

Gestão municipal de resíduos sólidos e avaliação multissistêmica de impactos ambientais em vazadouros públicos irregulares nos extremos Sul piauiense

O estudo objetivou avaliar a gestão de resíduos sólidos urbanos de quatro municípios da Microrregião das Chapadas do Extremo Sul Piauiense frente à Política Nacional de Resíduos Sólidos quanto à existência de vazadouros públicos irregulares e relacionar as unidades de disposição final com os impactos ambientais. Foram realizados levantamento de dados secundários prontamente disponíveis e visitas de campo em área correspondente a quatro vazadouros de quatro municípios da Microrregião das Chapadas do Extremo Sul Piauiense, destacando entre eles: Cristalândia do Piauí, Corrente, Parnaíba e Riacho Frio. Os municípios ainda apresentam o vazadouro irregular como unidade de disposição final para os resíduos, indo em confronto com Política Nacional de Resíduos Sólidos Urbanos. A existência dos vazadouros culmina na propagação e intensificação do quadro de degradação ambiental na região, refletido pelo grau de impacto e valor degradativo observado. Torna-se evidente a necessidade de criação dos planos e aterros sanitários considerados a forma adequada ambientalmente para deposição de resíduos proveniente das atividades humanas.

Palavras-chave: Checklist; Degradação ambiental; Disposição final.

Municipal solid waste management and multisystemic evaluation of environmental impacts in irregular public leaks in the extreme south of Piauí

The study aimed to evaluate the management of urban solid waste in four municipalities of the Chapadas do Extremo Sul Piauiense Microregion in view of the National Solid Waste Policy regarding the existence of irregular public dumps and to relate the final disposal units with the environmental impacts. The study was conducted with secondary data readily available and field visits in an area corresponding to four dumps in four municipalities in the Chapadas do Extremo Sul Piauiense Microregion, including: Cristalândia do Piauí, Corrente, Parnaíba and Riacho Frio. The municipalities still present the irregular spill as a final disposal unit for waste, going against the National Policy for Urban Solid Waste. The existence of the drains culminates in the propagation and intensification of the environmental degradation situation in the region, reflected by the degree of impact and observed degradative value. It becomes evident the need to create plans and sanitary landfills considered the environmentally appropriate way for depositing waste from human activities.

Keywords: Checklist; Ambiental degradation; Final provision.

Topic: **Engenharia Sanitária**

Received: **04/07/2022**

Approved: **28/07/2022**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Tancio Gutier Allan Costa 
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9269110451831376>
<http://orcid.org/0000-0002-0635-2651>
gutierailan@gmail.com

Bruna de Freitas Iwata 
Instituto Federal do Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3036032785449787>
<http://orcid.org/0000-0002-6465-9731>
iwata@ifpi.edu.br

Israel Lobato Rocha 
Instituto Federal do Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6518724518793037>
<http://orcid.org/0000-0002-4496-9935>
israel.lobato@ifpi.edu.br

Amanda Sales Alves 
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1560247986661120>
<http://orcid.org/0000-0001-9403-7282>
amanda_sales_alves@hotmail.com

Gabriela da Rocha Saldanha
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2610845166657355>
gabriela.saldanha@outlook.com

Niriele Bruno Rodrigues 
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0771387992993277>
<http://orcid.org/0000-0001-9424-760X>
nirielebr@yahoo.com.br

Bruno Lucio Meneses Nascimento 
Universidade Federal do Ceará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6356823714550238>
<http://orcid.org/0000-0002-7196-6502>
brunoimpma@hotmail.com

Ageu da Silva Monteiro Freire 
Instituto Federal do Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9053287323214641>
<http://orcid.org/0000-0002-5364-0859>
ageu_monteiro_123@hotmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.007.0009

Referencing this:

COSTA, T. G. A.; IWATA, B. F.; ROCHA, I. L.; ALVES, A. S.; SALDANHA, G. R.; RODRIGUES, N. B.; NASCIMENTO, B. L. M.; FREIRE, A. S. M.. Gestão municipal de resíduos sólidos e avaliação multissistêmica de impactos ambientais em vazadouros públicos irregulares nos extremos Sul piauiense. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.13, n.7, p.112-128, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.007.0009>

INTRODUÇÃO

A problemática da destinação de resíduos é constante em nossa sociedade. As últimas décadas retratam a intensificação das atividades humanas e o crescimento acelerado na produção de resíduos, configurando-se como um grande problema para a administração pública. O aumento desordenado da população sem planejamento dos núcleos urbanos apresenta como entrave as ações de geração e manejo dos resíduos sólidos, que na maioria dos casos são dispostos em locais inadequados, como os vazadouros públicos irregulares.

Segundo ABRELPE (2015), existe no Brasil três tipos de destinação de resíduos sólidos, os lixões, aterros controlados e aterros sanitários. Entre eles, o lixão (vazadouro) corresponde a forma mais inadequada de descarte de resíduos, pela deficiência no controle ambiental e tratamento dos resíduos, podendo acarretar contaminações e poluição do meio ambiente. Assim, quando dispostos de forma inadequada, os resíduos sólidos podem causar poluição da água, do ar e do solo, além de criar um ambiente propício para a proliferação de macro e microvetores causadores de doenças (BESEN, 2011), com consequências desastrosas, tanto para o meio ambiente quanto para a qualidade de vida da população.

A efeito dessas implicações a Lei Federal 12.305 de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, propõe a erradicação dos lixões, devendo serem substituídos por aterros controlados ou sanitários. Além de propor a recuperação das áreas contaminadas pela disposição dos resíduos, por meio de metas voltadas a redução, reutilização e reciclagem dos materiais, com vistas a diminuir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Embora apresente uma visão promissora a PNRS, enfrenta diferentes problemas para sua efetiva aplicação, entre os quais se destacam a baixa disponibilidade orçamentária e a fraca capacidade institucional de gerenciamento de muitos municípios brasileiros, especialmente os de pequeno porte (HEBER et al., 2014). De forma a atenuar esses desafios, a lei estabelece diretrizes de gestão compartilhada, como a formação de consórcios intermunicipais de gerenciamento dos resíduos sólidos e, a elaboração dos Planos Municipais de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos - PMGIRS.

Além disso, conforme relato de Peralta et al. (2015), o alto custo de implantação e operação de unidades de disposição ambientalmente adequada, como aterro sanitário, dificulta o cumprimento da legislação, considerando que a realidade financeira da maior parte dos municípios de pequeno porte é incompatível com as despesas de manutenção desse tipo de unidade. Por esse motivo, muitos municípios ainda destinam seus resíduos à vazadouros irregulares, encontrando-se em desacordo com a legislação vigente.

Deste modo, seguindo os preceitos de Costa et al. (2016) de que a insegurança da utilização de técnicas de disposição final dos resíduos sólidos, sugere à necessidade de avaliar os reais impactos causados pela prática inadequada de descarga de resíduos a céu aberto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a gestão de resíduos sólidos urbanos de quatro municípios da Microrregião das Chapadas do Extremo Sul

Piauiense frente a Política Nacional de Resíduos Sólidos em relação a existência dos vazadouros públicos irregulares e relacionar as unidades de disposição final com os impactos ambientais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O universo de estudo envolveu municípios integrantes da microrregião das Chapadas do Extremo Sul Piauiense que por sua vez, corresponde a uma das microrregiões do estado brasileiro do Piauí pertencente à mesorregião Sudoeste Piauiense. Sua população foi estimada em 2010 em 82.584 habitantes e está dividida em nove municípios integrantes, a saber: Avelino Lopes, Corrente, Cristalândia do Piauí, Curimatá, Júlio Borges, Morro Cabeça no Tempo, Parnaguá, Riacho Frio e Sebastião Barros (Figura 1), em que juntos abrangem uma área total de 17.845,741 km².

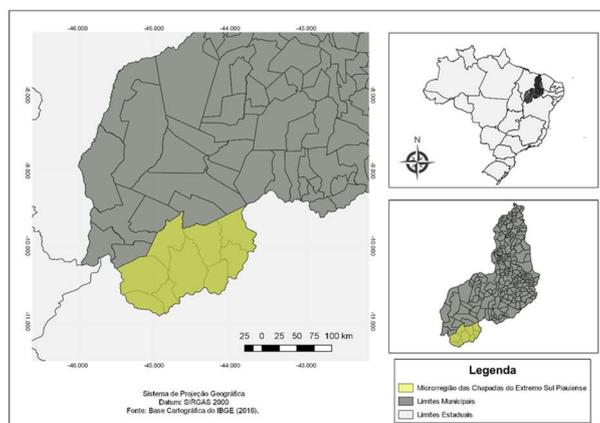


Figura 1: Localização da Microrregião das Chapadas do Extremo Sul Piauiense.

A pesquisa foi realizada com dados secundários prontamente disponíveis e visitas de campo em área correspondente a 4 (quatro) vazadouros presentes em 4 (quatro) municípios com área territorial na microrregião das Chapadas do Extremo Sul Piauiense, destacando entre eles: Cristalândia do Piauí, Corrente, Parnaguá e Riacho Frio. A escolha dos municípios a serem estudados se deu em função do tamanho populacional, considerando a escolha de dois municípios de menor população, entre 4 e 8 mil habitantes e dois municípios de maior população, variando de 10 a mais de 20 mil habitantes (Tabela 1). Além da proximidade entre eles, de modo a facilitar as investigações in situ.

Tabela 1: Tamanho populacional dos municípios presentes na Microrregião das Chapadas do Extremo Sul Piauiense.

Municípios	Tamanho da população (Censo 2010)	Tamanho da população (Estimativa 2017)	Densidade demográfica (hab./km ²)
Avelino Lopes	11.067 hab.	11.503 hab.	8,48
Corrente	25.407 hab.	26.575 hab.	8,33
Cristalândia do Piauí	7.831 hab.	8.264 hab.	6,51
Curimatá	10.761 hab.	11.348 hab.	4,60
Júlio Borges	5.373 hab.	5.614 hab.	4,14
Morro Cabeça no Tempo	4.068 hab.	4.533 hab.	1,92
Parnaguá	10.276 hab.	10.762 hab.	3,00
Riacho Frio	4.241 hab.	4.316 hab.	1,91
Sebastião Barros	3.560 hab.	3.488 hab.	3,98

Procedimentos de coletas e análise de dados

O estudo parte da ideia de que os fatos não podem ser entendidos quando considerados isolados, nos dando a entender que diversos fatores exercem influência sobre um mesmo objeto, podendo este ser tanto de ordem política, econômica, cultural, social quanto ambiental (LAKATOS et al., 2011). Assim, tal pesquisa levou em consideração os aspectos socioeconômicos e ambientais no campo da gestão dos resíduos sólidos urbanos dos municípios do extremo sul piauiense, tendo em vista a complementaridade destes fatores para uma compreensão dinâmica e holística da realidade, uma vez que ambos estão inter-relacionados, seja qualitativamente ou quantitativamente.

Com base nisso, o estudo se desenvolveu considerando duas etapas para obtenção dos resultados, um referente ao levantamento bibliográfico de informações quanto a gestão municipal dos resíduos sólidos e, outra ligada a campanhas de campo a partir de visitas in loco para quantificação e qualificação dos impactos ambientais decorrentes da existência de vazadouros a céu aberto, conforme os procedimentos a seguir:

Caracterização da gestão municipal de resíduos sólidos urbanos

Para esta etapa a pesquisa se enquadra como descritiva, por meio de análise documental, com uma abordagem qualitativa, buscando descrever o atual cenário da Gestão municipal dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), por meio de pesquisa em documentos oficiais, leis, diretrizes, e informações adquiridas em órgãos competentes relacionados ao assunto. Neste aspecto, a obtenção de dados se baseou seguindo conceitos atrelados a Política Nacional de Resíduos Sólidos com destaque ao Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (Status: elaboração, regulamentação, implantação), tipo de unidade de disposição final, atendimento da unidade a mais de um município, responsáveis pela coleta e operação das unidades de disposição final dos RSU, consórcios intermunicipais etc.

O trabalho foi elaborado, principalmente, a partir de informações contidas em documentos e sites do Ministério do Meio Ambiente – MMA, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, Confederação Nacional de Municípios – CNM¹, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Os dados coletados foram trabalhados em formas de tabelas, mapas já confeccionados e novos mapas temáticos utilizando-se de técnicas de geoprocessamento pelo uso do software QGIS 3.0.2, sendo este livre e licenciado sob a GNU General Public License. Deste modo, cada mapa temático utilizado apresenta formas geométricas e cores diversas para cada questão de abordagem.

Avaliação e caracterização dos impactos ambientais dos vazadouros

A avaliação e caracterização dos impactos ambientais decorrentes dos vazadouros a céu aberto configurou-se como uma pesquisa de campo de caráter exploratório, mediante visitas in loco com realização

¹ <http://www.lixoes.cnm.org.br/>

de registro fotográfico e avaliações visuais. O levantamento de campo foi realizado em duas campanhas, a primeira para reconhecimento das áreas e a segunda para aplicação do método de checklist desenvolvido por Sanchez (2006) no período de setembro a novembro de 2018.

O processo de identificação e avaliação dos impactos ambientais se deu pela utilização de dois métodos de avaliação. O primeiro método utilizado foi um checklist adaptado de Campos (2008) e Araújo (2015) para listar os possíveis impactos decorrentes do tipo de unidade de disposição final estudada (Tabela 2). Segundo Almeida et al. (2018) este método consiste na identificação e listagem dos impactos ambientais oriundos de empreendimentos ou atividades conhecidas, de forma simples, descritiva e de fácil interpretação. O método é adequado às situações com escassez de dados e quando a avaliação deve ser disponibilizada em um curto espaço de tempo (CARVALHO et al., 2010).

Tabela 2: Diagnóstico ambiental dos aspectos e parâmetros integrantes do *checklist*.

MEIO/ASPECTO AMBIENTAL	PARÂMETRO/IMPACTO	CRITÉRIO
FÍSICO (Solo, subsolo, ar e água)	Sinais de erosão	Sim ou não
	Risco de contaminação do solo	Sim ou não
	Risco de compactação do solo	Sim ou não
	Alteração na capacidade de uso da terra	Sim ou não
	Dano ao relevo	Sim ou não
	Desnudamento do solo	Sim ou não
	Emissão de odores	Fraco, moderado e intenso
	Proximidade de núcleos habitacionais	d < 500 m ou d ≥ 500m
	Queima de resíduos	Sim ou não
	Manancial superficial comprometido	Sim ou não
	Chorume a céu aberto	Sim ou não
	Distância de corpo d'água	d < 200 m ou d ≥ 200 m
BIÓTICO (Biodiversidade)	Risco de contaminação freática	Sim ou não
	Redução da biota do solo	Sim ou não
	Redução da biodiversidade nativa	Sim ou não
	Redução da capacidade de sustentação da fauna	Sim ou não
	Afugentamento de animais	Sim ou não
ANTRÓPICO (Outros)	Poluição visual (alteração da paisagem)	Sim ou não
	Poluição de áreas circunvizinhas	Sim ou não
	Presença de catadores	Sim ou não
	Proliferação de vetores de doenças	Sim ou não

Fonte: Adaptado de Araújo (2015)

O segundo método utilizado foi o da matriz de interação, buscando-se conhecer os aspectos que proporcionam maior impacto e aqueles que afetam os fatores ambientais mais relevantes, baseado no modelo de Leopold et al. (1971). Os parâmetros qualitativos foram avaliados de acordo as características adotadas por Leopold et al. (1971) adaptado de Costa et al. (2016): Frequência (Temporário – T, Permanente – Pr e Cíclico - C); Extensão (Local – L e Regional - Rg); Duração (Curto prazo – Cp, Medio prazo – Mp e Longo prazo - Lp); Valor (Positivo – P e Negativo - N) e Grau de impacto (Baixo – B, Médio – M e Alto - A).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Gestão dos resíduos sólidos urbanos no Extremo Sul Piauiense

Em face a problemática da gestão dos resíduos sólidos, o grande montante de geração de resíduos e falta de manejo adequado tem condicionado problemas principalmente em âmbito municipal, ampliando as

áreas de deposição irregular e acarretando problemas de cunho socioambiental. Esta é uma realidade enfrentada pela maioria dos municípios da região nordeste, incluindo neste caso a microrregião do extremo sul piauiense e os municípios estudados. Na figura 2 consta as formas de disposição final dos RSU dos municípios avaliados somado a existência ou não de licença para operação da unidade.

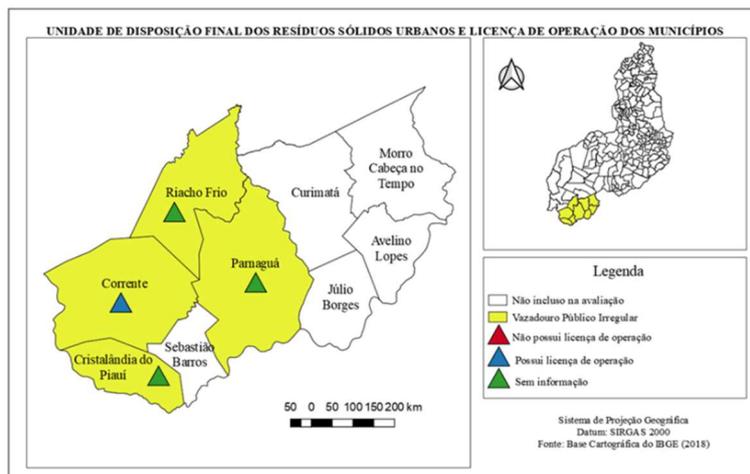


Figura 2: Forma de disposição final dos RSU adotadas pelos municípios envolvidos no estudo e sua respectiva licença para operação. Fonte: CNM (2018) e MMA (2013).

Vê-se que dos quatro municípios em questão, todos ainda apresentam o vazadouro público irregular como unidade de disposição final para os resíduos, indo em confronto com a busca pela sustentabilidade municipal e nacional no que concerne a Política Nacional de Resíduos Sólidos Urbanos. Conforme levantamento, o município de Corrente-Piauí, encontra-se com a licença de operação da unidade, que apesar de obrigatória, indica que a criação da unidade passou por filtragem buscando reduzir os impactos futuros. Entretanto, não houve informação para os demais municípios.

Os problemas ambientais ligados a produção e consumo dos resíduos sólidos têm assumido uma dimensão global, colocando a discussão nas mesas de debates das mais variadas formas de reuniões mundiais, como simpósios, workshops, congressos e outros. Tal fato está ligado a situações pontuais pela falta de gestão e gerenciamento dos resíduos, tornando a busca pela sustentabilidade urbana e ambiental ainda mais urgente. Segundo Besen (2011) o processo de gestão de resíduos em países ainda em desenvolvimento carece de atenção, visto as dificuldades centrais, essencialmente da gestão municipal, como o déficit na capacidade financeira e administrativa, insuficiência técnica na gestão dos serviços de limpeza pública, coleta seletiva e tratamento dos resíduos.

A discussão e análise da gestão municipal dos resíduos sólidos e condições de gerenciamento adotadas neste estudo, traspasa uma abordagem de cunho local, estando fundamentada em pesquisa regional sobre a temática, baseadas em levantamentos pontuais realizados por órgãos responsáveis por levantar e divulgar informações a nível nacional, regional e local. Assim, assume-se que a gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU), tema base da pesquisa, apresenta-se como um campo de análise de particular relevância, principalmente por envolver políticas públicas inovadoras (HEBER et al., 2014), que incentivam a cooperação intermunicipal e as formas emergentes de governança regional (MAIELLO et al., 2018).

A existência deste tipo de unidade (Figura 2) ainda confronta a Política Nacional de Resíduos Sólidos Urbanos, considerando o fato de que em seu artigo 54 está definido o prazo de erradicação dos lixões no Brasil, e que conforme cenário atual expirou em agosto de 2014. No entanto, ainda em 2014 o senado aprovou o projeto de lei 425/2014 que alterou o artigo supracitado e prorrogou o prazo para a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos. Neste caso, as cidades entre 50 e 100 mil habitantes passaram a ter o prazo até 31 de julho de 2020 e aqueles com menos de 50 mil habitantes, até 31 de julho de 2021 para erradicar os lixões (CÉSAR, 2018), incluindo os municípios da região de estudo.

O problema do aumento do prazo está na possibilidade de ampliação dos impactos gerados pelos vazadouros irregulares, principalmente na região Nordeste do país que lidera em números de municípios (861) ainda com a prevalência desse tipo de unidade (ABRELPE, 2017), enquadrando principalmente os municípios representados na figura 2. Porém, as unidades inadequadas como vazadouros e em muitos casos, os aterros controlados, ainda estão presentes em todas as regiões do país e receberam mais de 80 mil toneladas de resíduos por dia, com um índice superior a 40%, se comparado a deposição em aterros sanitários, o que nos sugere um elevado potencial de poluição ambiental e impactos negativos à saúde humana (ABRELPE, 2017).

Os municípios da microrregião do extremo sul piauiense que foram avaliados neste estudo fazem parte da estatística dos 3.352 municípios brasileiros que dispuseram os resíduos em unidade de disposição inadequada como os vazadouros ou aterros controlados em 2017, com deposição de 29 milhões de toneladas de resíduos coletados nessas unidades, que não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente contra danos e degradações, com danos diretos à saúde de milhões de pessoas (ABRELPE, 2017).

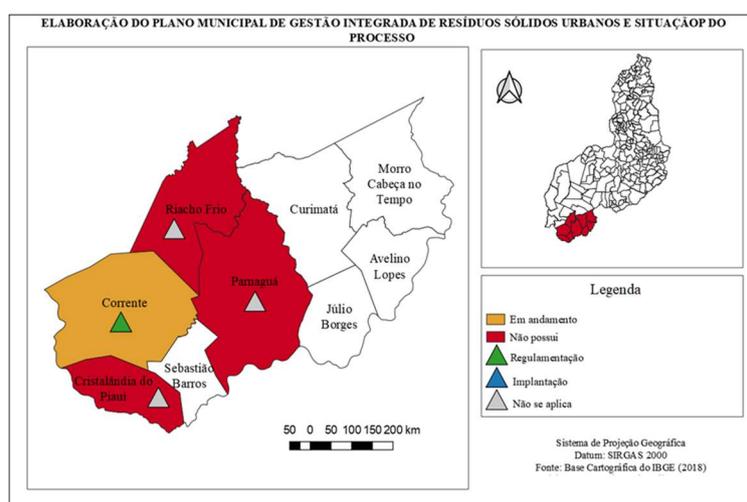


Figura 3: Municípios que possuem o PMGIRS e o seu status de aplicação. Fonte: MMA (2013).

A existência dos vazadouros irregulares nos municípios do extremo sul piauiense pode estar relacionada com a redução de orçamento municipal de recursos financeiros disponíveis para cada um deles, associada a inexistência dos Planos Municipais de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos (Figura 3), bem como da falta de infraestrutura local para abarcar a unidade de disposição final ambientalmente adequada.

Dos municípios estudados, apenas o município de Corrente, Piauí encontra-se com o PMGIRS em andamento, estando representado ainda na fase de regulamentação (Figura 3). Os demais municípios não apresentam o PMGIRS, o que acaba contribuir com as perdas de recursos, dificuldade na gestão e manejo dos resíduos sólidos urbanos e consequentemente na degradação da qualidade ambiental pela geração de impactos ambientais pelo tipo de unidade e disposição final dos resíduos. No entanto, por se tratar de levantamento de dados secundários não há como saber a justificativa dos municípios para a ausência dos PMGIRS.

Segundo Brasil (2014), em 2013 apenas 33,5% dos municípios brasileiros possuíam o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, dentro deste percentual o Ministério do Meio Ambiente revelou que apenas os estados do Maranhão, Pernambuco e Rio de Janeiro concluíram seus planos. Os demais estados sequer deram início à elaboração, o que pode ser observado em alguns municípios do estado do Piauí, em especial os envolvidos nesta pesquisa (Figura 3). Conforme o ministério, R\$ 26,8 milhões foram repassados pelo governo federal para que os estados elaborassem seus planos de resíduos sólidos, porém, muitos destes ainda não passaram a elaborar o documento. Os planos municipais configuram-se como uma das ferramentas mais relevantes da Política Nacional de Resíduos Sólidos, apontados como condição necessária para que o Distrito Federal e os municípios tenham acesso aos recursos financeiros da União destinados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2014).

Além disso, a ausência dos PMGIRS e a existência de vazadouros irregulares podem manter uma relação de dependência, em que a inexistência de um, amplia a possibilidade da existência do outro, contribuindo para as perdas de recursos emitidos pelo estado. Isso pode ser visualizado ao se pensar no acesso ao ICMS ecológico em que os estados têm que se apresentar como atuantes na redução da degradação do ambiente para que possam ter acesso a essa tributação ambiental. Para Reis (2011), essa tributação ambiental por meio do ICMS ecológico, atua como medida preventiva e contribui ativamente na preservação do meio ambiente e sua característica meramente arrecadatória passa também a ter como finalidade fins sociais.

Neste contexto, vê-se que o bom desempenho dos municípios em face a preservação do meio ambiente, por meio de medidas pontuais que reduzam a degradação de solo, água, ar e potencializem a minimização de recursos naturais - como é o caso da erradicação dos lixões e criação de planos municipais - vão permitir que o estado distribua em maior amplitude os recursos provenientes do ICMS ecológico, contribuindo para a qualidade ambiental e da vida da população envolvida. Isso é reforçado por Scaff et al. (2005) ao relatarem que o incentivo proveniente dessa tributação ambiental representa um forte instrumento econômico extrafiscal com vista à consecução de uma finalidade constitucional de preservação, promovendo justiça fiscal, e influenciando na ação voluntária dos municípios que buscam um aumento de receita, na busca de uma melhor qualidade de vida para suas populações. Os resultados apresentados na figura 3 mostram os quanto estagnados estão os municípios quanto a existência dos PMGIRS. Segundo CNM (2018), houve pequeno avanço com relação aos PMGIRS, que totalizavam 36,3% em 2015 e que em 2017

subiu para 38,2%. A confederação evidencia que desde que o prazo para elaboração dos planos venceu (2012), o governo federal não disponibiliza recursos para a elaboração dos PMGIRS, o que justifica o baixo crescimento do percentual de municípios com planos de resíduos.

Conforme CNM (2018), a partir da figura 4 é possível perceber o alerta de que municípios precisam de apoio técnico para avançar com relação aos planos de resíduos, uma vez que 20% ainda não iniciaram e 38,7% informaram estar em elaboração. Portanto, ao considerar o contexto de crise atual e a demora para obtenção dos recursos financeiros e licenças ambientais, haver redução no número de vazadouros e aumento de PGIRS significa que mesmo com os prazos vencidos os gestores estão lutando para cumprir com a lei.

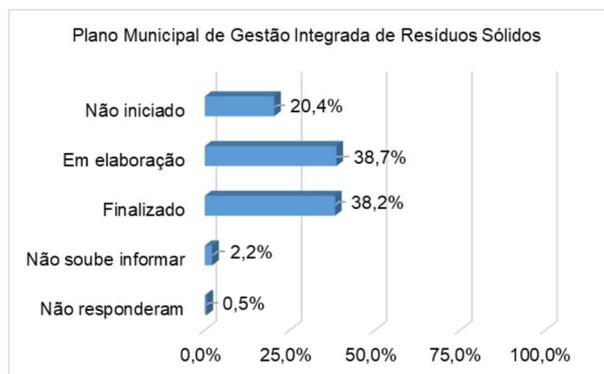


Figura 4: Percentual de municípios que possuem o PMGIRS. Fonte: CNM (2018).

A ausência do PMGIRS pode ampliar em grande escala as dificuldades de gerenciamento municipal dos RSU, por isso a importância da criação dos planos para os municípios. Conforme Ferreira (2015) as ações contidas no plano devem corresponder a situação real do município, tornando facilitada a sua execução. Desse modo, a prefeitura pode realizar os serviços ou terceirizá-los. Com relação a isso, dos quatro municípios da microrregião do extremo sul piauiense apenas dois apresenta prefeitura como responsável pela coleta dos RSU e um representado por empresa terceirizada, somado a ausência de informação para um município estudado (Figura 5).

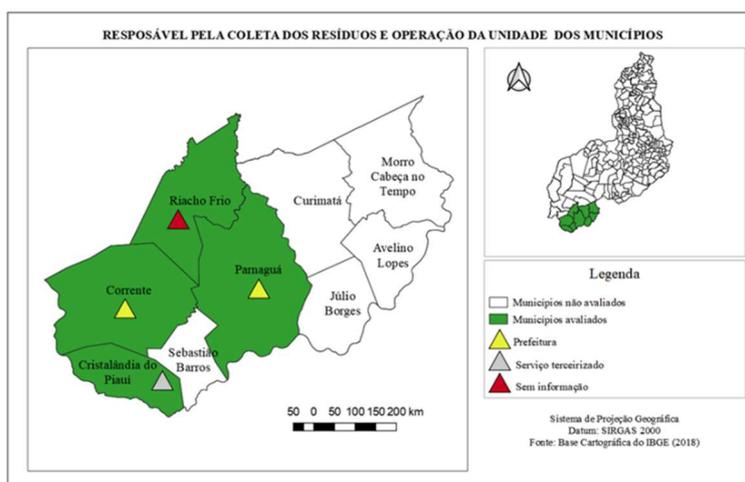


Figura 5: Tipo de responsável pela coleta de resíduos e operação da unidade de disposição final dos resíduos sólidos urbanos. Fonte: MMA (2013).

Em função dos resultados, pode-se notar que o agente responsável pelo gerenciamento dos resíduos municipais são os mesmo que operam suas unidades de disposição final dos RSU, de modo a facilitar a

logística do processo. É válido destacar ainda que por se tratar de órgão público responsável pela gestão municipal, a prefeitura lidera a logística do gerenciamento dos resíduos sólidos desde a coleta ao descarte, mantendo ainda o lixão a céu aberto como unidade de disposição. Os resultados obtidos neste estudo não se distanciam da realidade observada nas demais regiões do país, visto que para o descarte dos resíduos sólidos em vazadouros irregulares a quantidade de unidade por tipo de operador é maior para as prefeituras (1.018) quando comparada as empresas terceirizadas (45) ou mesmo consórcios (2) (SINIS, 2019).

Outro importante fator relacionado a gestão municipal dos RSU diz respeito aos consórcios entre municípios. A figura 6 aponta os resultados sobre os consórcios intermunicipais para gestão ou prestação de serviços de manejo de RSU coletados nos municípios. Nota-se que todos os municípios avaliados apresentam consórcios intermunicipais declarados, não havendo prestação de serviços ou mesmo compartilhamento da unidade de disposição com outros municípios, excetuando-se para o município de Riacho Frio que não apresentou informação.

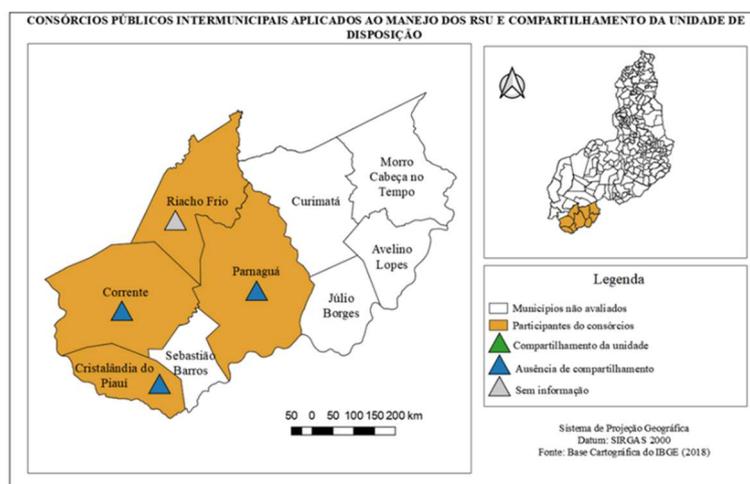


Figura 6: Municípios participantes de consórcios intermunicipais e o status sobre compartilhamento da unidade de disposição final. Fonte: SINIS (2019).

Os resultados nos permitem inferir que os municípios compreendem a importância de estarem entre aqueles que buscam compor um panorama positivo da situação dos consórcios no país, destacando a relevância quanto à adequação da gestão municipal dos resíduos à Política Nacional de Resíduos Sólidos –, que incentiva a adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos (SNIS, 2019).

Apesar da resposta positiva dos municípios frente aos consórcios intermunicipais, estes podem estar documentados quanta a formalidade de criação, porém, não avançam quanto a busca por soluções regionalizadas dos seus problemas internos. Tal afirmação se justifica seguindo os dados obtidos da CNM (2018) visto que em 2017, 29,5% dos consórcios formalizados com CNPJ, 27% deles encontram-se inativos, passando a não ter valor de atuação. Porém, essa é uma ferramenta fundamental para fazer a gestão de resíduos municipais ganhar escala e reduzir os custos da disposição final em unidade para este fim, essencialmente os aterros sanitários (CNM, 2018) ausentes nos municípios de estudo.

Com base na discussão dos resultados obtidos quanto a gestão municipal dos resíduos sólidos, fica

evidente a limitação encontrada pelos municípios no que diz respeito a gestão e gerenciamento adequado de seus resíduos, essencialmente pela existência dos vazadouros, o que nos levou a averiguar os possíveis impactos ambientais decorrentes deles, conforme tratado a seguir.

Avaliação dos impactos ambientais dos vazadouros estudados

Conforme levantamento de campo pôde-se verificar que dentre os lixões a céu aberto, as unidades localizadas nos municípios de Corrente, Parnaguá e Riacho Frio apresentam a prática de recobrimento dos resíduos por camada de solo, no intuito de minimizar a exposição dos resíduos a condições do ambiente e possivelmente evitar a proliferação de vetores de doenças, caso diferente do município de Cristalândia do Piauí. Entretanto, apesar de serem cobertos rotineiramente uma grande quantidade de RSU permanece a céu aberto, favorecendo a proliferação de vetores de doenças. Segundo Costa et al. (2016) o processo de disposição de resíduos sólidos a céu aberto favorece a proliferação de micro e macrovetores, os quais podem ser via de acesso de organismos patogênicos, que pode causar problemas à saúde dos indivíduos que se apresentem no local.



Figura 7: Vazadouros irregulares dos municípios de Corrente (A), Cristalândia do Piauí (B), Parnaguá (C) e Riacho Frio (D).

Em geral, os resíduos encontrados nos vazadouros estão concentrados entre resíduos domésticos, comerciais, de varrição e para o caso de Cristalândia do Piauí, resíduos hospitalares, distribuídos por sua constituição básica em plásticos, papéis e papelão representando a grande maioria, seguidos por resíduos orgânicos, vidro, metal e poda ou varrição. Essa caracterização é comum para todos os vazadouros a céu aberto, visto que existe uma grande geração de plástico e papel. Os resultados são similares ao encontrados por Araújo et al. (2016) e Costa et al. (2016) considerando os tipos de RSU identificados.

Os resultados obtidos pelo *checklist* utilizado na avaliação dos impactos dos lixões em estudo estão representados na tabela 3, caracterizando os parâmetros conforme o meio em que se classificam (físico, biótico e antrópico). A maioria dos parâmetros/impactos avaliados pelo *checklist* estão presentes nos

vazadouros, ambos assumindo em geral, o mesmo comportamento. Segundo o critério adotada no *checklist* todos os vazadouros distam a mais de 500 m dos núcleos populacionais, estando em conformidade com a NBR 13.896/1997, norma responsável por fixar as condições mínimas exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não perigosos, como os vazadouros (ABNT, 1997). A conformidade de localização dos vazadouros apresenta-se como um fator positivo por evitar a propagação de odores aos moradores dos núcleos urbanos dos quais estes pertencem. Porém, este fator não isola o caráter degradante da existência deles.

Ainda a respeito da conformidade de localização, os lixões encontram a mais de 200 m de distância de corpos d'água, conforme exigido pela legislação (Tabela 3). Para norma NBR 13.896/1997 no que tange aos recursos hídricos, a projeção do aterro de resíduos deve avaliar a possível influência da unidade na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas, devendo ser localizado a uma distância mínima de 200 m de qualquer coleção hídrica ou curso de água (ABNT, 1997). A adequação frente a norma reduz a possibilidade de poluição e/ou contaminação dos mananciais superficiais por contato direto, embora não se tenha o mesmo controle quanto a qualidade de águas subterrâneas, caso o estudo empregado no processo de licenciamento ambiental não disponha deste tipo de diagnóstico local.

Tabela 3: *Checklist* empregado na avaliação de impactos ambientais dos lixões a céu aberto.

MEIO/ASPECTO AMBIENTAL	PARÂMETRO/IMPACTO	CRITÉRIO			
		Cor	Cris	Par	Riac
FÍSICO (Solo, subsolo, ar e água)	Sinais de erosão	Não	Sim	Sim	Sim
	Risco de contaminação do solo	Sim	Sim	Sim	Sim
	Risco de compactação do solo	Sim	Sim	Sim	Sim
	Alteração na capacidade de uso da terra	Sim	Sim	Sim	Sim
	Dano ao relevo	Sim	Sim	Sim	Sim
	Desnudamento do solo	Sim	Sim	Sim	Sim
	Emissão de odores	Fraco	Fraco	Fraco	Fraco
	Proximidade de núcleos habitacionais	d > 500 m	d >= 500 m	d > 500 m	d >500 m
	Queima de resíduos	Sim	Sim	Sim	Sim
	Manancial superficial comprometido	Não	Não	Não	Não
	Chorume a céu aberto	Não	Sim	Não	Não
	Distância de corpo d'água	>= 200 m	>= 200 m	>= 200 m	>= 200 m
	Risco de contaminação freática	Sim	Sim	Sim	Sim
	BIÓTICO (Biodiversidade)	Redução da biota do solo	Sim	Sim	Sim
Redução da biodiversidade nativa		Sim	Sim	Sim	Sim
Redução da capacidade de sustentação da fauna		Sim	Sim	Sim	Sim
ANTRÓPICO (Outros)	Afugentamento de animais	Sim	Sim	Sim	Sim
	Poluição visual (alteração da paisagem)	Sim	Sim	Sim	Sim
	Poluição de áreas circunvizinhas	Não	Não	Não	Não
	Presença de catadores	Sim	Não	Sim	Não
	Proliferação de vetores de doenças	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: Adaptado de Araújo (2015). *Cor: Corrente; Cris: Cristalândia; Par: Parnaguá; Riac: Riacho Frio.

Dos parâmetros presentes na listagem dos impactos ambientais, encontra-se a presença de catadores, que segundo diagnóstico *in situ*, apenas os lixões de Corrente e Parnaguá apresentam atividades de catação desenvolvida na unidade. A ocorrência da atividade humana em lixões a céu aberto compromete a saúde dos indivíduos por se tratar de um ambiente insalubre cercado por condições que favorecem a proliferação de vetores de doenças. Atrelado a isso, Lima (2013) afirma que a acessibilidade de catadores em

locais de deposição de resíduos colabora para perpetuação de um trabalho indigno, impróprio para as condições de vida humana, colocando-os em situação de vulnerabilidade social devido a permanência em área potencial de risco a saúde.

Na tabela 4 consta a relação e interação dos impactos ambientais identificados nos lixões quanto à frequência, extensão, duração, valor e grau de impacto. De forma geral, os impactos apresentam natureza negativa, assumindo essencialmente um caráter degradante nessas áreas. Aliado a isso, a maioria dos impactos assumem frequência permanente a longo prazo, condição contínua que permite verificar a gravidade deste tipo de unidade. O médio e alto grau dos impactos, conforme a alteração do componente ambiental, mostra o quão prejudicial é para o meio ambiente o descarte dos resíduos sólidos de forma inadequada.

Tabela 4: Matriz de avaliação qualitativa dos impactos ambientais dos lixões a céu aberto.

Impacto ambiental	Características												
	Frequência			Extensão		Duração			Valor		G. impacto		
	T	Pr	C	L	Rg	Cp	Mp	Lp	P	N	B	M	A
Meio Físico													
Sinais de erosão		x		x				x		x			x
Risco de contaminação do solo			x	x				x		x			x
Risco de compactação do solo		x		x			x			x		x	
Alteração na capacidade de uso da terra		x		x				x		x			x
Dano ao relevo		x		x				x		x		x	
Desnudamento do solo			x	x				x		x			x
Emissão de odores			x	x			x			x	x		
Queima de resíduos			x	x		x				x		x	
Chorume a céu aberto	x			x		x				x	x		
Risco de contaminação freática			x	x			x			x			x
Meio Biótico													
Redução da biota do solo		x		x			x			x			x
Redução da biodiversidade nativa		x		x				x		x			x
Redução da capacidade de sustentação da fauna		x		x				x		x		x	
Afugentamento de animais		x		x				x		x		x	
Meio Antrópico													
Poluição visual (alteração da paisagem)		x		x				x		x			x
Proliferação de vetores de doenças		x		x				x		x		x	

Fonte: Adaptado de Costa et al. (2016). T - Temporário; Pr - Permanente; C - Cíclico; L - Local; Rg - Regional; Cp - Curto prazo; Mp - Médio prazo; Lp - Longo prazo; P - Positivo; N - Negativo; B - Baixo; M - Médio; A - Alto.

Em tese, por meio da matriz de interação de impactos ambientais (Tabela 4) o meio físico é continuamente o mais afetado pela existência dos vazadouros a céu aberto. Além disso, verifica-se que os impactos capazes de causar maiores alterações ambientais dizem respeito a sinais de erosão e desnudamento do solo, riscos de contaminação do solo e água (lençol freático), alteração da capacidade de uso da terra e redução da biota do solo e da biodiversidade nativa por apresentarem os quatro atributos de avaliação de maior peso da matriz. Os resultados desse estudo são corroborados por Araújo (2015) que em estudo similar avaliando lixão a céu aberto, constatou que o meio físico é mais afetado, sendo a poluição do solo e alteração na capacidade de uso da terra, os impactos com maior intensidade.

Os sinais de processos erosivos presentes nas unidades decorrem da falta de cobertura vegetal (essencial para sustentação do solo) e da possível compactação devido a passagem de veículos responsáveis

por operar as áreas. Bastos (2013) relata que a vegetação representa um obstáculo ao escoamento da água, diminuindo sua velocidade, permitindo menor probabilidade de erosão. Já Bendito et al. (2017) acredita que a compactação do solo contribui para o aceleração de processos erosivos. Assim, um solo mais compactado, torna-se mais denso, diminuindo a macroporosidade e, conseqüentemente, a permeabilidade, deixando-o mais susceptível à erosão superficial (GALA, 2006). Entretanto, a intensidade da erosão varia de acordo com outros fatores, também como a intensidade da chuva e a topografia (BENDITO et al., 2017).

O risco potencial de contaminação do solo e lençol freático podem ser considerados efeitos indiretos da deposição de resíduos no solo, resultante de uma relação de causa e efeito, visto que a ação degradante dos microrganismos sobre matéria orgânica e outros materiais compostos por metais pesados podem permitir a incorporação deles no solo. Esse é um problema alarmante, pois a contaminação por metais em locais que receberam resíduos sólidos urbanos tem sido constatada e considerada um grave problema ambiental na atualidade (MACHADO et al., 2011).

Os elementos potencialmente tóxicos, tidos como metais pesados (chumbo (Pb), mercúrio (Hg), cádmio (Cd), arsênio (As), níquel (Ni) e cromo (Cr)), fazem parte da composição de variados resíduos levados para os lixões, estando presentes essencialmente em lâmpadas, pilhas, baterias, produtos farmacêuticos, diversos componentes eletrônicos e outros presentes em embalagens de alimentos e produtos agrícolas. À vista disso, as atividades industriais e agrícolas apresentam-se como maiores geradoras de resíduos perigosos e, por isso, podem ter como resultado a contaminação ambiental por metais pesados, quando descarregados na atmosfera, nos ambientes terrestres e aquáticos (LIMA, 2015). Em adição, a contaminação do lençol freático por metais pesados é uma das mais importantes preocupações ambientais atuais, pelo potencial de danos à saúde humana e ao meio ambiente (BARROS et al., 2012).

É constante a prática da queima de resíduos em áreas de lixão, principalmente como forma de reduzir o volume de rejeito na unidade. Contudo, a prática exerce grande efeito degradativo no ambiente, por contribuir com a emissão de gases de efeito estufa, como gás carbônico (CO₂) pela combustão e metano (CH₄) tanto por processos de combustão quanto de decomposição anaeróbica. Segundo Costa et al. (2016) a queima de resíduos intensifica a degradação do meio ambiente, pela emissão de gases de efeito estufa na combustão dos resíduos, e pode poluir o ar do município e da região e reduzir a biodiversidade, por afastar a vida animal local. Além disso, Audibert et al. (2013) explicam que em aterros brasileiros existem fatores que influenciam os processos de degradação anaeróbia da matéria orgânica na geração de gases de aterro, tais como temperatura, pH e umidade interna.

A utilização de áreas com lixões a céu aberto promove ainda a redução da biodiversidade, tanto em termos de fauna quanto flora, e isso afeta principalmente a diversidade de vida no solo e a permanência de vegetais nativos da região. A perda da vegetação nativa leva a alterações profundas do funcionamento do ecossistema, principalmente nas relações que acontecem conjugadas com o solo, no e sobre ele. Em todo caso, a cadeia de impactos que estão ou podem estar presentes nessas áreas de deposição de resíduos a céu aberto condiciona o processo de alteração da capacidade de uso da terra, reduzindo sobretudo a

possibilidade de usos habitacionais por promover a baixa valorização imobiliária e a capacidade produtiva dessas áreas, condicionada pelos processos em cadeia de deterioração da qualidade tanto do solo quanto da água, podendo atingir um alto grau de magnitude.

Nesse viés, fica extremamente evidente que a existência dos lixões a céu aberto nos municípios desencadeia uma série de impactos ambientais que afeta o desenvolvimento socioambiental, tanto pela degradação do meio ambiente quanto pela possibilidade de proliferação de doenças aos indivíduos frequentes nesse tipo de ambiente, como é o caso da atividade de catação. Além disso, é preciso refletir as limitações da gestão municipal quanto o manejo e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos e suas formas de disposição final.

CONCLUSÕES

Os municípios da microrregião do extremo sul piauiense apresentam limitações quanto a gestão adequada dos resíduos sólidos, refletidos pela falta dos Planos Municipais de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos e a existência dos vazadouros como forma de disposição final dos resíduos.

A ausência dos Planos Municipais de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos na maioria dos municípios induz a relatar que há baixa tentativa de adequação dos municípios frente à legislação vigente, culminando para não conformidade socioambiental e a perda de recursos estaduais.

A existência dos vazadouros públicos irregulares culmina na propagação e intensificação do quadro de degradação ambiental na região, refletido pelo grau de impacto e valor degradativo observado no estudo.

Os impactos ambientais identificados pelo *checklist* e a matriz de interação revelam que dentre os meios de classificação, o meio físico é o mais afetado, podendo causar desequilíbrio funcional entre o solo, água e atmosfera.

Torna-se evidente a necessidade de criação dos planos e de aterros sanitários considerados a forma mais adequada ambientalmente para deposição de resíduos proveniente das atividades humanas.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13.896/1997**: Aterros de resíduos não perigosos-Critérios para projeto, implantação e operação. ABNT, 1997.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo: ABRELPE, 2015.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo: ABRELPE, 2017.

ALMEIDA, R. S. R., SILVA, V. P. R.. Avaliação multissistêmica dos impactos ambientais negativos do lixão do município de Ingá-PB. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, v.6, n.1, p.89-102, 2018.

ARAÚJO, C. C. G., RIBEIRO, R. L.. **Avaliação de impactos ambientais no lixão do município de Santa Helena de**

Goiás, GO. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade de Rio Verde, Rio Verde, 2016.

ARAÚJO, T. B.. **Avaliação de impactos ambientais em um lixão inativo no município de Itaporanga – PG**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.

AUDIBERT, J. L.; FERNANDES, F.. Preliminary qualitative and quantitative assessment of gases from biodegradation of solid wastes in the landfill of Londrina, Paraná State, Brazil. **Acta Scientiarum**, v.35, n.1, p.45-52, 2013.

BARROS, M. J. S.; CHAVES, M. J. L.; RODRIGUES, E. A.; QUEIROZ, Z. F.; BRAGA, R. C.. Influência da agitação para remoção dos íons tóxicos manganês, ferro, zinco com polissacarídeos de *Hymenococcus* em amostras sintéticas. In: CONNEPI CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7. **Anais**. Palmas: Instituto Federal

do Tocantins, 2012.

BASTOS, L. P.. **Matriz e índice de avaliação de impactos ambientais para a implantação de pequenas centrais hidrelétricas**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia) – Instituto de Engenharia do Paraná, Curitiba, 2013.

BENDITO, B. P. C.; SOUZA, P. A.; PICANÇO, A. P.; SILVA, R. R.; SIEBENEICHLER, S. C.. Diagnóstico da degradação ambiental na área de depósito inadequado de resíduos sólidos de Porto Nacional – TO. *Gaia Scientia*, v.11, n.3, p.129-151, 2017.

BESEN, G. R.. **Coleta seletiva com inclusão de catadores: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade**. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BRASIL. **Em discussão: Lixões ainda persistem**. *Revista do Senado Federal*, Brasília, v.5, n.22, 2014.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Brasília: DOU, 2010.

CAMPOS, L. R.. **Aterro sanitário simplificado: instrumento de análise de viabilidade econômico-financeira, considerando aspectos ambientais**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

CARVALHO, D. L., LIMA, A. V.. Metodologias para Avaliação de Impactos Ambientais de Aproveitamentos Hidrelétricos. In: Encontro Nacional dos Geógrafos, 16. *Anais*. Porto Alegre: Associação dos Geógrafos Brasileiros, 2010.

CÉSAR, P. S. M.. Reflexões sobre a qualidade do gasto público na gestão de resíduos sólidos urbanos. *Revista da Controladoria-Geral da União*, v.10, n.17, p.31-42, 2018.

CNM. Confederação Nacional de Municípios. **Diagnóstico da Gestão Municipal de Resíduos Sólidos**. Estudo técnico: Brasília: CNM, 2018.

COSTA, T. G. A.; IWATA, B. F.; CASTRO, C. P.; COELHO, J. V.; CLEMENTINO, G. E. S.; CUNHA, L. M.. Impactos ambientais de lixão a céu aberto no Município de Cristalândia, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v.3, n.4, p.79-86, 2016.

FERREIRA, A.. **Panorama da gestão de resíduos sólidos urbanos na microrregião de São Sebastião do Paraíso – MG**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

GALAS, N. D.. **Uso de vegetação para contenção e combate a erosão de taludes**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2006.

HEBER, F.; SILVA, E. M. D.. Institucionalização da Política Nacional de Resíduos Sólidos: dilemas e constrangimentos na Região Metropolitana de Aracaju (SE). *Revista de Administração Pública*, v.48, n.4, p.913-937, 2014.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A.. **Metodologia científica**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2011.

LEOPOLD, L. B.; CLARKE, F. E.; HANSHAW, B. B.; BALSLEY, J. R.. **A procedure for evaluating environmental impact**. Washington: United States Department of the Interior, Geological Survey, 1971.

LIMA, A. N.. **Análise do monitoramento da contaminação ambiental do solo do aterro de resíduos sólidos urbanos encerrado de Seropédica**. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2015.

LIMA, C. S.. Os riscos e as vulnerabilidades vinculadas aos catadores de lixo. *Núcleo de Pesquisa e Estudos em Educação Ambiental e Transdisciplinaridade*, v.3, n2, p.57-71, 2013.

MACHADO, M. E.; MENEZES, J. C. S.; COSTA, J. F. C. L.; SCHNEIDER, I. A. H.. Análise e avaliação da distribuição de metais pesados em um antigo aterro de resíduos sólidos urbanos “Aterro Invernadinha”. *Evidência*, v.11, n.2, p.69-82, 2011.

MAIELLO, A.; BRITTO, A. L. N. P.; VALLE, T. F.. Implementação da Política Nacional Brasileira de Gerenciamento de Resíduos. *Revista de Administração Pública*, v.52, n.1, p.24-51, 2018.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Resíduos Sólidos: Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Brasília: MMA, 2013.

PERALTA, L. R.; ANTONELLO, I. T.. O desafio enfrentado pelos municípios de pequeno porte para atender à Política Nacional de Resíduos Sólidos: O uso do consórcio intermunicipal. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPEGE, 11. *Anais*. São Paulo: Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, 2015.

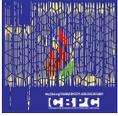
REIS, M.. **ICMS ecológico como instrumento de proteção ambiental**, 2011.

SANCHEZ, L. E.. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SCAFF, F. F.; TUPIASSU, L. V. C.. **Direito tributário ambiental: Tributação e políticas públicas: O ICMS ecológico**. São Paulo: Malheiros Ltda., 2005.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. 2017. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2017**. Brasília: MDR; SNS, 2019.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea (https://opensea.io/HUB_CBPC), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/44951876800440915849902480545070078646674086961356520679561157942941778444289/>