

Estudo de caso do sistema de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos em Castanhal-PA

Case study of the urban solid waste management system in Castanhal-PA

DOI:10.34117/bjdv9n1-121

Recebimento dos originais: 12/12/2022

Aceitação para publicação: 10/01/2023

Mário Marcos Moreira da Conceição

Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua Itamarati, N° 390, São José, Castanhal – PA, Brasil
E-mail: mariomarcosmc.7@gmail.com

Josiane Coutinho Mathews

Especialista em Análise Ambiental
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rodovia Mário Covas, 180, Coqueiro, Belém - PA
E-mail: josianecoutinho93@gmail.com

Carlos Rafael lobo da Silva

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade da Amazônia (UNAMA)
Instituição: Universidade da Amazônia (UNAMA)
Endereço: Avenida Alcindo Cacela, 287
E-mail: Engcrafaell@gmail.com

Eva da Conceição Estumano

Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade do Estado do Pará
Instituição: Universidade do Estado do Pará
Endereço: Tv. Dr. Enéas Pinheiro, 2626, Belém - PA
E-mail: estumano14@gmail.com

Wankes Solony de Carvalho Chaves Junior

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: R. Augusto Corrêa, 01, Guamá, Belém
E-mail: wankesj@gmail.com

Danilo Puget da Fonseca

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade da Amazônia (UNAMA)
Instituição: Universidade da Amazônia (UNAMA)
Endereço: Tv. Lomas Valentinas, n° 1066, apt° 2001, Belém - PA
E-mail: danilopf@outlook.com

Arianny Suzan Ripardo e Silva

Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade do Estado do Pará
Instituição: Universidade do Estado do Pará
Endereço: R. Pedro Porpino da Silva, 118, São José, Castanhal – PA
E-mail: ariannysuzan@hotmail.com

Walmeci Ferreira de Freitas Junior

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade da Amazônia (UNAMA)
Instituição: Universidade da Amazônia (UNAMA)
Endereço: Travessa Enéas Pinheiro, n 1039, Pedreira, Belém - PA
E-mail: walmecijunior@gmail.com

Cássio Rodrigo da Silva Araújo

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01 Guamá, Belém – Pará, CEP: 66075-110
E-mail: eng_cassioaraujo@hotmail.com

Rafaela Alves Veras

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária
Instituição: Universidade do Estado do Pará
Endereço: Rua Pedro Porpino da Silva, n° 1181, São José, Castanhal - Pa
E-mail: rafaela5veras@gmail.com

José Alvino Pereira de Lima Júnior

Graduado em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade do Estado do Pará
Instituição: Universidade do Estado do Pará
Endereço: Rua Raimundo Pádua, n° 1084, Saudade II, Belém – PA, Brasil
E-mail: j.alvinojr@gmail.com

Simile Soares dos Santos

Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade do Estado do Pará
Instituição: Universidade do Estado do Pará
Endereço: R. Pedro Porpino da Silva, 1181, Salgadinho, Castanhal - PA
E-mail: similesoares3@gmail.com

Nubia Jane da Silva Batista

Graduada em Engenharia Civil pela Facci Wyden
Instituição: Facci Wyden
Endereço: Tv. Tupinambás, 461, Batista Campos, Belém - PA
E-mail: nubiabatista257@gmail.com

Breno da Silva Amaral

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua Augusto Corrêa, n° 01, Guamá, Belém - PA
E-mail: brenoamaral1@gmail.com

Ricardo Sousa Costa

Graduado em Ciências Naturais – Biologia pela Universidade do Estado do Pará

Instituição: Universidade do Estado do Pará

Endereço: Travessa Castanhal, n° 432, Angelim, Paragominas - PA, Brasil

E-mail: ricardosousac9@gmail.com

RESUMO

A presente pesquisa justifica-se pela atual forma ambientalmente inadequada do sistema de gestão e gerenciamento dos resíduos e rejeitos no município de Castanhal-PA, e tem como objetivo sintetizar as informações do sistema, objeto desta pesquisa, e subsidiar a tomada de decisão do poder público. O método utilizado nesta pesquisa foi o dedutivo. A abrangência da pesquisa constituiu a observativa, sistemática e direta, associada ao levantamento de dados documentais. Inicialmente foram confeccionados e aplicados formulários semiestruturados por meio do protocolo de ofícios às secretarias diretamente envolvidos no saneamento básico do município: SEMMA e SEMOB, para levantamento de informações quanto a gestão e gerenciamento de RS em Castanhal-PA. Os dados obtidos também indicaram que não existem informações referentes a quantidade (t/dia ou t/mês) e do volume (m^3 /dia ou m^3 /mês) de RSU gerados e coletados. Além disso, não existem conhecimentos dos custos de coleta e disposição final no total (por ano) e por tonelada no referido município, o que pode elevar os custos com a prestação destes serviços. Não existe um treinamento completo e específico para os servidores que atuam na coleta de RSU, nem associação a cooperativas e catadores, não há informações quanto a existência de setores e itinerários de coleta e transporte de RSU, nem dos percursos e tempos de coleta produtiva, improdutiva e de transporte, a cobertura de atendimento do serviço e a padronização da frequência. Outros entraves em um contexto geral são referentes a ausência do PMGIRS, a ausência de um aterro sanitário qualificado, a falta de políticas públicas específicas para os RSU, insuficiência da fiscalização da SEMMA sobre as empresas geradoras de RS, ausência de critérios específicos e eficientes no processo de gestão e gerenciamento dos RSU, carências de dados específicos sobre taxas, variedades e composição dos RSU, ausência de suporte para coleta seletiva. Contudo, os entraves mencionados elevam os gastos com os serviços prestados e minimiza o empenho do sistema no município, além de promoverem os danos socioambientais.

Palavras-chave: políticas públicas, disposição final, danos socioambientais.

ABSTRACT

The present research is justified by the current environmentally inadequate form of the waste and refuse management system in the municipality of Castanhal-PA, and its objective is to synthesize the information of the system, object of this research, and subsidize the decision making of the public power. The method used in this research was deductive. The scope of the research was observational, systematic and direct, associated with the gathering of documentary data. Initially semi-structured forms were prepared and applied through the protocol of letters to the secretariats directly involved in basic sanitation in the municipality: SEMMA and SEMOB, to collect information about the management and management of SR in Castanhal-PA. The data obtained also indicated that there is no information regarding the quantity (t/day or t/month) and volume (m^3 /day or m^3 /month) of SUW generated and collected. In addition, there is no knowledge of the costs of collection and final disposal in total (per year) and per ton in the aforementioned municipality, which can raise the costs of providing these services. There is no complete

and specific training for the workers that work in the collection of SUW, nor is there any association with cooperatives and collectors; there is no information as to the existence of sectors and itineraries for the collection and transportation of SUW, nor of the routes and times of productive, unproductive, and transportation collection, the coverage of the service, and the standardization of the frequency. Other hindrances, in a general context, are related to the absence of a PMGIRS, the absence of a qualified sanitary landfill, the lack of specific public policies for SUW, SEMMA's insufficient inspection of the companies that generate SUW, the absence of specific and efficient criteria in the process of management of SUW, the lack of specific data on rates, varieties, and composition of SUW, and the absence of support for selective collection. However, the mentioned hindrances raise the expenses with the services provided and minimize the commitment of the system in the municipality, besides promoting socio-environmental damage.

Keywords: public policies, final disposal, socio-environmental damage.

1 INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios ambientais da atualidade estão relacionados à geração, coleta, acondicionamento, armazenamento, destinação e disposição final dos resíduos sólidos (RS). Consonante a isto, em 2016, o relatório do *The World Bank* apresentou o montante de 2,01 bilhões de toneladas de RS gerados mundialmente, com estimativa para 3,40 bilhões de toneladas em 2050, enquanto isso, cerca de 1,6 bilhões de toneladas de dióxido de carbono (CO₂) dispostos na atmosfera são advindas desta problemática (KAZA *et al.*, 2018).

Em âmbito nacional, entre 2017 e 2018 a geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil aumentou quase 1%, resultando em uma produção de 216.629 toneladas diárias. Em 2019 a disposição adequada dos rejeitos em aterros sanitários representou 59,5% dos RSU coletados, os demais (40,5%) foram dispostos em locais inadequados por 3.001 municípios. Nesse período, a Região Norte apresentou o maior índice (35%) de RSU dispostos em vazadouros a céu aberto das seis Regiões do Brasil (ABRELPE, 2019).

Nesse contexto, o problema inerente a ineficiência da gestão e gerenciamento dos RSU é alusivo ao modelo de produção e consumo atual, associado a deficiências no saneamento básico, principalmente nos países em desenvolvimento (LIMA; BARROS, 2019; GOMES *et al.*, 2019; COLOMBO, 2019; ROMANO; MOLINOS-SENANTE, 2020; ITO; MOLINOS-SENANTE, 2020), o que interfere diretamente nas condições de saúde da população (MUNYAI; NUNU, 2020), e, atualmente é uma das questões mais preocupantes por ocasionar impactos socioambientais negativos (CAMPOS, 2012; MOURA *et al.*, 2018; MENDEZ; MAHLER, 2018).

Estes impactos são decorrentes da ausência de segregação na origem para coleta seletiva e da forma indiscriminada e inconsequente da disposição final dos RS de todos os tipos de atividades antropogênicas (GOMES; PINTO, 2015; MICHALAKE *et al.*, 2016; ABREU; HENKES, 2019), que corroboram principalmente com a alteração, poluição ou contaminação dos meios biótico, abiótico e socioeconômico por fomentar a proliferação de agentes transmissores de doenças como a Leptospirose e a dengue, estimular a produção de gases estufa, perda de matéria prima, renda e desperdício de recursos financeiros (JACOBI; BESEN, 2011; CÂNDIDO *et al.*, 2017; MENDONÇA *et al.*, 2017; KLEINB *et al.*, 2018; CHIERRITO-ARRUDA *et al.*, 2019).

No contexto do sistema de gestão e gerenciamento de RSU em Castanhal, localizado no Estado do Pará - Brasil, o referido município direciona todos os RSU coletados ao vazadouro a céu aberto localizado a 2 (dois) quilômetros da malha urbana do município sem qualquer forma de controle dos impactos gerados ou alternativas efetivas para minimização dos RS dispostos nesta localidade e dos danos socioambientais existentes (CONCEIÇÃO *et al.* 2020).

O referido município já recebeu o título de maior produtor de RS dispostos em vazadouro a céu aberto da região de integração do Estado do Pará (divisão adotada pelo Governo do Estado do Pará para fins de planejamento territorial de ordem socioeconômica, política e cultural) (PARÁ, 2010), equivalente a 230,2 toneladas por dia, que correspondeu a 62,4%, seguidos dos municípios de Vigia com 26,1 toneladas por dia (t/d) e de São Miguel do Guamá com 25,9 t/d. Vale destacar que os 17 (dezesete) municípios da região de integração mencionada apresentam o vazadouro a céu aberto como forma de disposição final dos RS (PEGIRS, 2014).

Ademais, em Castanhal-PA, a problemática inerente aos RSU vai além da fase final (disposição) e perpassa por todo o sistema adotado pelo município (CONCEIÇÃO *et al.*, 2020) e, segundo Sodré *et al.* (2020) a carência de recursos financeiros suficientes para execu o de projetos deste seguimento e de um sistema adequado, ainda são fatores limitantes no município.

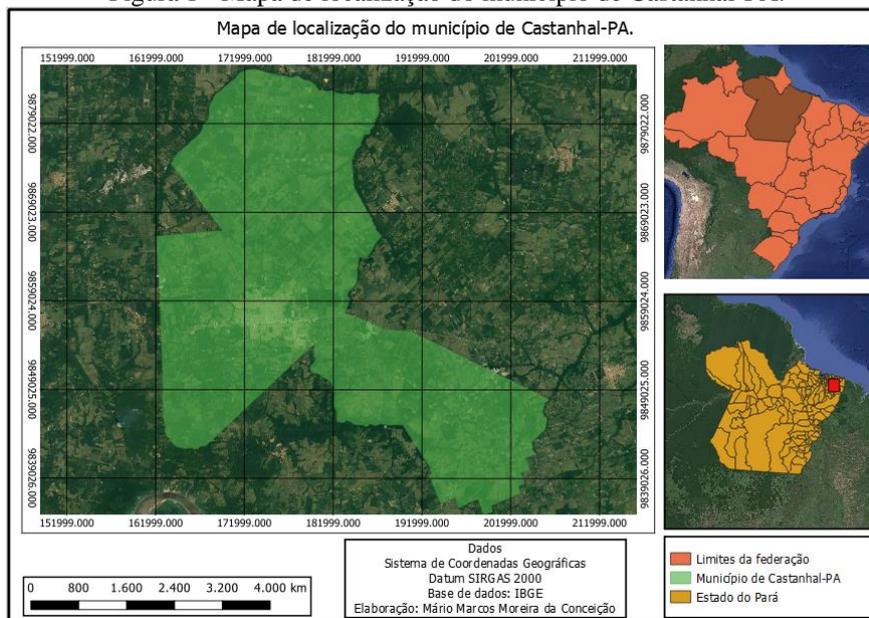
Desse modo, a presente pesquisa justifica-se pela atual forma ambientalmente inadequada do sistema de gestão e gerenciamento dos RSU (que deveriam ser reciclados) e rejeitos no município de Castanhal-PA, e tem como objetivo sintetizar as informa es do sistema, objeto desta pesquisa, e subsidiar a tomada de decisão do poder público.

2 METODOLOGIA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA

A pesquisa foi realizada em Castanhal-PA (Figura 1), localizado no nordeste paraense. O município faz parte da mesorregião metropolitana de Belém-PA, e fica a 65 quilômetros da capital (CASTANHAL, 2006).

Figura 1 - Mapa de localização do município de Castanhal-PA.



Fonte: Autores (2022).

Atualmente, além das áreas urbanas do município de Castanhal-PA, a coleta de RSU é realizada no distrito do Apeú, região próxima à sede do município e mais 15 agrovilas.

De acordo com o Decreto nº 117 (CASTANHAL, 2017), que institui as competências das secretarias municipais de Castanhal-PA, é de responsabilidade da Secretaria Municipal de Obras (SEMOB) a execução de atividades de limpeza pública e recolhimento de RS, a fim de garantir a qualidade socioambiental. Quanto a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA), a Lei nº 031 (CASTANHAL, 2013) incube o dever de propor diretrizes, normas, critérios e padrões para a proteção, preservação e conservação do meio ambiente, além de promover a gestão integrada da destinação dos RSU nos termos da PNRS, públicos ou privados, bem como o lançamento de efluentes e emissões gasosas de qualquer natureza, de forma adequada à proteção ambiental.

2.2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O método utilizado nesta pesquisa foi o dedutivo. A abrangência da pesquisa constituiu a observativa, sistemática e direta, associada ao levantamento de dados documentais. A pesquisa foi exploratória, pois efetuou-se uma abordagem do fenômeno pelo levantamento de informações que levaram o pesquisador a conhecer mais sobre o tema, objeto desta pesquisa, com natureza aplicada, pois objetiva gerar conhecimento para aplicação prática (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

A primeira etapa da pesquisa foi realizada a partir de março de 2020 com levantamento bibliográfico envolvendo a temática de RS, danos ambientais, índices e indicadores de qualidade de sistemas de disposição final de RSU. Posteriormente, nos meses de março, abril, setembro, outubro, novembro e dezembro de 2021, obtiveram-se informações sobre o processo de gestão/gerenciamento dos RSU em Castanhal-PA, a partir da aplicação de formulário e entrevistas semiestruturadas, diagnóstico socioambiental, e, aplicação de *check list* à SEMOB.

A referente etapa deu-se com aplicação de pesquisas exploratórias, que buscam uma abordagem do fenômeno pelo levantamento de informações que poderão levar o pesquisador a conhecer mais sobre o objeto em questão; pesquisas descritivas, que são realizadas com o intuito de descrever as características do fenômeno, e, pesquisas explicativas, onde o pesquisador procura explicar causas e consequências da ocorrência do fenômeno.

Quanto aos procedimentos, a pesquisa foi *ex-post-facto* (investigação sistemática e empírica em que não se tem controle direto sobre as variáveis independentes, tendo em vista que já ocorreram as manifestações), ou seja, investiga possíveis relações de causa e efeito entre um determinado fato identificado pelo pesquisador e um fenômeno que ocorre posteriormente. A principal característica deste tipo de pesquisa é o fato de os dados serem coletados após a ocorrência dos eventos, no caso, os danos ambientais no vazadouro a céu aberto de Castanhal-PA (CÓRDOVA, 2009).

Para complementar os dados obtidos, foi aplicado o método de pesquisa *survey* (obtenção de dados ou informações sobre as características ou as opiniões de determinado grupo de pessoas, indicado como representante de uma população-alvo, utilizando um questionário como instrumento de pesquisa), onde, buscou-se informações diretamente com os grupos de interesse a respeito dos dados que se desejavam obter (SEMMA e SEMOB). Nesse tipo de pesquisa, o respondente não é identificado (CÓRDOVA, 2009).

A partir disso, pode-se identificar os potenciais danos socioambientais, decorrentes da do sistema de disposição final dos RSU e rejeitos de Castanhal-PA.

2.2.1 Diagnóstico socioambiental do sistema de gestão e gerenciamento de RS de Castanhal-PA

Nesta etapa, foram confeccionados e aplicados formulários semiestruturados por meio do protocolo de ofícios às secretarias diretamente envolvidos no saneamento básico do município: SEMMA e SEMOB, para levantamento de informações quanto a gestão e gerenciamento de RS em Castanhal-PA, englobando a delimitação da área, frota, coleta e disposição final de RS, condições atuais do vazadouro, recursos utilizados, projetos em andamento e parcerias.

Como complementação, aplicou-se entrevista não-estruturada/não-diretiva, onde o entrevistado é solicitado a falar livremente a respeito do tema pesquisado, melhorando a pesquisa exploratória (GERHARD; SILVEIRA, 2009). A entrevista semiestruturada abordou assuntos como: a condição atual do sistema de gestão e gerenciamento de RSU; projetos e propostas socioambientais em andamento; apoio de entidades públicas e privadas, e assuntos gerais quanto ao meio socioambiental e econômico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL

Os dados obtidos indicaram que Castanhal apresenta o Plano Diretor Participativo (PDP 2007-2016), outorgado através da Lei nº 015 (CASTANHAL, 2006), na qual consta a necessidade de serem elaboradas metas para definição de bases sólidas para o desenvolvimento sustentável do município, como no manejo adequado e seguro dos RS, objetivando a melhora da qualidade de vida da população, a preservação do meio ambiente e do crescimento econômico região.

Dividido em 06 (seis) seções, o referido plano contempla diretrizes e ações a curto, médio e longo prazo, para desenvolvimento regional. Para isto, a proposição de um sistema de utilização consciente dos espaços urbanos e rurais do município foi fator primordial. Todavia, fatores geográficos, históricos, culturais, sociais, econômicos e ambientais acabaram por inviabilizar determinados parâmetros de ação. Com isso, observa-se uma realidade não condizente com a verificada no município de Castanhal-PA (LIMA *et al.*, 2019).

Segundo Marino *et al.* (2018) os municípios de pequeno e médio porte, como Castanhal-PA, são os que enfrentam os desafios mais significativos com a gestão de RSU e a implementação de soluções e planos práticos, devido às limitações econômicas, acesso inadequado a tecnologias, dificuldade de organização de planos de RS adequados e treinamento técnico inadequado de profissionais. Além disso, o volume quanto a geração de RS, geralmente é correlacionado com o nível de renda e taxas de urbanização, emergindo assim a necessidade de associação em consórcios intermunicipais de gestão de RS (KAZA *et al.*, 2018).

Sendo assim, gerenciar RS é um processo intensivo para os municípios que precisam de capacidades em aquisição econômica, gestão de contratos, gestão de trabalho profissional e muitas vezes sindicalizada, experiência contínua em capital e operacional de orçamento e finanças, além de requerer um forte contrato social entre o município e a comunidade (HOORNWEG; BHADA-TATA, 2012).

O gerenciamento dos RS deve ser executado com base no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). Este plano é uma condição fundamental para os municípios terem acesso a recursos da União, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de RSU, para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito (OLIVEIRA; GALVÃO JUNIOR, 2016).

Constatada a precariedade do cenário de gestão/gerenciamento dos RS, alternativas se impõem como necessárias para torná-lo mais sustentável e integrado (GARCIA; CANDIANI, 2017), como o PMGIRS que objetiva atender as premissas da PNRS por meio de ações normativas, operacionais e financeiras, e, propor planos de ação que estabeleçam um controle efetivo da gestão dos RSU para garantir a preservação ambiental e proteção à saúde pública (HENRIQUE; BEZERRA, 2016).

Para Klein, Gonçalves-Dias e Jayo (2018) a gestão integrada de RSU baseia-se nos princípios do desenvolvimento sustentável e busca necessária flexibilidade e especificidade das condições locais, com soluções sistêmicas, baseadas em princípios que permitam o desenvolvimento de soluções adequadas e compatíveis com a realidade e a necessidade dos municípios.

Siqueira *et al.* (2017) sustentam que a deficiência nos serviços de saneamento acarreta diversos impactos negativos sobre a saúde da população, pois além de prejudicar a saúde individual, eleva os gastos públicos e privados com o tratamento de doenças.

Mesmo assim, complementam que a precariedade no serviço de saneamento básico (coleta e manejo de RS) não é uma exclusividade desse serviço.

Além disso, as ações municipais que envolvem as questões relacionadas à gestão dos RS devem ser realizadas de forma ambientalmente adequada e de forma integrada, envolvendo a sociedade civil, o poder administrativo nas esferas: federal, estadual e municipal, e do setor privado. Essas ações devem ser orientadas e realizadas com base nos princípios, objetivos, meios, diretrizes e metas de legislações vigentes (CARDOSO FILHO, 2014).

Neste viés, a partir da PNRS em seu art. 19 (BRASIL, 2010), fica explícito que os municípios devem implantar planos municipais de gestão de RSU como uma estratégia de melhoria da gestão, para promover melhorias na coleta seletiva e na qualidade de vida da comunidade e dos catadores, sendo o PMGIRS uma das principais ferramenta deste processo.

Consoante a isto, Silva *et al.* (2017), Pereira *et al.* (2018) e Lisbôa *et al.* (2020) explicitam que para uma efetiva gestão pública dos RSU é necessária uma ação integrada e de variáveis da cadeia, como levantamento de dados estatísticos e avaliação das condições atuais de locais para disposição final de resíduos e rejeitos, para subsidiar a tomada de decisão por meio de diagnósticos e previsões utilizadas para a promoção de políticas específicas (distributiva e regulatória).

O município de Castanhal ainda não possui um PMGIRS, mas, a lei Nº 033 (CASTANHAL, 2017) ratificou o protocolo de intenções e autorizou no dia 07 de dezembro de 2017 o ingresso do município de Castanhal no consórcio intermunicipal para a gestão integrada de RSU (CONCISS), sendo aprovada pela câmara municipal de Castanhal e sancionada pelo então prefeito municipal, Pedro Coelho da Mota Filho.

Em nível municipal, a PNRS prevê a formação de consórcios intermunicipais para gestão dos RSU, além de incentivar a contratação de cooperativas ou associações de catadores e materiais recicláveis. Estas previsões estão diretamente ligadas aos princípios da referida lei, que englobam a visão sistêmica, a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, e o reconhecimento do RS como bem econômico, gerador de trabalho e renda (BRASIL, 2010).

Sendo assim, em setembro de 2019, o município de Castanhal -PA assinou o estatuto do consórcio intermunicipal de gestão integrada de RSU com mais quatro municípios limítrofes (Inhangapí, Santa Maria do Pará, Santa Isabel do Pará e São

Francisco do Pará), registrado sob o CNPJ N° 35.413.198/0001-1, e é pautado na Norma NBR 13.896 (ABNT, 1997) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e as legislações em âmbito Federal e Estadual, vigentes.

A metodologia adotada para a seleção da área com maior viabilidade para a implantação do aterro sanitário consorciado foi a estabelecida através da Norma NBR 13.896 (ABNT, 1997), a qual estabelece critérios técnicos, econômico-financeiros e político-sociais. A estratégia a ser adotada para a seleção da área do novo aterro, consiste na seleção preliminar das áreas disponíveis no município, estabelecimento do conjunto de critérios de seleção, definição de prioridades para o atendimento aos critérios estabelecidos e análise crítica de cada uma das áreas levantadas frente aos critérios estabelecidos e priorizados, selecionando-se aquela que atenda à maior parte das restrições de seus atributos naturais (MELO-JUNIOR, 2020).

O CONCISS habilita o grupo de municípios a receberem recursos da União e do Estado para gerir os RSU, dentro do preconizado pela PNRS (CASTANHAL, 2019), com a finalidade de desenvolvimento regional (Quadro 1).

Quadro 1 - Objetivos do consórcio de Castanhal-PA.

Intenção do consórcio	
01	Servir como instrumento de desenvolvimento da Região do Nordeste do Pará através da soma de forças políticas, econômicas, sociais, sustentáveis e ambientais em todo o território de abrangência deste consórcio.
02	Priorizar a liberação de recursos da União e do Estado do Pará.
03	Firmar Convênios, Contratos, Acordos e Receber Auxílios de Entidades e Órgãos do Governo.
04	Promover Desapropriações e Instituir Servidões.
05	Dispensa do Processo Licitatório para contratação de serviços, comercialização de bens e disponibilização de soluções tecnológicas pelos Entes Consorciados.
06	Cobrar e Arrecadar Tarifas, Taxas de Limpeza Urbana etc.
07	Permitir, Conceder ou Autorizar Obras
08	Servir como Instrumento de Desenvolvimento Social.
09	Atender ao Interesse Público Comum.
10	Articular ações de cidadania para beneficiar e mitigar problemas nas comunidades carentes dentro da atuação do consórcio.
11	Promover a inclusão social e financeira dos catadores de lixo por meio de suas cooperativas instaladas nos Municípios aderentes.
12	Representar seus membros em assuntos comuns perante as entidades públicas e privadas, nacionais e internacionais e não-governamentais.
13	Operacionalizar áreas através de parcerias, permitindo a criação de parcerias público-privadas (PPP's).
14	Apoiar técnica e financeiramente ações voltadas para o melhoramento de indicadores sociais e combate a pobreza.
15	Desafogar o Sistema Público de Saúde por meio de ações preventivas de proliferação de doenças, principalmente em comunidades carentes, provenientes da disposição inadequada dos resíduos sólidos
16	Promover a educação ambiental para o uso consciente do meio ambiente e evitar desperdícios.

Fonte: Pará (2017).

O prazo de duração do CONCISS é por tempo indeterminado. O consórcio terá sede e foro no município de Castanhal, onde funcionará o escritório central com núcleos administrativos nos municípios membros. Os municípios que pretendem estabelecer consórcio público estão compreendidos na área territorial da região integrada do Guamá, nordeste do Estado do Pará (PARÁ, 2017).

Em relação as unidades de processamento de RSU privadas, entende-se que o responsável pelas informações seja o município no qual a unidade resida, já que, em princípio, como titular do saneamento dos RSU ele deve exercer a fiscalização do correto manejo dos resíduos mediante a obtenção dos dados operacionais. Portanto, cabe a esse município, que abriga a unidade, coletar junto ao agente privado as informações solicitadas, relativas não só às suas características, mas também às quantidades recebidas de todos os outros municípios que encaminharam os RSU para aterramento no ano de referência (BRASIL, 2019).

Para Rosa, Diaz-Becerra e Lunkes (2016), a sustentabilidade ambiental em municípios tem se tornado uma discussão mundial realizada pela academia e pela sociedade devido aos problemas ambientais enfrentados nas últimas décadas e como reflexo do aumento da população tem-se demandado uso intenso dos recursos naturais (GARCÍA-GUAITA *et al.*, 2018). Nesse sentido, caracterizar, avaliar e mensurar os danos ambientais desses espaços são instrumentos de ações eficazes, utilizados como premissas básicas para adoção de medidas mitigadoras.

3.2 DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DO SISTEMA DE GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RS DE CASTANHAL-PA

Os dados obtidos indicaram que além da SEMOB e SEMMA, estão envolvidos no processo de gestão/gerenciamento de RS de Castanhal-PA a Secretaria de Planejamento Urbano (SPU), Vigilância Sanitária (VISA), Secretaria de Saúde (SSA), iniciativa privada e sociedade civil, a saber: a cooperativa COOPENORTE, responsável legalmente pela reciclagem de RS não inertes; a empresa Bom Sucesso e JL entulhos, pela coleta de RS de construção e demolição; a empresa Big Fossa, atuando na limpeza de fossas; unidades clínicas e hospitalares de atendimento à saúde humana e animal; unidades residenciais; e, indústria e comércio em geral, como grandes geradores de RS.

De acordo com a SEMOB e SEMMA, um dos principais fatores que mais corrobora para a problemática dos RSU é a ausência do Plano Municipal de Gestão

Integrada dos RSU (PMGIRS) como instrumento legal de planejamento em Castanhal-PA, apesar de previsto no art.18 da PNRS (BRASIL, 2010), o que dificulta a tomada de decisões do poder público para as ações que possam mitigar ou minimizar os danos socioambientais e econômicos advindos deste processo.

3.2.1 Secretaria Municipal de Obras - SEMOB

Os dados obtidos indicaram que atualmente, existem 119 (cento e dezenove) funcionários ativos destinados a prestação do serviço de coleta e transporte dos RSU na SEMOB em Castanhal-PA, trabalhando com auxílio de 23 caminhões, sendo que os veículos comportam 1 motorista e 3 operários coletores dos RSU. Os veículos utilizados são: compactador, carroça com trator e poliguindaste com caixa *Brooks*.

A SEMOB não possui documentos com orientações para as atividades operacionais e administrativas com suporte necessário à eficiência do sistema adotado para a gestão e gerenciamento dos RSU. O sistema de coleta, mesmo sendo frequente e regular, não está complementado com documentos contendo informações sobre adensamento populacional em cada localidade, bairros, agrovilas e, não há caracterização dos RS para a correta gestão e gerenciamento.

Na área comercial, a coleta ocorre diariamente devido a grande quantidade de RSU gerados. Nas agrovilas e bairros, a coleta ocorre de forma alternada (Quadro 2), no período matutino das 07:00 h às 13:00 h e vespertino das 13:00 h às 17:00 h, com jornada de trabalho mínima equivalente a 6 horas por dia.

Quadro 2 – Frequência e período da coleta de RSU nas agrovilas e na sede do município de Castanhal-PA.

Coletas	Período	Setores	Frota
Coleta diária	7 dias/semana	Jaderlândia	Após saída da garagem, faz-se a coleta em todos os bairros e depois segue para o vazadouro a céu aberto.
Coleta alternada	3 dias/semana	Centro	Após saída da garagem, faz-se a coleta no centro e segue para o vazadouro a céu aberto.
Coleta	2 dias/semana	24 bairros	23 caminhões saem da garagem distribuem-se em dois grupos de bairros diferentes e depois segue para o vazadouro. Esta operação é feita nos turnos da manhã e da tarde
Coleta semanal	1 dia/semana	12 agrovilas	2 caminhões fazem 6 agrovilas e depois seguem para o vazadouro a céu aberto.

Fonte: Pesquisa direta (2022).

Nota: Elaborado a partir dos dados informados nos formulários e entrevista da SEMOB.

Entretanto, Nascimento (2020) efetuou uma pesquisa em Castanhal-PA e concluiu que, o tempo operacional do serviço para coleta e transporte de RSU no período vespertino é inferior à jornada de trabalho da guarnição (6 horas), o que demonstra a fragilidade e imprecisão do sistema adotado e da fiscalização do serviço.

Referente ao acondicionamento dos RSU, os dados obtidos indicaram que, é realizado predominantemente em sacolas plásticas, com armazenamento feito a partir de coletores (lixeiros) distribuídos pela zona urbana, especificamente nas proximidades do centro. Nas demais localidades, a predominância é o recolhimento dos RSU em sacolas plásticas deixada em frente as residências, que são recolhidas e encaminhadas ao vazadouro a céu aberto localizado no bairro Pantanal.

O referido vazadouro não possui balança para pesagem do RSU, e a medição é efetuada pelo método da cubagem (método aproximado e simplificado, baseado nos volumes de resíduos coletados pelos caminhões, com capacidade conhecida, através de registro regular), ou seja, um método falho e impreciso.

Além do mais, não existem justificativas técnicas, econômicas ou de logísticas para a determinação da frequência de coleta. As informações do planejamento da frequência de rotas de coleta de RSU são inexistentes, assim como a padronização do tempo de serviço nos turnos, o que compromete o planejamento e a operação da prestação do serviço, principalmente no dimensionamento da frota de veículos coletores e da guarnição.

Os dados obtidos também indicaram que não existem informações referentes a quantidade (t/dia ou t/mês) e do volume (m³/dia ou m³/mês) de RSU gerados e coletados, apenas estimativas baseadas pelo controle impreciso na contagem do número de viagens

ao vazadouro que cada veículos faz, resultando em uma média de 250 toneladas de RSU e uma produção relativa de aproximadamente 1,0 kg/hab/dia.

Além disso, não existem conhecimentos dos custos de coleta e disposição final no total (por ano) e por tonelada no referido município, o que pode elevar os custos com a prestação deste serviço. Neste viés, Memon (2010), Guerrero, *et al.* (2013) e World Bank (2014) afirmam que em municípios de países em desenvolvimento como o Brasil, estes custos representam de 20% a 50% dos orçamentos na gestão e gerenciamento de RSU, dos quais 80% a 95% é destinado para a coleta e transporte, demonstrando a necessidade da implantação de um sistema que comporte todos os dados monetários aplicados aos RSU em Castanhal-PA.

Esta carência de dados pode acarretar a diminuição de recursos aplicados aos projetos necessários, e, segundo os estudos de Zaman e Lehmann (2013), Garcia *et al.* (2015), Pisani Jr., Castro e Costa (2017) as consequências são: a inadequada elaboração de projetos de infraestruturas dos componentes do gerenciamento de RSU, o que resulta em uma equivocada especificação e quantificação de equipamentos a serem empregados na atividade, o que fomenta um aumento nos custos orçamentários.

Além disso, não existe um treinamento completo e específico para os servidores que atuam na coleta de RSU, nem associação a cooperativas e catadores. Atualmente não existe um projeto ambiental para minimização dos danos gerados pela disposição inadequada dos RSU na área do vazadouro.

Em pesquisa realizada no município de Castanhal-PA por Nascimento (2020) foi indicado que não há informações quanto a existência de setores e itinerários de coleta e transporte de RSU, os percursos e tempos de coleta produtiva, improdutiva e de transporte, a cobertura de atendimento do serviço e a padronização da frequência.

Neste viés, Nascimento (2020) indicou que uma solução para as deficiências operacionais é o desenvolvimento de um sistema, a partir do dimensionamento operacional e a modelagem computacional dos itinerários. O sistema proposto pelo autor para coleta e transporte de RSU possibilitou a criação de 15 setores e a determinação de 15 itinerários de coleta e transporte de RSU, sendo uma excelente opção para diminuir gastos e aumentar a produtividade de acordo com vantagens estabelecidas.

De acordo com Nascimento (2020), o sistema de gestão e gerenciamento dos RSU em Castanhal-PA, possuía um custo operacional médio de R\$ 179.998,78 mensal, e custo total de R\$2.159.985,30 em 2019. Já no sistema proposto pelo autor, o custo médio

mensal é de R\$56.728,15 o custo total é de R\$680.737,80. De modo geral, constatou-se na pesquisa a possibilidade técnica e econômica de implantação do sistema proposto e aplicação do sistema para outros municípios brasileiros. Entretanto, a partir de informações da SEMOB com a entrevista semiestruturada, não houve aplicação da proposta e nem há na referida secretaria um exemplar da pesquisa, mesmo sendo de conhecimento no local.

Outros entraves em um contexto geral são referentes a ausência do PMGIRS, a ausência de um aterro sanitário qualificado, a falta de políticas públicas específicas para os RSU, insuficiência da fiscalização da SEMMA sobre as empresas geradoras de RS, ausência de critérios específicos e eficientes no processo de gestão e gerenciamento dos RSU, carências de dados específicos sobre taxas, variedades e composição dos RSU, ausência de suporte para coleta seletiva e inserção dos catadores como empregados registrados, ausências de pesquisas específicas sobre as áreas apropriadas para disposição final de RSU e ausência da intersetorialidade das secretarias municipais vinculadas ao saneamento básico.

3.2.2 Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SEMMA

Os dados obtidos junto a SEMMA indicaram que não existem cooperativas, empresas recicladoras ou organizações de catadores em parceria com a referida secretaria para atuação na área do vazadouro a céu aberto. Neste contexto, foi indicado que a única cooperativa devidamente licenciada é a COOPENORTE, as demais, encontram dificuldades legais nos processos de parcerias com outros empreendimentos. Além disso, não existe um vínculo direto da SEMMA com as demais secretarias, o que compromete a elaboração de planos ou projetos ambientais para minimização dos danos na área de disposição de RS.

A SEMMA não possui dados da quantidade de catadores que atuam no vazadouro, de empreendimentos que utilizam a área para disposição final dos RS, de quem frequenta o local, da estimativa de produção diária, mensal, anual e *per capita* de RSU, mesmo tendo como função no município: planejar, coordenar, supervisionar e promover a execução de planos, programas e projetos relativos à educação ambiental e à gestão integrada da destinação de RS.

Adicionalmente, foi indicado pela SEMMA que a ausência do PMGIRS dificulta o acesso aos recursos da União. Entretanto, para contornar esta situação, está sendo

discutido no município as pautas para implantação do Comitê Diretor, instância de coordenação e execução e o Grupo de Sustentação, responsável por garantir o debate e o engajamento de todos os segmentos ao longo do processo participativo na elaboração do PMGIRS nos termos da legislação vigente.

Além disso, foi informado pela SEMMA que em 2019, o município de Castanhal-PA assinou o estatuto do consórcio intermunicipal de gestão integrada de RSU (CONCISSS), contudo, ainda está em discussão para tomada de decisões e será fundamental no processo de saneamento no município, sendo uma saída para de implantação de medidas estruturais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de RS, drenagem e manejo de águas pluviais.

4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os principais entraves e irregularidades são inerentes a ausência de critérios mais eficientes no processo de gestão e gerenciamento dos RSU em Castanhal-PA, o que eleva os gastos com os serviços prestados e minimiza o empenho do sistema no município, além de promoverem os danos socioambientais

As áreas potencialmente ameaçadas pelos impactos/danos diretos e indiretos da operação do sistema adotado pelo município, abrangem principalmente a possibilidade de contaminação do recurso hídricos subterrâneos, que podem tomar extensões intermunicipais de danos, e os meios físicos e socioeconômico pelo tráfego de veículos pesados, vazamento de resíduos líquidos pelos carros de coleta de RSU, assim como as áreas susceptíveis de serem impactadas por possíveis acidentes na atividade, como nas vias de acesso ao vazadouro a céu aberto e todo o território de Castanhal-PA e agrovilas. Porém, o fator de maior dano identificado se relaciona ao sistema de coleta e transporte dos RSU, pois, não segue um método que promova a diminuição de danos e eficiência do processo.

Neste contexto, a adoção da intersetorialidade entre as secretarias e sociedade civil na concepção e implantação de políticas públicas pode, sem dúvida, promover maior racionalidade no uso dos recursos, melhores resultados dos programas e outras ações. Sendo assim, deve-se pensar também na realização de ações que possam promover uma mudança de postura por parte de componentes dos órgãos públicos, como um maior engajamento da representação pública junto a tomada de decisão.

Como tentativa de solucionar esta problemática é imprescindível a implementação do PGRS, e que o mesmo seja colocado em prática, inclusive contemplando o que deve ser feito com a área utilizada como vazadouro atual. A corresponsabilização entre as esferas governamentais e a população, com a promoção de diálogos que promovam a participação ativa e democrática para projetos específicos referente aos RSU, também se configura ação imprescindível neste processo.

Nessa perspectiva, o gerenciamento dos RS passa, indiscutivelmente, pela sensibilização da população em relação aos padrões de consumo, da importância da reutilização de diversos materiais, segregação na origem e da prática da coleta seletiva. A educação ambiental deve estar presente e em consonância com as políticas públicas de redução e destinação dos RSU.

A introdução das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) fomentam o surgimento de novas práticas socioeducativas, sendo uma alternativa potencializadora para a educação ambiental da comunidade castanhalense atrelada a políticas públicas específicas. Tais políticas públicas devem abordar: elaboração/revisão do PGRS e do Plano Municipal de Saneamento Básico, gerenciamento de RSU, Plano de Educação Ambiental e participação social, plano de minimização de RSU e coleta seletiva, plano de inserção de catadores de materiais recicláveis e implantação do centro de gestão integrada de RS.

REFERÊNCIAS

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2008-2020). *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil*. São Paulo. ABRELPE. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama>.

ABREU, C. D.; HENKES, J. A. Uma análise sobre o tratamento de resíduos sólidos urbanos: Proposta de sistema alternativo, transformando resíduos sólidos em carvão e energia. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 8, n. 1, p.1015-1042, jan/mar. 2019.

BRASIL. Decreto nº 7.217 de 21 de junho de 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. Casa Civil. Subchefia para assuntos jurídicos. Brasília-DF, 2010.

CAMPOS, H. K. T. Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 171-180, abr./jun. 2012.

CÂNDIDO, J. B. *et al.* Diagnóstico ambiental e análise temporal dos impactos ambientais causados por um depósito de resíduos sólidos no município de cariri do Tocantins – TO. **Nucleus**. Ituverava, v. 14, n.1, p. 125-140, abr. 2017.

CARDOSO FILHO, G. T. **Avaliação da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos na cidade de Parintins/AM: desafios e oportunidades à luz da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS**. Dissertação de Conclusão de Curso (Mestre) – Programa de Pós Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia – PPG/Casa da UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS (UFAM). Parintins-AM, 2014.

CASTANHAL, PREFEITURA MUNICIPAL. Sobre Castanhal. 2018. Disponível em: <<http://www.castanhal.pa.gov.br/institucional/#SobreCastanhal>> Acesso em: 06 set 2021.

CASTANHAL. Núcleo Gestor do Plano Diretor Participativo do Município de Castanhal. Plano Diretor de Castanhal 2007 – 2016. Castanhal: PM, 2006.

CASTANHAL. Prefeitura de Castanhal. Disponível em <http://www.castanhal.pa.gov.br/prefeitos-assinam-o-estatuto-do-consorcio-intermunicipal-de-residuos-solidos/>. Acesso em 30 set. 2021.

CHIERRITO-ARRUDA, E. *et al.* Comportamento pró-ambiental e reciclagem: revisão de literatura e apontamentos para as políticas públicas. **Ambiente & Sociedade.**, São Paulo. v. 21, n. 1, p.01-18, jan-dez. 2019.

CONCEIÇÃO, M. M. M., *et al.* Qualidade ambiental do vazadouro a céu aberto de Castanhal-PA. **Brazilian Journal Of Development**. Curitiba, v. 6, n. 3, p. 12760-12775, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n3-223.

GARCIA, D. C.; CANDIANI, G. Diagnóstico dos inventários de fauna em estudos de impacto ambiental de aterro sanitário. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)**, n. 45, p. 100-114, set. 2017. <http://dx.doi.org/10.5327/z2176-947820170236>.

GARCIA, L. O. *et al.* Identification of influencing municipal characteristics regarding household waste generation and their forecasting ability in Biscay. *Waste Management*, v 39, p 26–34, 2015.

GARCÍA-GUAITA, F., *et al.* Integrating urban metabolism, material flow analysis and life cycle assessment in the environmental evaluation of santiago de Compostela. **Sustainable Cities and Society**, Amsterdã, v. 40, p. 569-580, 2018.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

GOMES, M. F.; PINTO, W. D. S. A função socioambiental da propriedade e o desenvolvimento sustentável. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 14, n. 2, p. 236-250. 2015.

GOMES, P. N. *et al.* Levantamento dos impactos socioambientais na área do lixão a céu aberto no Município de Corrente, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, São Paulo, v. 6, n. 13, p. 469-480, 2019. <http://dx.doi.org/10.21438/rbgas.061315>.

GUERRERO, L. A. *et al.* Solid waste management challenges for cities in developing countries. **Waste Management**, v. 33, n. 1, p. 220-232, jan. 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.008>.

HENRIQUE, J.; BEZERRA, J. Sistema de gerenciamento integrado de residuo sólido urbano do campus da cidade universitária “Zeferino Vaz”. Sínteses: **Revista Eletrônica do SIMTEC**, Campinas, v. 1, n. 3, p. 279-280, 2016.

ITO, M. H.; COLOMBO, R. Resíduos volumosos no município de São Paulo: gerenciamento e valorização. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 11, n. 1, p.1-15, jan-dez. 2019.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**. São Paulo, v. 25, n 75, p. 135-158, jan/abr. 2011.

KAZA, S. *et al.* What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050. Washington: World Bank. (2018) <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>.

KLEIN, F. B. *et al.* Gestão de resíduos sólidos urbanos nos municípios da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê: uma análise sobre o uso de TIC no acesso à informação governamental. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 10, n. 1, p.140-153, abr. 2018.

LIMA, G. V. B. A. *et al.* Análise quali-quantitativa da sustentabilidade de Castanhal (PA) de acordo com seu plano diretor participativo (2007-2016). **Revista Geonorte**, v. 10, n. 36, p. 52-76, dez. 2019. <http://dx.doi.org/10.21170/geonorte.2019.v.10.n.36.a52.76>.

LIMA, T. S.; BARROS, J. D. S. Avaliação do gerenciamento de resíduos sólidos através do Sistema de Indicadores de Sustentabilidade Pressão-Estado-Impacto-Reposta (PEIR)

no Município de Cachoeira dos Índios, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, João Pessoa, v. 6, n. 14, p.749-765, dez. 2019.

LISBÔA, E. G. *et al.* Políticas públicas e saneamento básico na gestão municipal de Belém, Ananindeua e Castanhal-PA: aplicação de um modelo de correlação no período entre 2010 a 2018. **Brazilian Journal Of Development**, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 44724-44742, jul. 2020.

LIMA, G. V. B. A. *et al.* Análise quali-quantitativa da sustentabilidade de Castanhal (PA) de acordo com seu plano diretor participativo (2007-2016). **Revista Geonorte**, v. 10, n. 36, p. 52-76, dez. 2019. <http://dx.doi.org/10.21170/geonorte.2019.v.10.n.36.a52.76>.

LIMA, T. S.; BARROS, J. D. S. Avaliação do gerenciamento de resíduos sólidos através do Sistema de Indicadores de Sustentabilidade Pressão-Estado-Impacto-Reposta (PEIR) no Município de Cachoeira dos Índios, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, João Pessoa, v. 6, n. 14, p.749-765, dez. 2019.

LISBÔA, E. G. *et al.* Políticas públicas e saneamento básico na gestão municipal de Belém, Ananindeua e Castanhal-PA: aplicação de um modelo de correlação no período entre 2010 a 2018. **Brazilian Journal Of Development**, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 44724-44742, jul. 2020.

MELO-JUNIOR, H. R. *et al.* Seleção adequada de área para a Instalação do aterro sanitário do Consórcio intermunicipal para gestão Integrada dos resíduos sólidos – CONCISS. Castanhal-PA, 2020.

MEMON, M. A. Integrated solid waste management based on the 3R approach. *Journal Of Material Cycles And Waste Management*, v. 12, n. 1, p. 30-40, abr. 2010.

MENDEZ, G. P.; MAHLER, C. F. Evolution of integrated solid waste management systems in brazilian cities under the national solid waste policy. **Ciência e Natura**, v. 40, p. 1-11, 27 mar. 2018.

MENDONÇA, D. S. M. *et al.* Efeitos e danos ambientais da disposição de resíduos sólidos na área do lixão e aterro controlado no município de Inhumas-GO. **Caderno de Geografia**. Belo Horizonte, v. 27, n. 50, p. 486-499, jul/set. 2017.

MICHALAKE, A. E. *et al.* Análise dos parâmetros físico-químicos do esgoto tratado de Curitiba (PR) – Estação Belém. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 38, n. 3, p. 1560-1570, set./dez. 2016.

MOURA, L. R. *et al.* Um olhar sobre a saúde do catador de material reciclável: Uma proposta de quadro analítico. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo. v. 21, n. 1, p.1-20, jan-dez. 2018.

MUNYAI. O.; NUNU. W. N. Efeitos na saúde associados à proximidade de pontos de coleta de lixo no município de Beitbridge, Zimbábue. **Wast Management**. v. 105, n. 1 p. 501-510. Mar. 2020.

NASCIMENTO, D. L. G. **Viabilidade Técnica e Econômica da Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Castanhal – PA**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará. 2020. 180 f.

OLIVEIRA, T. B.; GALVÃO JUNIOR, A. C. Planejamento municipal na gestão dos resíduos sólidos urbanos e na organização da coleta seletiva. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 21, n. 1, p. 55-64, mar. 2016.

PEREIRA, S. S. *et al.* Uso de indicadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 23, n. 3, p. 471-483, jun. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522018162872>.

PISANI JR, R. *et al.* Influence of population, income and electricity consumption on per capita municipal solid waste generation in São Paulo State, Brazil. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v 20, p 1216- 1227, 2017.

ROMANO. A. G.; MOLINOS-SENANTE. M. Fatores que afetam a ecoeficiência dos serviços de resíduos municipais nos municípios da Toscana: uma investigação empírica de diferentes modelos de gestão. **Wast Management**. V. 105, n. 1, p. 384-394. Mar. 2020.

ROSA, F. S.; DIAZ-BECERRA, O. A.; LUNKES, R. J. Saneamento básico: Análise da relação entre gastos públicos e atendimento à população em cidades brasileiras e peruanas. **Revista Científica General José María Córdova**, v.14, n.18, p.195-213, 2016.

SILVA, C. L. *et al.* Proposta de um modelo de avaliação das ações do poder público municipal perante as políticas de gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil: um estudo aplicado ao município de Curitiba. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 9, n. 2, p.276-292, mar. 2017.

SIQUEIRA, M. S.; *et al.* Internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado na rede pública de saúde da região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2010 – 2014. **Epidemiologia e Serviços Saúde**, v. 26, n. 4, p. 795-806, 2017.

SODRÉ, G. R. C. *et al.* Avaliação sustentável para instalação de aterro sanitário em uma cidade da Amazônia oriental. **Nature And Conservation**, v. 13, n. 3, p. 112-121, mai. 2020.

ZAMAN, A. U.; LEHMANN, S. The zero waste index: a performance measurement tool for waste management systems in a ‘zero waste city’. *Journal of Cleaner Production*, v 50, p 123-132, 2013.

WORLD BANK. (2014). Results-Based Financing for Municipal Solid Waste. **World Bank**, Washington: D.C.