

# Indicadores de sustentabilidade na gestão de resíduos sólidos urbanos: estudo de caso da Região Metropolitana do Recife.

Kátia Regina Monteiro Barbosa & José Fernando Thomé Jucá

Universidade Federal de Pernambuco

## Resumo

A gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil enfrenta um grande desafio para atendimento das exigências propostas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), vigente desde 2010, o que impõem desafios contínuos para os tomadores de decisão, principalmente dos pequenos municípios. Neste contexto, os indicadores de sustentabilidade apresentam-se como uma importante ferramenta de apoio, pois expõem as medidas de desempenho de um município em medida do seu desenvolvimento sustentável. Portanto, o principal objetivo deste artigo é apresentar uma avaliação das quatro dimensões da sustentabilidade (social, ambiental, econômica e legal/institucional) na gestão dos RSU na Região Metropolitana do Recife através de indicadores de sustentabilidade. Para isso, foi avaliada a evolução da região quanto as principais metas e diretrizes propostas pelos planos de resíduos sólidos e pelos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas. Foi constatado que alguns avanços foram alcançados nos últimos anos, porém a coleta seletiva e a autonomia financeira são as áreas mais deficientes. De acordo com os resultados deste estudo, os municípios da Região Metropolitana do Recife necessitam de mais ações de Educação Ambiental e ações conjunta entre os Poderes Públicos, a iniciativa privada e a população.

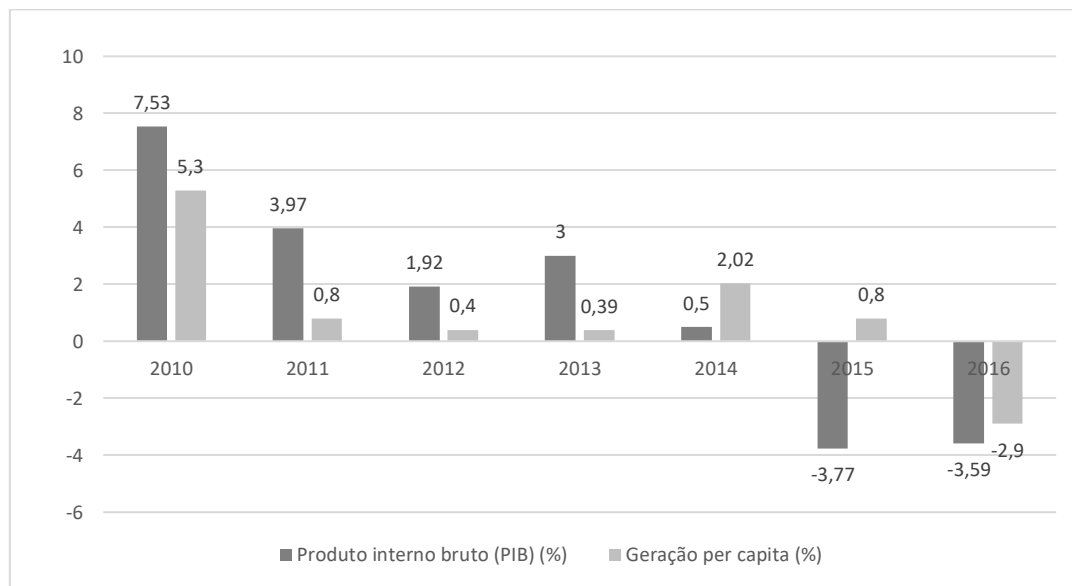
**Palavras-chave:** Saneamento Urbano, Indicadores de Sustentabilidade, Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), Revisão da Literatura.

## INTRODUÇÃO

Entre as diferentes áreas de atividades do saneamento, a gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) tem sido considerada um problema relevante e presente na sociedade atual, principalmente relacionada à ausência de dados e/ou falta de dados consistentes que permitam a comparação entre as cidades, uma vez que os problemas enfrentados pelos municípios podem ser considerados semelhantes, mesmo em diferentes regiões (WILSON *et al.*, 2015). Devido às condições econômicas e política, muitos países estão buscando diferentes caminhos para tornar seus serviços de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) mais eficientes através da realização de metas sustentáveis. Algumas alternativas para a reestruturação dos serviços públicos são possíveis a fim de gerar a maior redução de custos e alívio do estresse fiscal, tais como: subcontratação, cooperação intermunicipal, produção conjunta por políticas locais, regionais, nacionais e supranacionais, e produção privada com cooperação (PLATA-DIAZ *et al.*, 2014).

No Brasil, o principal desafio na gestão dos RSU tem sido as elevadas taxas de geração desses resíduos. Segundo dados divulgados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), é estimado que são recolhidas 161,4 mil toneladas por dia de resíduos domiciliares e públicos no país (SNIS, 2016a). Essas quantidades coletadas estão relacionadas às altas taxas de consumo, a crescente população brasileira e a urbanização. Nos últimos anos, pôde-se observar que a geração *per capita* de RSU tendeu a acompanhar o Produto Interno Bruto (PIB) do país. Tal afirmação pode ser verificada na Figura 1, na qual ilustra que o Brasil teve uma redução de 2,9% da geração *per capita* no ano de 2016, ano esse que foi marcado por uma crise econômica e redução do PIB em 3,59%.

Figura 1 – Relação entre a variação do PIB e a geração *per capita* de resíduos sólidos no Brasil (2010 a 2016).



Fonte: Modificado de IBGE (2010 a 2016) e ABRELPE (2010 a 2016).

Segundo Franco (2016) a geração de resíduos sólidos domiciliares pode ser relacionada inclusive com o poder econômico das famílias e o tamanho das cidades. Devendo-se investir em programas de educação ambiental e coleta seletiva adequados para cada tipo classe social, a fim de direcionar ações para planejar e melhorar a gestão desses resíduos. A geração *per capita* não é a única problemática na gestão dos RSU, uma vez que 19,5 milhões de toneladas de RSU coletados ainda são dispostos de forma inadequada em lixões e aterros controlados e apenas 3,4% do total de resíduos sólidos coletados são encaminhados para unidades de triagem e compostagem. (SNIS, 2016a). Tal cenário está em desacordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305 de 2010. Essa lei estabelece que esses resíduos devam ser destinados de forma a incluir a (reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético) e apenas seus rejeitos devem ser dispostos em aterros sanitários de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

Para Santos et al. (2015), o manejo dos RSU em uma região metropolitana em um país em desenvolvimento apresenta dificuldades associadas, principalmente, as altas taxas de crescimento populacional e de urbanização, bem como a falta de infraestrutura. Os principais problemas apontados pelos autores para a Região Metropolitana do Recife envolveram a sustentabilidade financeira dos projetos, o planejamento de curto prazo e a falta de envolvimento de importantes entidades da sociedade. Além disso, a região carece de um planejamento que visem solucionar os problemas de médio e longo prazo. Devendo-se contemplar escolhas mais adequadas dos locais e tecnologias que possam resultar em economia de escala que satisfaçam as questões financeiras e ambientais ao mesmo tempo.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014), em 2014, 54% da população mundial vivia em áreas urbanas, com previsão de crescimento de 66% em 2050. Havendo a necessidade de transformar a construção e a gestão desses espaços urbanos a fim de se alcançar o desenvolvimento sustentável. Nessa circunstância, a Organização das Nações Unidas (ONU) divulgou, em 2015, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, acordada em outubro de 2016, durante a III Conferência das Nações Unidas sobre Moradia e Desenvolvimento Urbano Sustentável. Esses objetivos visam orientar as políticas nacionais e as atividades de cooperação internacional até o ano de 2030. Foram contemplados 17 objetivos e 169 metas envolvendo diversas áreas de atuação. Todos os 193 Estados-membros integrantes da ONU, incluindo o Brasil, adotaram a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável do seu país.

Dentre os objetivos estabelecidos pela ONU, as metas do ODS número 11 ganha destaque na gestão dos resíduos sólidos dos espaços urbanos, que inclui aumentar a urbanização inclusiva, participativa e sustentável. Priorizando uma gestão que vise reduzir os impactos ambientais negativos *per capita* das cidades com especial atenção à qualidade do ar e gestão de resíduos municipais e saneamento. Além disso, foi proposto a meta de aumentar substancialmente o número de cidades e assentamento humanos que adotem e implemente políticas e planos integrados, levando em conta as necessidades diferenciadas das áreas rurais, periurbanas e urbanas (ONU, 2015). Segundo Verma e Raghubanshi (2018), as metas e os indicadores estabelecidos pelos ODS surgiram em um longo processo de negociações políticas e foram destinadas a serem universais ainda que não sejam aplicadas em todos os países. Os autores salientam que, apesar da sua contribuição, falta uma base científica bem desenvolvida na maioria das metas dos ODS e necessita-se de mais especificações e melhorias.

Neste cenário, o principal desafio de construir cidades sustentáveis está em desenvolver dispositivos para mensurar e acompanhar a sua evolução. Requerendo-se instrumentos que possam quantificar esse processo rumo ao desenvolvimento sustentável ou não. Os indicadores permitem medir esses avanços nas três principais dimensões da sustentabilidade (ambiental, social e econômica). A construção de indicadores de sustentabilidade, por outro lado, pode ser considerada uma tarefa complexa posto que cada indicador pode ter um campo de influência em mais de uma dimensão (GUIMARÃES E FEICHAS, 2009).

Portanto, os objetivos deste artigo são apresentar uma avaliação das dimensões da sustentabilidade na gestão dos RSU na Região Metropolitana do Recife através de indicadores de sustentabilidade, bem como acompanhar a evolução diante das principais metas e diretrizes propostas pelos Planos Nacional, Estadual e Metropolitano de Resíduos Sólidos e das metas estabelecidas pelo ODS 11 da ONU. Assim, espera-se poder contribuir para que os gestores da região tenham uma maior dimensão das áreas que merecem mais atenção para que esses objetivos possam ser alcançados até o ano de 2030.

## METODOLOGIA

Este artigo foi realizado em duas etapas: inicialmente foram obtidos os principais indicadores de sustentabilidade sobre os RSU do banco de dados do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS) do ano 2016. Os municípios que não possuíam indicadores deste ano, optou-se por coletar os indicadores do ano anterior, ou seja, 2015.

Do total dos 15 municípios participantes da Região Metropolitana do Recife, 13 foram analisados neste artigo, são eles: Cabo de Santo Agostinho, Camaragibe, Goiana, Igarassu, Ilha de Itamaracá, Ipojuca, Itapissuma, Jaboatão dos Guararapes, Moreno, Olinda, Paulista, Recife, São Lourenço da Mata. A exclusão dos municípios Araçoiaba e Abreu e Lima se deu pelo fato que o SNIS não apresentou levantamentos sobre eles. Os indicadores e suas dimensões da sustentabilidade estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Indicadores de sustentabilidade.

Dimensão	Indicador	Código do indicador
Social	Taxa de cobertura da coleta RDO em relação à população urbana	SO1
	Taxa de empregados por habitante urbano	SO2
	Existência de organização formal associativas de catadores	SO3
	Existência de trabalho social executado pela prefeitura para os catadores	SO4
Ambiental	Destinação dos resíduos em locais adequados	AM1

	Existência de coleta seletiva	AM2
	Taxa de cobertura da coleta seletiva porta-a-porta em relação à população urbana	AM3
Econômico	Massa (RDO+RPU) coletada per capita em relação à população urbana	EC1
	Receita arrecadada <i>per capita</i> com serviços de manejo em relação à população urbana	EC2
	Despesas <i>per capita</i> com RSU em relação à população urbana	EC3
Legal/ Institucional	Política de Saneamento Básico, conforme a Lei 11.445/2007.	LG1
	Plano municipal de saneamento básico, conforme a Lei 11.445/2007.	LG2
	Plano de Gestão de Resíduos Sólidos, conforme a Lei nº 12.305/2010.	LG3

Fonte: Modificado de SNIS (2016b).

RDO: resíduos domiciliares; RPU: resíduos públicos; RSU: Resíduos sólidos urbanos.

O desenvolvimento sustentável tem sido tradicionalmente dividido em três dimensões: a dimensões social, ambiental e econômica, somado com o institucional. O desenvolvimento sustentável deve ser equitativo, habitável e viável (TANGUAY *et al.*, 2010). Shen e Zhou (2014) identificaram cinco critérios principais para a seleção de indicadores de sustentabilidade: o escopo da dimensão de desenvolvimento sustentável, coerência da estratégia, participação pública, foco nos objetivos de desenvolvimento sustentável e consistência quanto ao significado e às dimensões dos indicadores de desenvolvimento sustentável.

A dimensão social é formada pela criação de processos com a finalidade de se obter uma sociedade equilibrada com uma melhora significativa na qualidade de vida da população mundial, com distribuição de renda, melhorias na saúde, na educação, nas oportunidades de emprego, etc. A dimensão ambiental engloba o uso racional dos recursos naturais, a fim de reduzir o volume de resíduos e da poluição através da política 3R (reduzir, reutilizar, reciclar). A dimensão econômica pode ser definida como o gerenciamento mais eficiente dos recursos e do fluxo constante de investimentos públicos e privados com o objetivo de alcançar um maior crescimento dos países. Finalmente, a dimensão Legal/institucional refere-se às estratégias políticas adotadas pelas autoridades governamentais para a promoção do desenvolvimento sustentável (FROEHLICH, 2014).

Na segunda etapa deste trabalho, foi realizado um diagnóstico da sustentabilidade da Região Metropolitana do Recife através das principais diretrizes, metas e ações contidas nos: Plano Nacional de Resíduo Sólido (PNRS); Plano Estadual de Resíduo Sólido (PERS) e Plano Metropolitano de Resíduo Sólido (PMRS) da Região Metropolitana do Recife. Elaborados após a instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), da qual determinou a criação desses planos como um de seus instrumentos e tem como princípios: a prevenção e a precaução dos resíduos sólidos; o poluidor-pagador e protetor-recebedor; o desenvolvimento sustentável; e uma visão sistêmica na gestão desses resíduos, da qual considera as variáveis ambiental, social, econômica, cultural, tecnológica e de saúde pública de cada região (BRASIL, 2010).

Para se acompanhar os avanços obtidos nos últimos anos na Região Metropolitana do Recife, são apresentados na Tabela 1 alguns indicadores mensurados no diagnóstico do PERS do ano de 2012.

Tabela 1 – Indicadores do diagnóstico da RMR do PERS.

Municípios	Taxa de cobertura (%)	Taxa de emprego (Emprego/ 1.000 hab.)	Massa coletada (kg/hab. x dia)	Destinação final *
Cabo de Santo Agostinho	86	0,6	2,41	1
Camaraigibe	95	0,75	1,01	0
Goiana	90	3	2,46	1

Igarassu	100	4,92	0,84	1
Ilha de Itamaracá	80	0,37	2,28	0
Ipojuca	70	0,53	1,28	0
Itapissuma	100	0,26	0,7	0
Jaboatão dos Guararapes	90	0,4	1,07	1
Moreno	80	1,03	0,66	1
Olinda	100	3,12	0,92	0
Paulista	95	0,95	1,07	1
Recife	100	1,11	1,58	1
São Lourenço da Mata	90	0,53	0,98	0

Fonte: Modificado Pernambuco (2012).

(\*) Foi atribuído indicador igual a 1 para destinação adequada, e igual a 0 para destinação não adequada.

Além disso, o diagnóstico contemplará uma avaliação da região através do objetivo número 11 dos ODS divulgados pela ONU (2015) do qual tem a proposta de tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Segundo MMA (2014), a Agenda Pós-2015 corresponde a uma soma de programas, ações e diretrizes a fim de orientar os trabalhos da ONU e de seus países-membros para o desenvolvimento sustentável construídos através da experiência adquirida com os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) encerrados em 2015. Os países devem buscar um formato de gestão mais transversal, equilibrando as três dimensões da sustentabilidade. Além disso, precisam promover iniciativas quanto aos padrões sustentáveis de consumo e produção, focando mais em política públicas que envolva uma nova disciplina e mecanismos eficazes de promoção da inovação tecnológica.

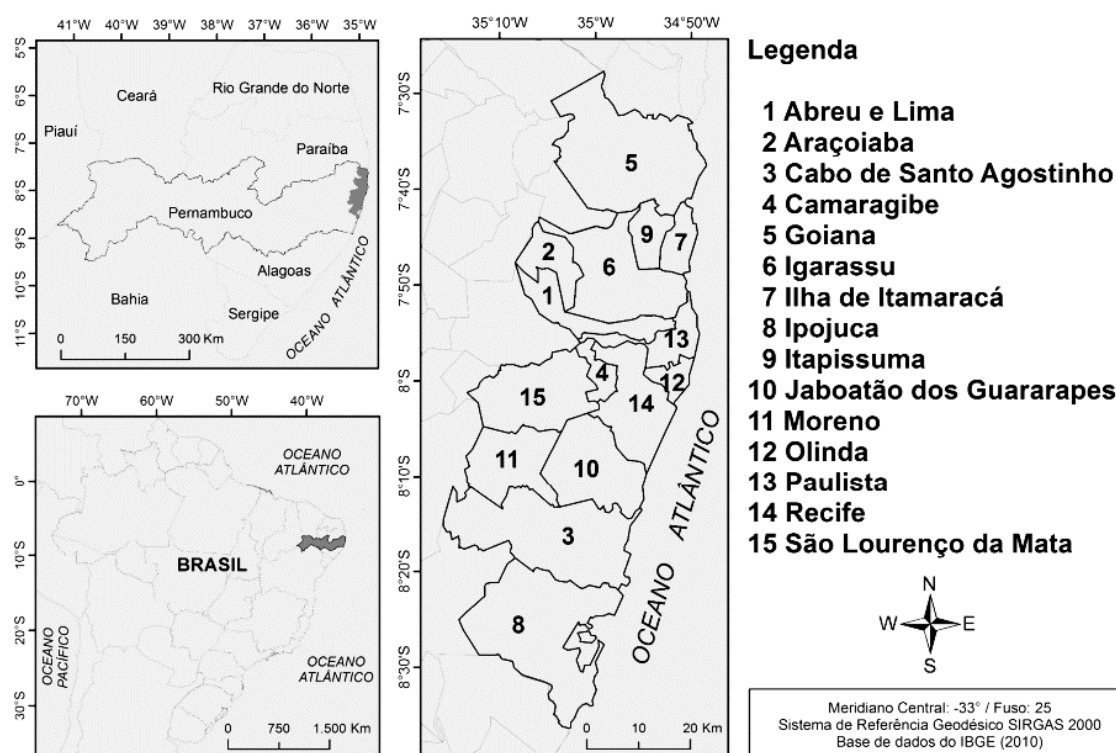
No Brasil, alguns ODM não puderam ser alcançados e para que esse cenário não se repita com os ODS, em 2030, faz necessário a implementação de um processo evolutivo para não se perder os avanços já garantidos. Destacando-se a importância da dimensão econômica no desenvolvimento, com ênfase na disponibilidade de recursos financeiros, a transferência de tecnologia, e a capacitação técnica Além da participação social fundamentada no exercício da democracia, por meio da prática de uma cidadania ativa (MMA, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Caracterização da área de estudo

A Região Metropolitana do Recife (RMR) é constituída por 15 (quinze) municípios e fica localizada na porção Leste da Região Nordeste, e está inserida, junto com o Distrito Estadual de Fernando de Noronha, na Mesorregião da Mata, na Região de Desenvolvimento Metropolitana do Estado de Pernambuco, e localizada no litoral do estado de Pernambuco (Figura 2). Possui uma população estimada de 4.044.948 habitantes, cerca de 42% da população total do estado de Pernambuco e uma densidade demográfica média de, aproximadamente, 1.257 habitante por km<sup>2</sup> (IBGE, 2017). A RMR apresenta um Indicador de Desenvolvimento Humano (IDH) municipal alto, de 0,734 (TAVARES, 2018), e PIB *per capita* de R\$ 24.912,52, muito acima do estado de Pernambuco que é de R\$ 16.795,34 (IBGE, 2015). Na Tabela 2 são apresentadas as informações gerais de cada município da RMR.

Figura 2 – Mapa da Região Metropolitana do Recife.



Fonte: Tavares (2018).

Tabela 2 – Informações gerais da RMR

Município	População estimada (2017) <sup>1</sup> (hab.)	PIB <i>per</i> <i>capita</i> (2015) <sup>2</sup> (R\$)	IDHM (2010) <sup>3</sup>	Área (2015) <sup>3</sup> (km <sup>2</sup> )	Densidade demográfica (hab./km <sup>2</sup> )
Abreu e Lima	99.364	13.438,04	0,679	126,193	787,40
Araçoiaba	20.268	5.784,63	0,592	96,381	210,29
Cabo de Santo Agostinho	204.653	39.492,78	0,686	448,735	456,07
Camaragibe	156.361	8.949,64	0,692	51,257	3.050,53
Goiana	79.249	49.198,06	0,651	445,810	177,76
Igarassu	115.398	22.272,55	0,665	305,560	377,66
Ilha de Itamaracá	25.789	8.533,75	0,653	66,684	386,73
Ipojuca	94.533	95.950,66	0,619	527,107	179,34
Itapissuma	26.338	50.599,67	0,633	74,235	354,79
Jaboatão dos Guararapes	695.956	19.322,69	0,717	258,694	2.690,27
Moreno	62.119	9.202,06	0,652	196,072	316,82
Olinda	390.771	13.515,06	0,735	41,681	9.375,28
Paulista	328.353	12.362,83	0,732	97,312	3.374,23
Recife	1.633.697	29.701,32	0,772	218,435	7.479,10
São Lourenço da Mata	112.099	8.845,69	0,653	262,106	427,69

Fonte: (1) IBGE (2017); (2) IBGE (2015); (3) Tavares (2018).

PIB: Produto interno bruto. IDHM: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal.

### **Indicadores de sustentabilidade na gestão dos RSU**

Na Tabela 3, são apresentados os indicadores de sustentabilidade para a RMR. Para os municípios de Cabo de Santo Agostinho, Camaragibe, Goiana e Ilha de Itamaracá foram adotados os indicadores do SNIS (2015). Para os demais municípios, foram adotados os indicadores do SNIS (2016).

Tabela 3 – Indicadores de sustentabilidade dos municípios da RMR.

Indicadores de sustentabilidade		unidade	Cabo de santo agostinho	Camaragibe	Goiana	Igarassu	Ilha de Itamaracá	Ipojuca	Itapissuma	Jaboatão dos Guararapes	Moreno	Olinda	Paulista	Recife	São Lourenço da Mata
Social	SO1 - Tx de cobertura	%	98,15	100,00	100,0	100,00	91,59	100,00	100,00	100,00	95,00	100,00	98,28	100,00	99,16
	SO2 -Tx de emprego	Emprego/ 1.000 hab.	4,05	1,05	2,21	1,81	NI	3,33	2,74	1,52	0,77	1,20	1,06	1,68	1,00
	SO3 - Entidades associativas de catadores	Existência <sup>1</sup>	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0
	SO4 - Trabalho social executado pela prefeitura	Existência <sup>1</sup>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Ambiental	AM1 - Destinação dos resíduos	Destinação adequada <sup>1</sup>	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
	AM2 - Coleta seletiva	Existência <sup>1</sup>	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
	AM3 - Tx de cobertura da coleta seletiva	%	-	-	24,87	-	9,52	-	4,98	10,35	-	5,83	-	24,80	-
Econômico	EC1 - Massa coletada	Kg/ (hab. x dia)	1,00	0,91	1,07	0,88	1,41	3,52	1,25	0,66	0,52	1,04	1,17	1,38	1,27
	EC2 -Receita arrecadada	R\$/hab. <sup>2</sup>	26,86	6,57	2,73	-	-	30,32	0,02	17,62	1,12	11,65*	-	67,45	-
	EC3 - Despesa	R\$/hab.	124,56	63,24	162,39	77,11	98,97	252,29	90,95	74,35	70,60	49,12	74,03	145,37	55,18
Legal/ Institucional	LG1 - Política de saneamento básico	Existência <sup>1</sup>	NI	NI	NI	0	NI	1	0	0	0	0	0	1	0
	LG2 - Plano municipal de saneamento básico	Existência <sup>1</sup>	NI	NI	NI	0	NI	1	0	0	0	0	0	1	0
	LG3 -Plano de gestão dos resíduos sólidos	Existência <sup>1</sup>	NI	NI	NI	0	NI	0	0	1	0	0	0	1	0

Fonte: Modificado de SNIS (2015) para Cabo de Santo Agostinho, Camaragibe, Goiana e Ilha de Itamaracá e SNIS (2016) para os demais municípios. (\*) Tavares (2018).

NI: não informado. (1) Foi atribuído indicador igual a 1 para destinação adequada, e igual a 0 para destinação não adequada. (2) Taxa cobrada junto com o IPTU.



## Dimensão social

Relativos a dimensão social, alguns progressos podem ser verificados. Atualmente, a taxa de cobertura da coleta dos resíduos sólidos domiciliares é de 98,6%, com 8 municípios cobrindo sua totalidade. Em 2012, segundo o PERS, apenas 4 municípios possuíam 100% de cobertura, e a RMR apresentava uma taxa de cobertura média de 90,5%. A taxa de empregos por habitante também foi um indicador que cresceu. Em 2012, a média da RMR era de 1,4 empregos para cada mil habitantes, e em 2016, obteve-se um aumento de 38%, apresentando-se uma taxa de 1,9 empregos para cada mil habitantes.

Os indicadores sociais mostram que apenas 7 municípios possuem entidades associativas, e somente 5 desses municípios dispõem de algum tipo de trabalho social fornecido pelas prefeituras. Totalizando 16 entidades associativas com 260 pessoas associadas. Marcando a coleta seletiva pela informalidade e desvalorização dos catadores. O PNRS estabeleceu que até 2027 a região nordeste deve contar com 135.360 catadores associados. Para que a RMR possa contribuir com esse número, é preciso que os municípios invistam mais no cadastro desses catadores a fim de tira-los da informalidade. Além de incentivar as organizações cooperativas de catadores e estabelecer programas de incentivo para a estruturação das unidades de triagem, como foi proposto pelo PMRS.

## Dimensão ambiental

Na dimensão ambiental, no ano de 2012, 6 municípios possuíam sua destinação inadequada em lixões, eram eles: Camaragibe, Ilha de Itamaracá, Ipojuca, Itapissuma, Olinda e São Lourenço da Mata. Atualmente, apenas dois municípios continuam com essa destinação: Camaragibe e São Lourenço da Mata. E Ipojuca destina seus resíduos para um aterro controlado. Apesar dos avanços observados, o cenário está em desacordo com o PNRS que exigiu que, até 2014, 100% dos lixões e aterro controlados fossem eliminados e que, até 2027, esses locais sejam completamente recuperados.

Segundo Pernambuco (2014), dos lixões desativados na RMR, apenas os lixões dos municípios de Cabo de Santo Agostinho, Moreno e Paulista já possuíam projetos de remediação elaborados e/ou em execução e um dos lixões da Ilha de Itamaracá foi considerada como estável, em decorrência do seu longo período de desativação. À vista disso, o “estudo de concepção de coleta seletiva, tratamento e disposição em aterro sanitário da RMR”, apresentou alternativas de soluções para o encerramento e remediação dos demais lixões dos municípios de Abreu e Lima, Araçoiaba, Igarassu, Ilha de Itamaracá e Itapissuma. Sendo assim, se esses planos forem executados, é possível atender as exigências do PERS para que 100% das áreas de disposição de resíduos a céu aberto sejam recuperadas até o ano de 2032. No Quadro 2 são apresentados os lixões identificados na RMR e sua situação no ano de 2014. É possível observar que a PNRS, instituída no ano de 2010, teve uma significativa importância para a desativação desses lixões.

Quadro 2 – Lixões da RMR

Municípios	Nº de unidades	Período de funcionamento	Situação
Abreu e Lima	1	1991 a 2011	Desativado
Araçoiaba	1	2004 a 2013	Desativado
Cabo de Santo Agostinho	1	NI	Com projeto de remediação e em execução
Camaragibe	1	-	Em operação
Igarassu	1	2003 a 2007	Desativado
Ilha de Itamaracá	3	1980 a 1990	Desativado a mais de 20 anos, estável e com área de cobertura natural
		1990 a 2010	Desativado
		2009 a 2010	Desativado - curto período de

			funcionamento
Itapissuma	1	1989 a NI	Desativado
Moreno	2	NI	Com projeto de remediação e em execução
Paulista	2	NI	Área da Alameda Paulista - foi coberta com habitações e infraestrutura
		NI	Área da Mirueira – com projeto de remediação e em execução
São Lourenço da Mata	1	-	Em operação

Fonte: Modificado Pernambuco (2014).

NI: não informado

Na RMR existe uma baixa eficácia da coleta seletiva, dos 13 municípios analisados, apenas 6 realizam coleta seletiva, com uma taxa de cobertura média de, aproximadamente, 13%. Além disso, do total de resíduos coletados, dos municípios que realizam algum tipo de coleta seletiva, menos de 1% são reciclados, e apenas 31% desses resíduos são recuperados, conforme pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4 – Coleta seletiva na RMR.

Município	Resíduo coletado (t/ano)	Resíduo reciclado (t/ano)	Participação da coleta seletiva	Quantidade recuperada (t/ano)	Efetividade da coleta seletiva
Goiana	23.577,00	159,81	0,68%	56,35	35,3%
Ilha de Itamaracá	9.961,40	348,06	3,49%	NI	NI
Itapissuma	9.144,00	23,91	0,26%	NI	NI
Jaboatão dos Guararapes	161.733,50	1.041,18	0,64%	208,64	20,0%
Olinda	145.528,90	237,12	0,16%	71,31	30,7%
Recife	817.375,70	2.698,47	0,33%	1.021,72	37,86%

Fonte: Modificado de SNIS (2015) para Jaboatão dos Guararapes e SNIS (2016) para demais municípios.

NI: não informado.

Esse cenário está muito distante das exigências dos planos de resíduos sólidos. Para que a meta de redução de 25% dos resíduos sólidos dispostos em aterros sanitários até o ano de 2032, estabelecida pelo PERS, seja alcançada, será necessário um conjunto de ações na RMR, que incluem: uma maior cobertura da coleta seletiva; educação ambiental, internalizando o conceito dos 3 Rs e, assim, esses materiais sejam devidamente separados na fonte de geração; e a valorização do mercado de reciclados. Segundo Pernambuco (2012), apenas 21% da composição gravimétrica da RMR é composta por rejeito, 24,8% são materiais com potencial de serem reciclados e apenas através de uma coleta seletiva eficiente e da participação da sociedade é possível evitar que esses materiais sejam aterrados sem sua devida recuperação. Além disso, o PNRS ressalta a importância da compostagem da parcela orgânica dos RSU, da qual representa 54,2% dos RSU da RMR.

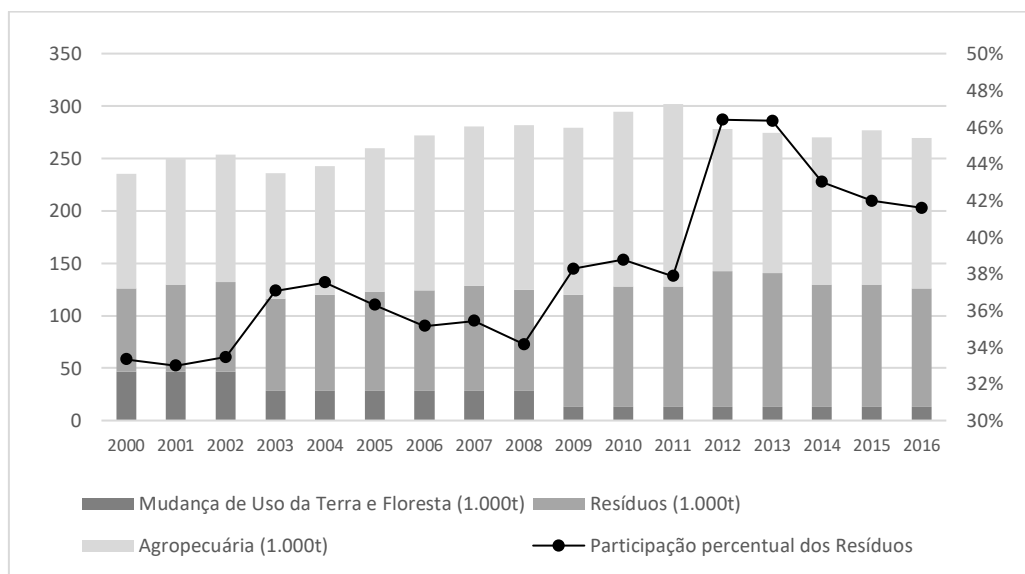
#### *Gases de Efeito Estufa*

Segundo SEEG (2017), o Brasil é o sétimo maior emissor dos GEE no mundo, com 3,4 % das emissões mundiais. No ano de 2016, foram estimadas uma emissão de, aproximadamente, 3,2 milhões toneladas de CH<sub>4</sub> na gestão dos RSU que incluem o tratamento de resíduos sólidos e o tratamento e afastamento de seus efluentes líquidos. Enquanto que as emissões de CO<sub>2</sub> foram de, aproximadamente, 241 mil toneladas. Esse cenário pode ser explicado pelo aumento do número de aterros sanitários no país, que, segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), do ano de 2010 a 2016, houve uma redução de 96 unidades de lixões e aterros controlados e um aumento de 101 unidades de aterros sanitários no país.

Apesar da redução dessa disposição inadequada ser um avanço na gestão dos RSU, proporcionado principalmente pelas políticas públicas instituídas nos últimos anos, pode-se, por outro lado, causar maiores problemas climáticos. Devendo-se obter um maior gerenciamento e controle ambiental dessas áreas para se evitar o aumento da emissão do metano para a atmosfera.

No estado de Pernambuco, em 2016, às emissões dos GEE foi de cerca de 13 mil toneladas de CO<sub>2</sub> e 113 mil toneladas de CH<sub>4</sub> nas áreas de RSU. A emissão de metano originada dessas atividades, aumentou cerca de 43% nos últimos 16 anos e, em 2016, representou cerca de 42% das emissões totais de metano no estado. Esse aumento pode ser acompanhado através da Figura 3.

Figura 3 – Emissão de metano por atividade econômica em Pernambuco (2000- 2016).



Fonte: Modificado de SEEG (2000 a 2016).

### Dimensão econômica

Na dimensão econômica, a RMR apresentou uma redução da massa coletada *per capita* em relação à população urbana. Em 2012, a média era de 1,3 kg por habitante dia e, em 2016, passou a ser 1,2 kg por habitante dia. Próximo da taxa média de 1,1 kg por habitante dia exigida pelo PNRS. Porém, individualmente, os municípios de Igarassu, Ipojuca, Itapissuma, Olinda e Paulista apresentaram um aumento de sua taxa.

Com relação aos indicadores econômicos, segundo Pernambuco (2012), em 2012, as despesas com a gestão dos RSU apresentaram valores médios de, aproximadamente, R\$ 70,00 por habitante. E que apenas 10,9% dos municípios brasileiros possuíam algum tipo de cobrança pelo serviço de gestão de RSU, sendo a tarifa a modalidade escolhida por 7,9% desses municípios. Uma outra forma de incentivo é ICMS socioambiental, na RMR menos de 10% dos municípios pernambucanos receberam esse tipo de recurso. Evidenciando a necessidade de aprimorar os instrumentos e mecanismos de incentivo que permitam o poder público realizar ações mais efetivas quando a redução do volume de resíduos gerados, à destinação ambientalmente adequada e à inclusão de catadores.

Atualmente, as despesas com a gestão dos RSU na RMR é de, aproximadamente, R\$ 102 por habitante. Porém, dos municípios que realizam a cobrança com taxas ou outras formas de cobrança pela prestação de serviços de manejo do RSU, a receita obtida possui uma média de, aproximadamente, R\$ 18 por habitante. Representando um déficit de R\$ 84 por habitante. Alguns municípios, ainda não possuem nenhum tipo de cobrança, arcando com todos os custos dos serviços de RSU, são eles: Igarassu, Ilha de Itamaracá, Paulista e São Lourenço da Mata. Referente ao incentivo fornecido pela arrecadação do ICMS

socioambiental, segundo Tavares (2018), dois municípios não possuem esse tipo de benefício que são Camaragibe e São Lourenço da Mata, juntamente por ainda realizarem a destinação dos RSU em lixões.

A importância dessa dimensão da sustentabilidade é justamente garantir que cada município apresente sustentabilidade financeira nas ações do setor dos resíduos e como referido por Tavares (2018), os municípios que possuem a cobrança de Taxa de Coleta, Remoção e Tratamento ou Destinação de Resíduos Domiciliares (TRSD) possuem maior autonomia financeira. À vista disso, é sugerido que os municípios que não possuem esse tipo de cobrança passem a criar e implementar esse sistema de cobrança como proposto pelo PMRS.

### **Dimensão legal/ institucional**

Na dimensão legal/ institucional aborda-se a importância de os municípios possuírem a Política de Saneamento Básico, o Plano Municipal de Saneamento Básico e o Plano de Gestão de Resíduos Sólido. Esses planos são de relevância para a gestão dos RSU e assim fazer cumprir a Lei de Saneamento Básico (Lei 11.445/2007) e a Lei da PNRS (Lei 12.305/2010).

Os consórcios municipais são a melhor estratégia para tornar a gestão dos RSU em áreas metropolitanas mais eficiente. De forma que o poder público tenha condições de assumir as demandas de sua competência na área socioambiental. Na RMR, atualmente, existe o Consórcio Metropolitano de Resíduos Sólidos (COMETRO), com a participação do Governo do Estado e dos 14 municípios da época de criação do consórcio, já que Goiana só foi incluída na RMR no ano de 2018.

Segundo os indicadores nessa dimensão, apenas Recife apresentou tonalidade nos planos e políticas exigidos. Ipojuca dispõe de Política de Saneamento Básico e Plano Municipal de Saneamento Básico e Jaboatão dos Guararapes porta o Plano de Gestão dos Resíduos Sólidos. Porém, 6 municípios (Igarassu, Itapissuma, Moreno, Olinda, Paulista, São Lourenço da Mata) não possuem nenhum plano e os demais (Cabo de Santo Agostinho, Camaragibe, Goiana e Ilha de Itamaracá) não apresentam informações.

Segundo o Decreto nº 7.217 de 2010, os municípios só receberão os recursos da União, destinados ao investimento em saneamento básico, caso tenham elaborado o seu Plano Municipal de Saneamento Básico, conforme a Lei de Saneamento Básico (Lei 11.445/2007), com a finalidade de valorizar o planejamento e controle social, e maior gestão dos recursos públicos. Segundo Brasil (2010), Lei nº 12.305 de 2010, os municípios que optarem por soluções consorciadas intermunicipais para gestão dos resíduos sólidos estarão dispensados da elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, desde que o plano intermunicipal atenda ao conteúdo mínimo proposto pelo Art. 19 dessa lei. Esse cenário é preocupante para a autonomia financeira dos municípios da RMR.

### **CONCLUSÕES**

Foram coletados 13 indicadores de sustentabilidade, nas suas quatro dimensões (social, ambiental, econômica e legal/institucional), para a gestão sustentável dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) na Região Metropolitana do Recife. Através desses indicadores pode-se obter um diagnóstico da situação atual da gestão da região, e identificar seus principais avanços e deficiências voltados para a sustentabilidade.

Constatou-se que a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) foi de grande importância para direcionar a gestão dos RSU na Região Metropolitana do Recife, apresentando avanços nas quatro dimensões nos últimos quatro anos (2012 a 2016). Com aumento da taxa de cobertura da coleta dos Resíduos Sólidos Domiciliares e da taxa de empregos gerados na área dos RSU. Houve-se uma redução da geração *per capita* dos RSU e uma maior destinação adequada desses resíduos, com fechamento dos principais lixões e a existência de projetos de remediação e controle dessas áreas.

As principais deficiências da gestão dos RSU estão na coleta seletiva e na autonomia financeira dos municípios. Apesar da criação de organizações formais de associativas de catadores e trabalhos sociais executados pela prefeitura para esses profissionais, essa área é marcada pela informalidade, baixa eficiência, pouca participação da população e pouco controle das prefeituras. Esse cenário acaba por contribuir para que a maior parte dos resíduos sejam destinados a aterros sanitários sem a prévia separação, como exige a PNRS. Perdendo um grande potencial econômico, visto que devido a composição gravimetria dos RSU da RMR, 79% desses resíduos poderiam ser destinados a centrais de triagem ou compostagem.

Essa situação reflete a situação econômica dos municípios da Região Metropolitana do Recife, que mesmo com o crescimento dos investimentos na gestão dos RSU, a maior parte das despesas são arcadas pelas prefeituras. Colaborando com a falta de participação da população no controle desses resíduos. Só por meio de investimentos na educação ambiental na área dos RSU será possível se obter uma maior consciência crítica em relação ao meio ambiente. Gerado através da responsabilidade conjunta dos poderes públicos, da iniciativa privada e da população nas ações da gestão municipal desses resíduos.

Mais estudos são necessários para avaliar a sustentabilidade da Região Metropolitana do Recife, principalmente quanto ao tratamento dos RSU, a fim de propor alternativas sustentáveis com a devida recuperação energética dos RSU. Para que a gestão desses resíduos seja mais eficiente e sustentável e possa atender as metas e objetivos propostos pela ONU (2015) é necessário um conjunto de ações que englobem não somente a redução na geração dos resíduos, mas também a reutilização dos resíduos, a reciclagem, o aproveitamento energético, e principalmente as questões sociais relacionadas aos trabalhadores que atuam na cadeia dos resíduos sólidos Além de enfatizar o combate à mudança climática, promovendo a implantação de energia limpa, incluindo as tecnologias de baixas ou zero emissões.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores gostariam de agradecer a Universidade Federal de Pernambuco e a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) pelo apoio financeiro concedido.

## **REFERÊNCIAS**

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama de resíduos sólidos no Brasil [Overview of solid waste in Brazil]. (São Paulo, Brazil: Brazilian Association of Public Cleaning and Special Waste Companies).

Brasil (2007). Lei nº 11445/2007. 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 Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978 [Law No. 11445/2007. Establishes the national guidelines for basic sanitation, creates the Interministerial Committee for Basic Sanitation, amends Law No. 6,766, dated December 19, 1979, Law No. 8,036, of May 11, 1990, Law No. 8,666 of June 1993 and Law No. 8,987 of February 13, 1995, and repealed Law No. 6,528 of May 11, 1978]. (Brasília, Brazil: The Republic Presidency).

Brasil (2010). Lei nº 12305/2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências [Law No. 12305/2010. The institution of a National Solid Waste Policy, modifications of Law No. 9605 of February 12, 1998 and other measures]. (Brasília, Brazil: The Republic Presidency).

Brasil (2010). Decreto nº 7217/2010. Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências [Decree No. 7217/2010. Regulates Law No. 11,445 of January 5, 2007, which establishes national guidelines for basic sanitation, and provides other measures]. (Brasília, Brazil: The Republic Presidency).

Brasil (2011). Ministérios do Meio Ambiente. Plano Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS [National Solid Waste Plan]. (Brasília, Brazil: Ministries of Environment).

Franco, C.S. (2016). "Household solid waste: influence of city size and economic class in southern Minas Gerais, Brazil." *Journal of Solid Waste Technology and Management*. Volume 42, No. 4, pp. 308 - 318.

Froehlich, C. (2014). Sustentabilidade: dimensões e métodos de mensuração de resultados [Sustainability: dimensions and methods of measuring results]. *Desenvolve: Revista de Gestão do Unilasalle*. Volume 3, No. 2, pp.151- 168.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (Brazil: Brazilian Institute of Geography and Statistics - <https://sidra.ibge.gov.br/home/pms/brasil>). Accessed June, 2018.

Guimarães, R.P. & Feichas, S.A.Q (2009). "Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade [Challenges in building sustainability indicators]". *Ambiente & Sociedade*, Volume 12, No 2, pp. 405 - 414.

MMA (2014) - Ministério do Meio Ambiente. Negociação da agenda de desenvolvimento pós-2015: elementos orientadores da posição brasileira [Negotiation of the post 2015 development agenda: elements guiding the Brazilian position]. (Brasília, Brazil: Ministries of Environment - <http://www.mma.gov.br/>). Accessed June, 2018.

Rathmann, R. (2007). Modelagem setorial de opções de baixo carbono para o setor de gestão de resíduos [Sector modeling of low carbon options for the waste management sector]. (Brasília, Brazil: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, ONU Meio Ambiente [Ministry of Science, Technology, Innovation and Communications, UN Environment]).

Pernambuco (2012). Plano Estadual de Resíduos Sólidos – PERS [State Solid Waste Plan]. (Recife, Brazil: Secretariat of Environment and Sustainability).

Pernambuco (2011). Secretaria das Cidades. Plano Metropolitano de Resíduos Sólidos – PMRS: Região Metropolitana do Recife [Secretary of the Cities. Metropolitan Plan of Solid Waste: Metropolitan Region of Recife]. (Recife, Brazil: Secretariat of Environment and Sustainability).

Pernambuco (2014). Secretaria das Cidades. Estudo de concepção de coleta seletiva, tratamento e disposição em aterro sanitário: Região Metropolitana do Recife – RMR [Design study of selective collection, treatment and disposal in landfill: Metropolitan Region of Recife - RMR]. (Recife, Brazil: Secretariat of Environment and Sustainability).

Plata-Siaz, A.M., Zafra-Gómez, J.L., Pérez-López, G. & López-Hernández, A.M. (2014). "Alternative management structures for municipal waste collection services: the influence of economic and political factors." *Waste Management*, Volume 34, No. 11, pp. 1967-1976.

Santos, S.M., Gavazza, S., Gomes, E.T.A.Florenco, L. & Kato, M.T. (2015). "Barriers to the regionalization of municipal solid waste management: A case study of the Recife Metropolitan Region, Brazil." *Journal of Solid Waste Technology and Management*. Volume 41, No. 4, pp. 329 - 334.

SEEG – Sistema de estimativas de emissões e remoções de gases de efeito estufa (2017). Estimativas de emissões de gases de efeito estufa do Brasil 1970 – 2016 [Estimates of emissions of greenhouse gases from Brazil 1970 - 2016]. (Brazil: Greenhouse Gas Emission and Removal Estimation System - <http://seeg.eco.br/>). Accessed June, 2018.

Shen, L. & Zhou, J. (2014). Examining the effectiveness of indicators for guiding sustainable urbanization in China. *Habitat International*. Volume 44, pp. 111–120.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2016a). Ministério das cidades. Diagnóstico de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2016 [Diagnosis of Urban Solid Waste Management - 2016]. (Brasília, Brazil: Ministry of Cities).

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2016b). Ministério das cidades. Glossário de informações – Resíduos Sólidos [Glossary of information - Solid Waste.]. (Brasília, Brazil: Ministry of Cities - <http://www.snis.gov.br/>). Accessed June, 2018.

Tanguay, G.A., Rajaonson, J., Lefebvre, J.-F. & Lanoie, P. (2010). Measuring the sustainability of cities: an analysis of the use of local indicators. *Ecoogical. Indicators*. Volume 10, pp. 407–418

Tavares, G.S.C. (2018). Contribuição para a sustentabilidade na gestão dos resíduos sólidos urbanos nos municípios da região metropolitana do recife (RMR) [Contribution to sustainability in the management of solid urban waste in the municipalities of the metropolitan reef region]. Dissertation, Federal University of Recife, Brazil.

Verma, P. & Raghubanshi, A.S. (2018). “Urban sustainability indicators: Challenges and opportunities.” *Ecological Indicators*. Volume 93, pp. 282 - 291.

Wilson, D.C., Rodic, L., Cowing, M.J. & et al. (2015). “‘Wasteaware’ benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities.” *Waste Management*. Volume 35, pp. 329 - 342.

ONU (2015) - Organização das Nações Unidas, Agenda 2030 [The 2030 Agenda]. (Brazil: United Nations - <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>) Accessed June, 2018.