	0,000242	0,002277	0,004844	0,00224	0,006674

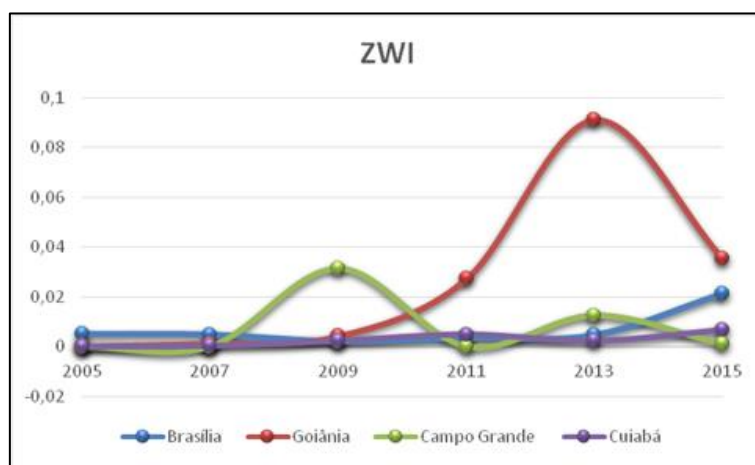
Fonte: Autores.

No Gráfico 2, é possível observar a oscilação nos valores do ZWI. Em Goiânia o ZWI apresentou um crescimento considerável a partir de 2009, atingindo o maior valor em 2013. Essa evolução do ZWI foi impulsionada pelo aumento da taxa de reciclagem no município. Entretanto, em 2015 a reciclagem voltou a diminuir e resultou na queda do índice.

Os valores de ZWI (Tabela 7), calculados para as capitais da região centro-oeste, foram muito baixos quando comparados aos valores encontrados por Zaman & Lehmann (2013). Dentre as cidades estudadas, Goiânia apresentou o maior índice (0,0912).

Mikaela Soares Silva Cardoso; Elimar Pinheiro do Nascimento;
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti; Francisco Javier Contreras Pineda

Gráfico 2. A descontinuidade do ZWI.



Fonte: Autores.

Tabela 7. O *Zero Waste Index* para o ano de 2013.

Cidade	ZWI
Adelaide (Austrália)	0,23
Estocolmo (Suécia)	0,17
São Francisco (EUA)	0,51
Distrito Federal (DF)	0,0047
Goiânia (GO)	0,0912
Campo Grande (MS)	0,0125
Cuiabá (MT)	0,0022

Fonte: Autores.

IMPACTOS AMBIETAIS DO GERENCIAMENTO DOS RSUS

Os valores absolutos de matéria-prima poupada, água e energia economizadas e emissão de CO₂, para cada uma das capitais estudadas, foram calculados e encontram-se no Apêndice A.

Considerando o gerenciamento empregado de 2005 a 2015, a quantidade de matéria-prima poupada (Gráfico 3) foi maior em Goiânia (86.130,55 t), seguido de Brasília (65.503,75 t). Já a economia de água (Gráfico 4) foi maior em Brasília (434.118,6 mil litros). Em Goiânia o balanço hídrico ficou negativo (-24.075,4 mil litros) devido à reciclagem de plástico, que demanda o uso de água.

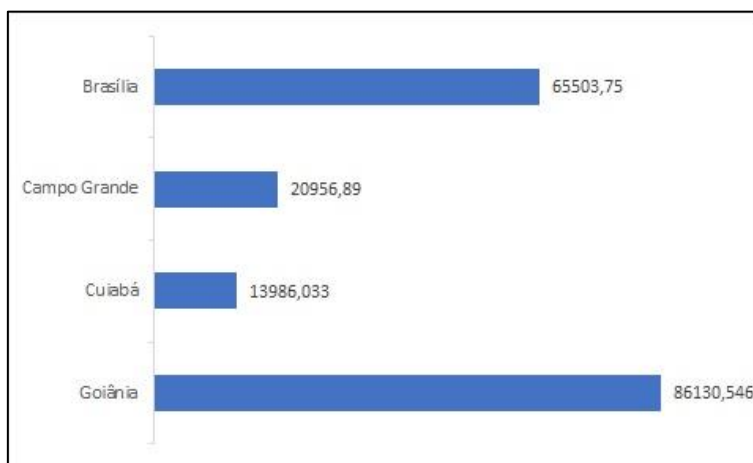
A maior quantidade de energia poupada (Gráfico 5) ao longo dos anos estudados foi em Goiânia e Brasília (7.105.746 GJ e 3.058.876 GJ respectivamente). Quando os resíduos sólidos são tratados, o resultado é a diminuição na emissão de dióxido de carbono. No entanto, nas quatro capitais estudadas a maior parte dos resíduos foi aterrada, resultando em grandes quantidades de CO₂ emitidas

Mikaela Soares Silva Cardoso; Elimar Pinheiro do Nascimento;
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti; Francisco Javier Contreras Pineda

(Gráfico 6). A maior emissão de CO₂ foi em Brasília (3.267.858 t) devido à grande quantidade de resíduos gerados e aterrados sem qualquer tratamento.

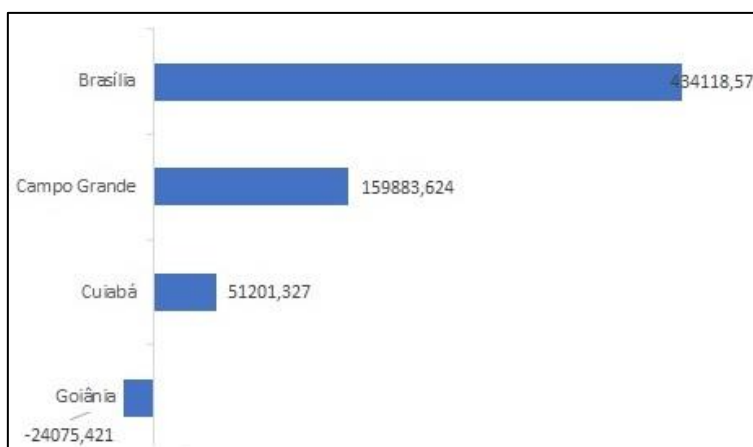
Considerando-se as quatro capitais, a reciclagem realizada recuperou 85.740 toneladas de resíduos, sendo plástico e papel os materiais mais reciclados. Este valor é inferior a 1% de todo o resíduo gerado no mesmo período, indicando que a gestão dos resíduos sólidos foi ineficiente nestes anos. A quantidade total de matéria-prima poupada pela reciclagem dos resíduos sólidos foi de 192.592,2 toneladas. A reciclagem dos materiais resultou na economia total de 10.782.099 Giga Joules (GJ) de energia.

Gráfico 3. Matéria-prima poupada (toneladas).



Fonte: Autores.

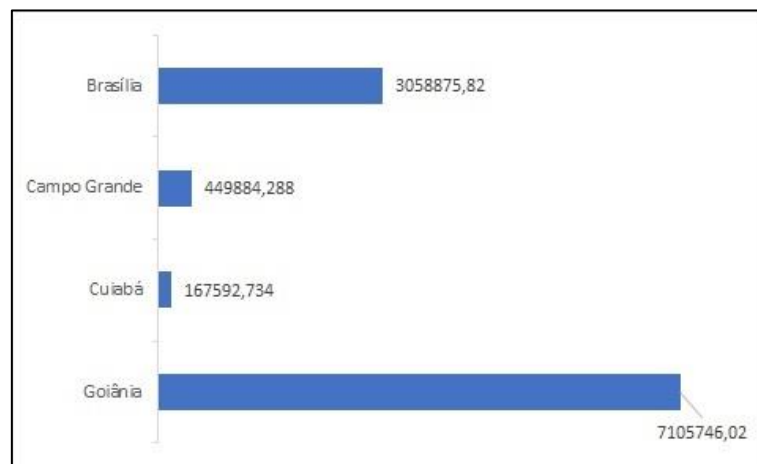
Gráfico 4. Economia de água (mil litros).



Fonte: Autores.

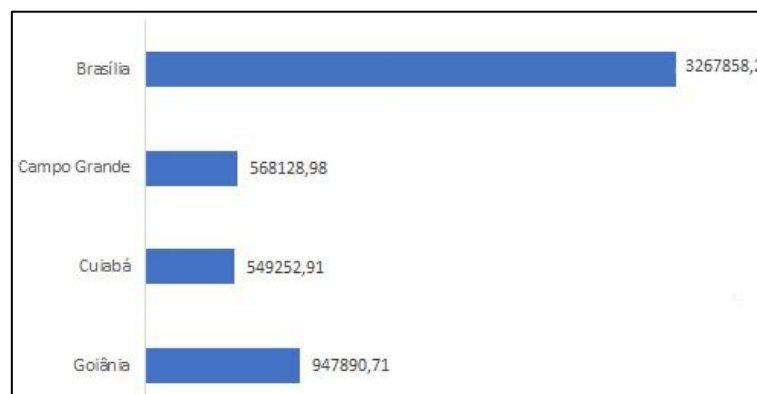
Mikaela Soares Silva Cardoso; Elimar Pinheiro do Nascimento;
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti; Francisco Javier Contreras Pineda

Gráfico 5. Energia poupada (Giga-Joules).



Fonte: Autores.

Gráfico 6. Quantidade de CO₂ emitida (toneladas).



Fonte: Autores.

O manejo dos resíduos sólidos adotado pode gerar impactos positivos ou negativos quanto a emissão de gás carbônico. Enquanto a reciclagem e a compostagem dos materiais possuem efeitos positivos ao evitar a produção de CO₂, o aterramento dos resíduos sólidos sem qualquer tratamento é responsável pela geração de grandes quantidades deste gás. Como a maior parte dos resíduos sólidos gerados foi aterrada, a taxa de emissão de CO₂ foi de 5.333.131 toneladas. A reciclagem de papel, vidro e metal possibilita a economia de água, resultando na economia de 621.128.100 litros de água durante o período.

CONCLUSÕES

Do total de Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs) gerado nas capitais do centro-oeste, apenas uma fração muito pequena (0 a 5%) recebeu tratamento adequado. A maior parte dos resíduos é depositada em aterros controlados ou lixões sem qualquer tratamento.

Mikaela Soares Silva Cardoso; Elimar Pinheiro do Nascimento;
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti; Francisco Javier Contreras Pineda

A cidade de Goiânia apresentou os maiores valores de ZWI, indicando que possuía a melhor gestão dos resíduos sólidos urbanos dentre as cidades analisadas. Campo Grande e Cuiabá apresentaram, em alguns anos, valores nulos de ZWI. Nestes anos 100% dos resíduos sólidos gerados nestas cidades foram aterrados sem qualquer tratamento.

Os dados sobre resíduos sólidos que compõem a série histórica do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) puderam ser usados no cálculo do ZWI. A série histórica deve incluir, no questionário enviado aos municípios, perguntas sobre a compostagem e/ou outros processos realizados para tratar os resíduos orgânicos.

O ZWI mostrou-se uma ferramenta eficiente para avaliar indiretamente o gerenciamento dos resíduos sólidos. Como vantagem destaca-se a facilidade de comparação que o método permite. A partir deste índice é possível comparar diferentes modelos de gestão que são desenvolvidos em diversos locais, em escala regional ou global. A desvantagem consiste em se tratar de um método que avalia exclusivamente a esfera ambiental, não sendo aconselhado como única metodologia de avaliação da gestão dos resíduos sólidos., pois aspectos econômicos, sociais, sanitários e técnico-operacionais possuem igual importância na gestão dos RSUs.

REFERÊNCIAS

Braga MCB, Ramos SIP, Dias NC 2010. Gestão de Resíduos Sólidos para a Sustentabilidade. In C Poletto (org.). *Introdução ao Gerenciamento Ambiental*. Editora Interciência, Rio de Janeiro, p.269-336.

Brasil 1998. *Lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências*. Presidência da República, Casa Civil, Brasília. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm.

Brasil 2000a. *Lei nº 9.974, de 6 de junho de 2000. Altera a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências*. Presidência da República, Casa Civil, Brasília. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9974.htm.

Brasil 2000b. *Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências*. Presidência da República, Casa Civil, Brasília. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9966.htm.

Brasil 2007. *Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico, altera a Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, a Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, e revoga a*

Mikaela Soares Silva Cardoso; Elimar Pinheiro do Nascimento;
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti; Francisco Javier Contreras Pineda

Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Presidência da República, Casa Civil, Brasília. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm.

Brasil 2010a. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Presidência da República, Casa Civil, Brasília. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm.

Brasil 2010b. 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. Presidência da República, Casa Civil, Brasília. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm.

Campo Grande 2012. Decreto nº 11.797, de 9 de abril de 2012. Aprova o plano municipal de saneamento básico – Gestão integrada de resíduos sólidos do município de Campo Grande. Prefeitura de Campo Grande, Campo Grande. Disponível em: <http://www.campogrande.ms.gov.br/planurb/downloads/decreto-n-11-797-plano-municipal-de-saneamento-basico-gestao-integrada-de-residuos-solidos/>.

Distrito Federal 2003. Lei nº 3.232, de 3 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a Política Distrital de Resíduos Sólidos e dá outras providências. SINJ-DF (Sistema Integrado de Normas Jurídicas do DF), Brasília. Disponível em: http://www.sinj.df.gov.br/SINJ/Norma/51180/Lei_3232_03_12_2003.html

Gallardo A, Carlos M, Peris M, Colomer FJ 2015. Methodology to design a municipal solid waste pre-collection system. A case study. *Waste management*, 36:1-11.

Goiás 2002. Lei nº 14.248, de 29 de julho de 2002. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Governo do Estado de Goiás - Gabinete Civil da Governadoria, Goiânia. Disponível em: http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/leis_ordinarias/2002/lei_14248.htm.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) 2015. Anuário Estatístico do Brasil, 2005 a 2015. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=720>.

Iresha FM, Prasojó SA 2018. Evaluation of solid waste management at campus using the “Zero Waste Index”: The case on campus of Islamic University of Indonesia. *MATEC Web of Conferences*, 154:[5 páginas].

Mato Grosso 2002. Lei nº 7.862, de 19 de dezembro de 2002. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Governo do Estado de Mato Grosso, Cuiabá. Disponível em: http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/lei%207.862_19%20DE_dezembro_%202002_sema.pdf.

Morais FT, Ferrari MVD, Venditozzi C, Campos JSASO 2018. O potencial da cadeia de resíduos de vidro de embalagem no Distrito Federal. In *Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, Anais...* Porto Alegre. Disponível em: <http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/838>.

Sankoh FP, Yan X, Conteh AMH 2012. A situational assessment of socioeconomic factors affecting solid waste generation and composition in Freetown, Sierra Leone. *Journal of Environmental Protection*, 3(7):563-568.

Mikaela Soares Silva Cardoso; Elimar Pinheiro do Nascimento;
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti; Francisco Javier Contreras Pineda

Sharholy M, Ahmad K, Vaishya RC, Gupta RD 2007. Municipal solid waste characteristics and management in Allahabad, India. *Waste management*, 27(4):490-496.

SLU 2014. Relatório do Diagnóstico de Resíduos Sólidos do Distrito Federal (2014). Disponível em: http://www.agenciabrasilia.df.gov.br/images/agencia_brasilia/2015/04-ABRIL/Relatorio_diagnostico_residuos_solidos_SLU_2014.pdf.

SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) 2015. Série histórica Resíduos Sólidos (2005 – 2015). Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>.

Soltani A, Hewage K, Reza B, Sadig R 2015. Multiple stakeholders in multi-criteria decision-making in the context of Municipal Solid Waste Management: a review. *Waste Management*, 35:318-328.

Zaman AU 2014. Measuring waste management performance using the 'Zero Waste Index': the case of Adelaide, Australia. *Journal of Cleaner Production*, 66:407-419.

Zaman AU, Lehmann S 2013. The zero waste index: a performance measurement tool for waste management systems in a 'zero waste city'. *Journal of Cleaner Production*, 50:123-132.

Zanta VM, Ferreira CFA 2003. Gerenciamento integrado de Resíduos Sólidos Urbanos. In AB Castilhos Junior (coord.). *Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte*. ABES, RiMa, Rio de Janeiro, p. 1-18.

Analysis of Urban Solid Waste Management in the capitals of the Midwest region using the Zero Waste Index method

ABSTRACT

The adequate management of Urban Solid Waste (RSU) brings economic and socioenvironmental benefits. The objective was to analyze the management of solid waste generated from 2005 to 2015 in Brasília, Goiânia, Campo Grande and Cuiabá using the Zero Waste Index (ZWI) method. ZWI evaluates the efficiency of RSU management according to the type of management: recycling brings positive impacts, causing the ZWI index to increase. Disposal of waste, without treatment, in landfills generates negative impacts and causes ZWI to decrease. The ZWI value ranges from 0 to 1: 0 indicates totally inefficient management and 1 represents maximum efficiency. The highest value of ZWI was found in Goiânia in the year 2013 (0.0912). ZWI values in the four capitals were very close to 0, indicating low management efficiency, since most of the solid waste was disposed of in landfills or dumps.

Keywords: Management; Solid Waste Management; Zero Waste Index.

Submissão: 07/03/2018

Aceite: 02/02/2019

Mikaela Soares Silva Cardoso; Elimar Pinheiro do Nascimento;
 Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti; Francisco Javier Contreras Pineda

APÊNDICE A

Tabela 8. Apêndice A

Continua...

BRASÍLIA - 2005						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	2.857,00	2399,88	24398,78	5428,3	8313,87
Reciclagem	Vidro	77	69,3	497,42	30,8	177,1
Reciclagem	Metal	1.270,00	1003,3	144526	12192	115570
Reciclagem	Plástico	4.146,00	3731,4	213104,4	5804,4	-47140,02
Reciclagem	Misto	0,00	0	0	0	0
Aterro	Misto	1.412.204,60	0	0	-593125,9	0
BRASÍLIA - 2007						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	2790	2343,6	23826,6	5301	8118,9
Reciclagem	Vidro	21	18,9	135,66	8,4	48,3
Reciclagem	Metal	592	467,68	67369,6	5683,2	53872
Reciclagem	Plástico	6087	5478,3	312871,8	8521,8	-69209,19
Reciclagem	Misto	0	0	0	0	0
Aterro	Misto	1.667.878,50	0	0	-700509	0
BRASÍLIA - 2009						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	1744	1464,96	14893,76	3313,6	5075,04
Reciclagem	Vidro	7	6,3	45,22	2,8	16,1
Reciclagem	Metal	670	529,3	76246	6432	60970
Reciclagem	Plástico	3135	2821,5	161139	4389	-35644,95
Reciclagem	Misto	0	0	0	0	0
Aterro	Misto	2.202.808,70	0	0	-925179,7	0
Brasília - 2011						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	3060	2570,4	26132,4	5814	8904,6
Reciclagem	Vidro	7	6,3	45,22	2,8	16,1
Reciclagem	Metal	1288	1017,52	146574,4	12364,8	117208
Reciclagem	Plástico	3890	3501	199946	5446	-44229,3
Reciclagem	Misto	0	0	0	0	0
Aterro	Misto	2025741,3	0	0	-850811,3	0
BRASÍLIA - 2013						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	3927	3298,68	33536,58	7461,3	11427,57
Reciclagem	Vidro	0	0	0	0	0
Reciclagem	Metal	1529	1207,91	174000,2	14678,4	139139
Reciclagem	Plástico	4721	4248,9	242659,4	6609,4	-53677,77
Reciclagem	Misto	0	0	0	0	0
Aterro	Misto	1822367,70	0	0	0	0

Análise do Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos nas Capitais da Região Centro-Oeste a Partir do Método Zero Waste Index

Mikaela Soares Silva Cardoso; Elimar Pinheiro do Nascimento;
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti; Francisco Javier Contreras Pineda

BRASÍLIA - 2015						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	3477	2920,68	29693,58	6606,3	10118,07
Reciclagem	Vidro	0	0	0	0	0
Reciclagem	Metal	3436	2714,44	391016,8	32985,6	312676
Reciclagem	Plástico	15005	13504,5	771257	21007	-170606,85
Reciclagem	Misto	496	124	4960	570,4	2976
Aterro	Misto	878299	0	0	-368885,6	0
GOIÂNIA - 2005						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	116	97,44	990,64	220,4	337,56
Reciclagem	Vidro	3	2,7	19,38	1,2	6,9
Reciclagem	Metal	17	13,43	1934,6	163,2	1547
Reciclagem	Plástico	28	25,2	1439,2	39,2	-318,36
Reciclagem	Misto	112	28	1120	128,8	672
Aterro	Misto	391742,8	0	0	-164532	0
GOIÂNIA - 2007						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	410	344,4	3501,4	779	1193,1
Reciclagem	Vidro	22	19,8	142,12	8,8	50,6
Reciclagem	Metal	50	39,5	5690	480	4550
Reciclagem	Plástico	202	181,8	10382,8	282,8	-2296,74
Reciclagem	Misto	36	9	360	41,4	216
Aterro	Misto	437.082,20	0	0	-183574,5	0
GOIÂNIA - 2009						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	1630,9	1369,956	1322,846	3098,71	4745,919
Reciclagem	Vidro	154,9	139,41	638,248	61,96	356,27
Reciclagem	Metal	98,8	78,052	37497,1	948,48	8990,8
Reciclagem	Plástico	329,5	296,55	4744,22	461,3	-3746,415
Reciclagem	Misto	92,3	23,075	4484504	106,145	553,8
Aterro	Misto	448450,4	0	0	-188349,2	0
GOIÂNIA - 2011						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	10732,7	9015,468	91657,258	20392,13	31232,157
Reciclagem	Vidro	1021,6	919,44	6599,536	408,64	2349,68
Reciclagem	Metal	652,9	515,791	74300,02	6267,84	59413,9
Reciclagem	Plástico	2164,7	1948,23	111265,58	3030,58	-24612,639
Reciclagem	Misto	611,7	152,925	6117	703,455	3670,2
Aterro	Misto	445264,4	0	0	-187011	0
GOIÂNIA - 2013						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	15401,1	12936,92	131525,39	29262,09	44817,201

Análise do Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos nas Capitais da Região Centro-Oeste a Partir do Método Zero Waste Index

Mikaela Soares Silva Cardoso; Elimar Pinheiro do Nascimento;
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti; Francisco Javier Contreras Pineda

Reciclagem	Vidro	1466	1319,4	9470,36	586,4	3371,8
Reciclagem	Metal	936,9	740,151	106619,22	8994,24	85257,9
Reciclagem	Plástico	31064	27957,6	1596689,6	43489,6	-353197,68
Reciclagem	Misto	877,8	219,45	8778	1009,47	5266,8
Aterro	Misto	451530,8	0	0	-189642,9	0
GOIÂNIA - 2015						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	15119,1	12700,04	129117,11	28726,29	43996,581
Reciclagem	Vidro	1439,2	1295,28	9297,232	575,68	3310,16
Reciclagem	Metal	919,7	726,563	104661,86	8829,12	83692,7
Reciclagem	Plástico	3049,5	2744,55	156744,3	4269,3	-34672,815
Reciclagem	Misto	861,7	215,425	8617	990,955	5170,2
Aterro	Misto	474138,8	0	0	-199138,3	0
CAMPO GRANDE - 2005						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	0	0	0	0	0
Reciclagem	Vidro	0	0	0	0	0
Reciclagem	Metal	0	0	0	0	0
Reciclagem	Plástico	0	0	0	0	0
Reciclagem	Misto	0	0	0	0	0
Aterro	Misto	176.992	0	0	-74336,6	0
CAMPO GRANDE - 2007						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	0	0	0	0	0
Reciclagem	Vidro	0	0	0	0	0
Reciclagem	Metal	0	0	0	0	0
Reciclagem	Plástico	0	0	0	0	0
Reciclagem	Misto	0	0	0	0	0
Aterro	Misto	196.865,70	0	0	-82683,6	0
CAMPO GRANDE - 2009						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	3963	3328,92	33844,02	7529,7	11532,33
Reciclagem	Vidro	0	0	0	0	0
Reciclagem	Metal	905	714,95	102989	8688	82355
Reciclagem	Plástico	2774	2496,6	142583,6	3883,6	-31540,38
Reciclagem	Misto	1093	273,25	10930	1256,95	6558
Aterro	Misto	208596,8	0	0	-87610,66	0
CAMPO GRANDE - 2011						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	32	26,88	273,28	60,8	93,12
Reciclagem	Vidro	0	0	0	0	0
Reciclagem	Metal	0	0	0	0	0
Reciclagem	Plástico	0	0	0	0	0
Reciclagem	Misto	0	0	0	0	0
Aterro	Misto	274868	0	0	-115444,6	0

Análise do Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos nas Capitais da Região Centro-Oeste a Partir do Método Zero Waste Index

Mikaela Soares Silva Cardoso; Elimar Pinheiro do Nascimento;
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti; Francisco Javier Contreras Pineda

CAMPO GRANDE - 2013						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	0	0	0	0	0
Reciclagem	Vidro	0	0	0	0	0
Reciclagem	Metal	0	0	0	0	0
Reciclagem	Plástico	0	0	0	0	0
Reciclagem	Misto	15000	3750	150000	17250	90000
Aterro	Misto	285000	0	0	-119700	0
CAMPO GRANDE - 2015						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	236	198,24	2015,44	448,4	686,76
Reciclagem	Vidro	1,8	1,62	11,628	0,72	4,14
Reciclagem	Metal	14	11,06	1593,2	134,4	1274
Reciclagem	Plástico	105,8	95,22	5438,12	148,12	-1202,946
Reciclagem	Misto	20,6	5,15	206	23,69	123,6
Aterro	Misto	304233	0	0	-127777,9	0
CUIABÁ - 2005						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	5,2	4,368	44,408	9,88	15,132
Reciclagem	Vidro	0	0	0	0	0
Reciclagem	Metal	0	0	0	0	0
Reciclagem	Plástico	3,1	2,79	159,34	4,34	-35,247
Reciclagem	Misto	0	0	0	0	0
Aterro	Misto	117833,3	0	0	-49489,99	0
CUIABÁ - 2007						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	21	17,64	179,34	39,9	61,11
Reciclagem	Vidro	0	0	0	0	0
Reciclagem	Metal	3	2,37	341,4	28,8	273
Reciclagem	Plástico	15	13,5	771	21	-170,55
Reciclagem	Misto	1	0,25	10	1,15	6
Aterro	Misto	139360	0	0	-58531,2	0
CUIABÁ - 2009						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	297,6	249,984	2541,504	565,44	866,016
Reciclagem	Vidro	15,2	13,68	98,192	6,08	34,96
Reciclagem	Metal	324,6	256,434	36939,48	3116,16	29538,6
Reciclagem	Plástico	503,3	452,97	25869,62	704,62	-5722,521
Reciclagem	Misto	553	138,25	5530	635,95	3318
Aterro	Misto	486462	0	0	-204314	0
CUIABÁ - 2011						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	301,7	253,428	2576,518	573,23	877,947

Análise do Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos nas Capitais da Região Centro-Oeste a Partir do Método Zero Waste Index

Mikaela Soares Silva Cardoso; Elimar Pinheiro do Nascimento;
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti; Francisco Javier Contreras Pineda

Reciclagem	Vidro	5,5	4,95	35,53	2,2	12,65
Reciclagem	Metal	134,2	106,018	15271,96	1288,32	12212,2
Reciclagem	Plástico	465,1	418,59	23906,14	651,14	-5288,187
Reciclagem	Misto	4,4	1,1	44	5,06	26,4
Aterro	Misto	160964,6	0	0	-67605,13	0
CUIABÁ - 2013						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	260,8	219,072	2227,232	495,52	758,928
Reciclagem	Vidro	12,7	11,43	82,042	5,08	29,21
Reciclagem	Metal	81,5	64,385	9274,7	782,4	7416,5
Reciclagem	Plástico	178,8	160,92	9190,32	250,32	-2032,956
Reciclagem	Misto	35,9	8,975	359	41,285	215,4
Aterro	Misto	206942,3	0	0	-86915,77	0
CUIABÁ - 2015						
Sistema de Gestão	Categoria de resíduos	Resíduos totais (t)	Matéria-prima economizada	Energia economizada (GJ)	CO ₂ não emitido (t)	Água economizada (mil litros)
Reciclagem	Papel	1514,9	1272,516	12937,246	2878,31	4408,359
Reciclagem	Vidro	10,7	9,63	69,122	4,28	24,61
Reciclagem	Metal	73,2	57,828	8330,16	702,72	6661,2
Reciclagem	Plástico	208,2	187,38	10701,48	291,48	-2367,234
Reciclagem	Misto	10,3	2,575	103	11,845	61,8
Aterro	Misto	227.412,70	0	0	-95513,33	0

Fonte: Autores.