

Proposta para Recuperação de Lixão Situado na Porção Semiárida do Brasil – Município de Paulista, Paraíba

Proposal for Recuperating Refuse Dumps in the Semi-Arid Zone of Brazil: Paulista Municipality, Paraíba State

Manoel Mariano Netoⁱ
Universidade Federal de Campina Grande
Campina Grande, Brasil

Gustavo Leite Gonçalvesⁱⁱ
Universidade Federal da Paraíba
João Pessoa, Brasil

Sarah de Souza Cruz Mendonçaⁱⁱⁱ
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
Natal, Brasil

Resumo: Este trabalho teve por objetivo propor um conjunto de medidas simplificadas para o encerramento e recuperação da área do lixão do município de Paulista, no estado da Paraíba. Foi realizada a análise documental, consultou-se bases de dados secundários, e, posteriormente, foi realizada a pesquisa de campo, permitindo a identificação da área e a realização de registros fotográficos. Por fim, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, destinada à identificação das técnicas de recuperação de áreas degradadas, aplicáveis a lixões. A proposta para desativação parte da remoção prévia dos resíduos e destinação em uma área regularizada e apta para receber esse material, seguida do trabalho social com os catadores e da avaliação de contaminação do solo e das águas subterrâneas. Quanto ao processo de recuperação, foi indicado o reflorestamento. Visando resultados mais promissores, destaca-se que o monitoramento da área é um elemento essencial.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos; Recuperação de Áreas Degradadas; Fitorremediação; Reflorestamento; Aterro Sanitário.

Abstract: The aim of this article is to present a proposal of measures for closing and recuperating the city dump of Paulista, Paraíba. Documentary analysis was carried out, secondary databases were consulted, and, subsequently, field research was undertaken in order to identify the extent of the site and photographically document it. Then, bibliographic consultation

ⁱ Doutorando em Engenharia Civil e Ambiental. marianop.paiva2@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0002-3106-1012>.

ⁱⁱ Mestre em Energias Renováveis. gustavoleite@cear.ufpb.br. <https://orcid.org/0000-0002-3232-4064>.

ⁱⁱⁱ Técnica em Controle Ambiental e Mestranda em Uso Sustentável de Recursos Naturais. saraahsouzac23@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-3130-6980>

identified methods for recuperating degraded areas, which were applicable to refuse dumps. The proposal for recuperation begins with removing waste and disposing it in an area prepared to receive this kind of material, followed by social work with the poor recyclers who lose work and an evaluation of soil and groundwater contamination present in the old site. Reforestation is recommended for recuperating the site as well as further monitoring.

Keywords: Solid Waste; Recuperation of Degraded Areas; Phytoremediation; Reforestation; Landfills.

Introdução

A geração de resíduos sólidos é um fator que acompanha a história da humanidade desde os seus primórdios (SILVEIRA; BERTÉ; PELANDA, 2018). Todavia, tornou-se uma problemática de grande magnitude ambiental e social, sobretudo devido ao crescimento populacional, a intensificação da urbanização e às modificações dos modos de produção e consumo (GHINEA et al., 2016; RUPANI et al., 2019).

Dessa maneira, a gestão ambientalmente adequada dos resíduos sólidos é configurada como um desafio global. Esta situação é intensificada nos países em desenvolvimento, uma vez que tendem a comprometer a disponibilidade dos recursos naturais e, por consequência, o bem-estar e a qualidade de vida das gerações atual e futuras (KHAN; KUMAR; SAMADDER, 2016; RAMACHANDRA et al., 2018).

Tais questões estão diretamente relacionadas ao fato de que o lixo, quando disposto de maneira inadequada, pode causar a poluição dos corpos hídricos, do solo e da atmosfera. Como consequência, é gerado desconforto estético às vias públicas e associado a problemas de saúde pública, em decorrência da propagação de vetores de doenças, da incineração descontrolada e do contato das pessoas com produtos perigosos (LIU et al., 2019; SHARMA; JAIN, 2020).

Nesse ínterim, um dos principais problemas a serem destacados é o desuso de tecnologias ambientalmente adequadas para a disposição final dos resíduos. Em países em desenvolvimento, como o Brasil, o lixo é comumente disposto em vazadouros a céu aberto, especialmente nos municípios de pequeno porte, uma vez que a construção e operação de aterros sanitários consistem em serviços muito onerosos e distantes da realidade dessas localidades mesmo com a possibilidade da implementação dos consórcios intermunicipais (SILVA et al., 2020a).

A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública (ABRELPE, 2020) revelou que, em 2019, 40,5% do lixo produzido no país foi disposto em lixões e aterros controlados, na região Nordeste, em especial, esse percentual correspondeu a 64,4%. Logo, nota-se a existência de uma expressiva distância da realidade descrita em relação à meta de erradicação dos lixões, discutida na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e, mais recentemente, no novo marco do saneamento básico, que prevê a eliminação desse problema até 2023 em cidades com população entre 50 e 100 mil habitantes e, até 2024, nas localidades com menos de 50 mil pessoas (BRASIL, 2010; 2020).

Entretanto, o encerramento dos lixões resolve apenas uma fração desses problemas. O recebimento de detritos por décadas, sem nenhuma tecnologia de controle ambiental,

torna essas áreas insalubres e perigosas para a sociedade e para os recursos naturais e serviços ecossistêmicos existentes no entorno (KUMAR et al., 2017; RAMOS et al., 2017). Destarte, se faz necessária a aplicação de esforços em prol da recuperação ambiental, dada toda a degradação ocasionada.

Assim, este trabalho é direcionado ao município de Paulista, no estado da Paraíba, semiárido brasileiro, onde os resíduos sólidos urbanos não recebem a destinação correta, sendo dispostos em um lixão situado às margens de uma rodovia estadual, a poucos quilômetros do centro urbano. Dessa maneira, tem por objetivo propor um conjunto de medidas simplificadas para o encerramento e recuperação da área do lixão nesta localidade.

Para além do texto introdutório, o estudo é constituído por outras quatro seções: “Impactos Ambientais de Lixões”, onde se discutem os aspectos negativos atrelados a esta alternativa de disposição final dos resíduos; “Metodologia”, na qual se caracteriza o *locus* da pesquisa e descreve o percurso metodológico; “Resultados e Discussões”, que descreve as condições do lixão de Paulista e são elencadas as propostas para encerramento e recuperação; e, por fim, as “Considerações Finais”.

Impactos Ambientais de Lixões

Os lixões combinam uma diversidade de impactos, perigos e potenciais danos ambientais que engendram uma série de ameaças às comunidades. Este cenário envolve alterações físicas e biológicas que modificam paisagens e comprometem ecossistemas, causando transtornos ao meio natural e, indiretamente, à população residente. A disposição irregular de resíduos sólidos é considerada um aspecto ambiental e social que, mesmo após a desativação desses lixões, continua a impactar o meio ambiente e a qualidade de vida (COSTA; SOUSA; CRUZ, 2016).

Esta prática provoca impactos ambientais de difícil e oneroso tratamento e recuperação (CORREIA et al., 2017). Em seus trabalhos, Correia et al. (2017), Ferreira (2017) e Bendito et al. (2017) elencaram alguns desses impactos: (i) depreciação da qualidade da água subterrânea; (ii) degradação da paisagem natural; (iii) processos erosivos; (iv) poluição atmosférica, oriunda, principalmente, dos gases gerados na degradação da matéria orgânica e da queima dos resíduos; (v) contaminação e compactação do solo; (vi) perda de biodiversidade, bem como atração de espécies exóticas; (vii) alteração do ciclo hidrológico; (viii) proliferação de micro e macro vetores; (ix) transmissão de doenças; e (x) a desvalorização imobiliária.

Correia et al. (2017) afirmam que ainda existem os fatores sociais integrados, como a atração de catadores, em busca de fonte de renda e alimentos, e a insatisfação e perda da qualidade de vida dos residentes próximos. Em suma, os riscos associados aos lixões são considerados de ordem ambiental, social, econômica, de saúde pública e governamental, devido ao potencial de danos desta situação (COSTA; SOUSA; CRUZ, 2016; CORREIA et al., 2017).

Portanto, são necessárias atitudes urgentes nos hábitos de todos os cidadãos, bem como por parte das entidades governamentais e não governamentais, na melhor gestão dos resíduos sólidos, como forma de amenizar o reflexo que a destinação inadequada do lixo inevitavelmente causará às futuras gerações (SILVA et al., 2020b).

Metodologia

Caracterização da Área de Estudo

O município de Paulista (Figura 1) está localizado na porção semiárida do estado da Paraíba, especificamente na mesorregião do Sertão e microrregião de Sousa. Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), esta localidade acomodava, em 2010, 11.788 pessoas, das quais 48,52% residiam na zona urbana. Já as projeções para 2020 indicavam um leve aumento da população, chegando a 12.379 habitantes (IBGE, 2020).

O município ocupa uma área de aproximadamente 577 km² (IBGE, 2020), predominantemente de clima quente-úmido, com pluviosidade média anual de 866 mm, distribuídos irregularmente ao longo do ano, de modo que o intervalo entre os meses de fevereiro e maio concentra cerca de 76% desse quantitativo. Apresenta temperatura média na ordem de 28 °C a 29 °C, e a vegetação corresponde ao tipo Caatinga-sertão (SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM, 2005).

O lixão de Paulista ocupa uma área de aproximadamente 1 hectare, localizado a 3 km da sede municipal e a 1,5 km de um reservatório hídrico superficial, às margens da Rodovia PB-293. Recebe os resíduos domésticos desde 1997 e trata-se de um terreno alugado, onde atuam quatro catadores (PAULISTA, 2012).

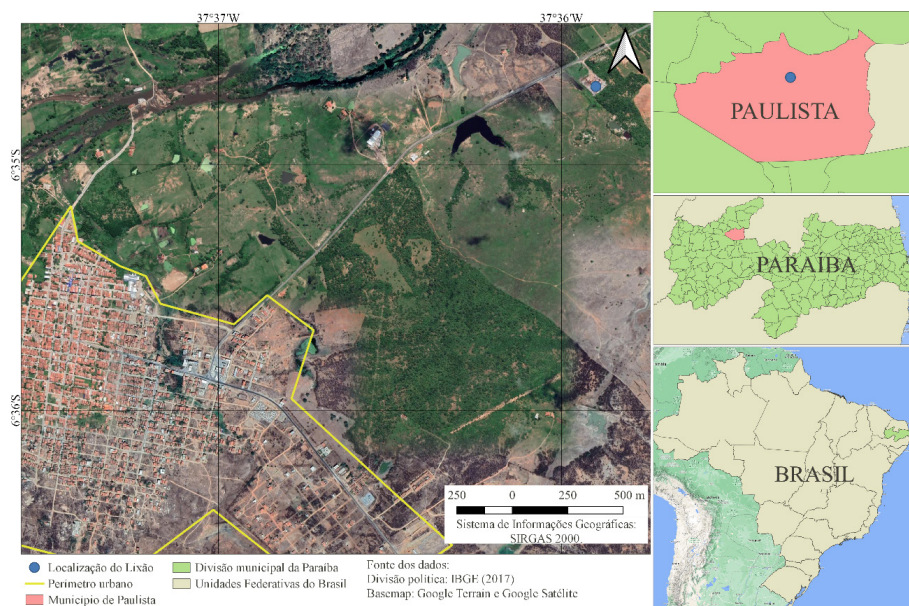


Figura 1 – Localização do lixão do município de Paulista/PB. Elaborado pelos autores.

Percurso Metodológico

Para a execução da pesquisa, foi realizada uma análise documental na qual foi estudado o Plano Municipal de Gestão dos Resíduos Sólidos de Paulista e o Plano de Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado da Paraíba, identificando características quanto ao gerenciamento de resíduos sólidos na escala local, com destaque às condições de funcionamento do lixão. Em seguida, consultou-se as bases de dados do IBGE, da CPRM e da ABRELPE, de modo a complementar a caracterização municipal, englobando os aspectos físicos, demográficos e o gerenciamento de resíduos.

Posteriormente, no mês de outubro de 2020, foi realizada a pesquisa de campo, através de visitas ao lixão de Paulista, permitindo a identificação da área e a realização de registros fotográficos, com a finalidade de ilustrar as condições locais.

Por fim, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, destinada à identificação das técnicas de recuperação de áreas degradadas, aplicáveis às áreas de lixões, e a elaboração da discussão dos resultados.

Resultados e Discussões

O Lixão de Paulista/PB

Para um melhor entendimento acerca das condições de operação do lixão de Paulista, fez-se necessário estimar a quantidade de resíduos recebida. A estimativa da geração de resíduos domésticos deve ser feita mediante análise e tratamento de dados referente à coleta municipal. Contudo, devido à ausência de dados municipais, essa etapa do projeto foi executada considerando a taxa de geração *per capita* de referência para o Brasil, disponibilizada pela ABRELPE (2020).

Em conformidade com a ABRELPE (2020), a taxa de geração *per capita* nacional corresponde a 1,04 kg/hab./dia. Para definir os valores referentes aos volumes, foi considerada uma massa específica correspondente a 230 kg/m³, seguindo as recomendações do Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM, 2001). Diante desses valores e considerando a população urbana contabilizada no Censo do IBGE (2010), de 5.720 habitantes, foram obtidos os valores diários e mensais, referentes à massa e ao volume de lixo (Tabela 1).

A produção de resíduos diária para o município corresponde a 5.943,08 kg/dia. Em relação ao volume produzido, tem-se 25,84m³/dia, enquanto na escala de tempo mensal, são gerados 178,29 t/mês (775,18 m³/mês).

Tabela 1 – Estimativa da geração de resíduos sólidos domésticos para a zona urbana do município de Paulista/PB.

Indicadores	Valores	Unidades de medida
População	5720	Pessoas
Geração <i>per capita</i>	1,04	kg/hab./dia
Geração diária	5943,08	kg/dia
Volume diário	25,84	m ³ /dia
Geração mensal	178,29	t/mês
Volume mensal	775,18	m ³ /mês

Fonte: IBAM (2001); IBGE (2010); ABRELPE (2020). Elaborada pelos autores (2021).

A composição dos materiais descartados pode ser definida a partir da análise gravimétrica, conforme a Norma Brasileira – NBR 1.007/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004a). No entanto, dadas as condições de infraestrutura local, bem como a carência de recursos humanos, tornou-se inviável adotar tal prática. Assim, considerou-se o perfil de geração nacional, disponibilizado pelo Instituto de Pesquisa Aplicada (IPEA, 2012). A partir dos percentuais descritos e dos valores apresentados para a coleta, foram calculados os montantes para cada tipo de material (Tabela 2).

Tabela 2 – Quantidade de resíduos por constituinte.

Composição	%	Valores	Unidades de medida
Orgânicos	51,4%	91,64	t/mês
Papel	13,1%	23,36	t/mês
Metal	2,9%	5,17	t/mês
Plástico	13,5%	24,07	t/mês
Vidro	2,4%	4,28	t/mês
Diversos	16,7%	29,77	t/mês

Fonte: IPEA (2012). Elaborada pelos autores (2021).

Para além dos quantitativos de resíduos citados, verificou-se que o lixão também recebe os dejetos oriundos do abatedouro municipal e os resíduos de serviços de saúde (RSS) (Figura 2). Acerca dessa questão, é válido enfatizar que ambos configuram resíduos perigosos, devido à possibilidade de contaminação por microrganismos patogênicos, partículas virais e material genético, com destaque ao ácido desoxirribonucléico (DNA) e ácido ribonucléico (RNA) (ABNT, 2004b).



Figura 2 – Disposição de resíduos de abatedouro e de serviços de saúde no lixão de Paulista/PB. **a** – Resíduos de abatedouro; **b** – RSS.

Fotos: Acervo dos autores (2020).

Nesse contexto, é importante enfatizar que os resíduos de abatedouros, devido à elevada concentração de matéria orgânica, são altamente putrescíveis, logo, podem causar odores desagradáveis. Assim, são exigidas técnicas especiais para o tratamento, de modo a reduzir o potencial poluente e garantir a qualidade sanitária (SERAFIM et al., 2018; CONCEIÇÃO et al., 2020).

Já em relação aos RSS, são caracterizados como resíduos especiais, devido à periculosidade apresentada. Nesse sentido, demandam condições específicas para o acondicionamento, transporte e tratamento, visando reduzir o risco de contaminação (PEREIRA; MAZZURANA, 2017). Entretanto, na maioria dos municípios brasileiros, a destinação ocorre em locais inadequados, propiciando sérias consequências à saúde da população (MOURA; FRIAS, 2019).

Quanto às condições de operação local (Figura 3), o objeto de estudo segue as métricas mais comuns em lixões: (i) ausência de isolamento da área, uma vez que a cerca que delimita o terreno possui diversas avarias, (ii) não há controle de entrada e saída de pessoas, e, por consequência, ocorre frequentemente a presença de catadores e animais, e (iii) os resíduos são queimados semanalmente, gerando desconforto aos colaboradores que realizam a descarga do lixo, aos catadores, às pessoas que trafegam pela PB-293, e à população da zona urbana de Paulista. Ainda nesse contexto, é pertinente frisar que, devido ao pequeno espaço ocupado, os resíduos não sofrem aterramento, sendo a incineração o principal meio de controle do volume no lixão.



Figura 3 – Localização do Lixão de Paulista/PB.
Fotos: Acervo dos autores (2020).Elaborado pelos autores.

Diante das condições descritas, e devido às pressões exercidas pelas políticas de saneamento, sobretudo a PNRS, em nível federal, foi elaborado, em 2012, o Plano de Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado da Paraíba. Este documento prevê a organização do estado em 14 regiões geoadministrativas, de modo a conferir viabilidade técnica e econômica para a construção e operação de aterros sanitários.

Esse documento prevê que Paulista irá integrar a região geoadministrativa de Pombal, juntamente com outros sete municípios, a saber: Cajazeirinhas, Condado, Coremas, Pombal, São Bentinho, São Domingos e Vista Serrana. Especificamente nesta localidade está prevista uma série de intervenções, com destaque ao encerramento e remediação do lixão, construção de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs), implantação de um aterro de pequeno porte e uma central de triagem e compostagem (PARAÍBA, 2012).

Todavia, o plano estadual de regionalização somente prevê essas intervenções. Ao tratar do encerramento e recuperação da área do lixão, não foram citadas quaisquer etapas ou procedimentos para viabilizar este feito. Dessa maneira, os tópicos a seguir buscam apresentar e discutir essa questão.

Desativação

A Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM, 2010) apresenta uma série de possibilidades quanto às técnicas empregáveis na etapa de desativação de lixões: (i) remoção dos resíduos, (ii) recuperação simples, que consiste no encapsula-

mento do lixo e implantação de mecanismos de drenagem de chorume e dos gases, e (iii) recuperação parcial, aplicável quando as condições ambientais não possibilitam o emprego das técnicas anteriores.

Para o caso do lixão de Paulista, dada a pequena área ocupada, bem como a pequena quantidade de resíduos acumulada, devido à incineração, e a previsão de construção de um aterro sanitário de pequeno porte, a remoção dos detritos se apresenta como a alternativa mais viável. Essa técnica exige que os resíduos sejam destinados para uma área previamente regularizada, sendo indicada para os casos em que os montantes de resíduos a serem removidos e transportados não são muito grandes (FEAM, 2010).

Esta etapa é imprescindível para o adequado encerramento das atividades, uma vez que, mesmo após a desativação, se nenhuma alternativa for efetivada, os lixões tendem a permanecer degradando o meio ambiente. Estudos realizados no lixão de Campina Grande, no estado da Paraíba, revelaram que, após quatro anos de encerramento, por não ocorrer a desativação de maneira adequada, ainda é perceptível a geração e acúmulo de lixiviado nas áreas mais baixas (ALMEIDA et al., 2018).

É salutar enfatizar que após a desativação é necessária a realização de uma avaliação da contaminação do solo e da água subterrânea na área (FEAM, 2010). Silva et al. (2020c) afirmam que os indicadores de qualidade ambiental permitem mensurar o *status* ambiental e as condições do ecossistema. Além disso, no tratar de áreas degradadas por lixões os principais indicadores adotados são os físicos, químicos e biológicos, por serem mais sensíveis e representativos quanto à degradação ocorrida (SILVA et al., 2020c).

Ao encontro desse posicionamento, Ismael, Leite e Silva (2013), em uma proposta de recuperação do lixão de Pombal/PB, recomendam a realização de análises físico-químicas do solo e da água, orientadas à mensuração do potencial hidrogeniônico (pH), da condutividade elétrica e de metais pesados, de modo que, caso sejam encontradas disparidades em relação aos padrões de referência vigentes, devem ser iniciados processos de descontaminação. Essas análises também são pertinentes para o lixão de Paulista.

Ressalta-se ainda a necessidade do acompanhamento dos catadores presentes no lixão, anteriormente à desativação. Este acolhimento e resguardo são previstos pelos planos de todas as esferas governamentais, sendo de competência das prefeituras o trabalho de incentivo à criação de cooperativas de catadores, bem como a sua inserção nas atividades de coleta seletiva e a elaboração de programas e ações para a participação desses grupos (BRASIL, 2010; PARAÍBA, 2012; PAULISTA, 2012).

Estratégias de Recuperação

A recuperação dos lixões permite atenuar e, em alguns casos, mitigar parte dos impactos decorrentes da disposição irregular dos resíduos sólidos. Essa é a segunda etapa, imediata após a desativação, com a finalidade de reduzir a mobilidade, a toxicidade e o volume de contaminantes, além de estabilizar o solo (ALBERTE; CARNEIRO; KAN, 2005).

Por se tratar de um ambiente possivelmente contaminado, o contato com as pessoas não é recomendado sem que ocorra a descontaminação. Contudo, para alcançar tal feito, são empregados processos onerosos, tornando o reflorestamento a alternativa mais viável para o caso de Paulista. Para tanto, algumas etapas devem ser seguidas: o isolamento da área, a descontaminação e estabilização do solo e da água, e a inserção de espécies vegetais.

O isolamento da área a ser recuperada tem por finalidade evitar o contato dos contaminantes com animais e pessoas, favorecendo as etapas posteriores. Para tanto, após a remoção dos resíduos, faz-se necessário demarcar o local, se possível, por georreferenciamento. Posteriormente, é inserida a identificação do local e a barreira isolante, comumente realizada através de cercas.

A descontaminação, por sua vez, pode ocorrer por meio do emprego de diversas técnicas, como tratamentos eletroquímicos, e eletrocinéticos (SILVA, 2017; BENTO, 2017). No entanto, os custos correlatos inviabilizam esses processos, principalmente quando se trata de locais com pouca disponibilidade financeira. Assim, a fitorremediação, por se tratar de alternativa amplamente difundida e menos dispendiosa, finda por se tornar a mais acessível (ISMAEL; LEITE; SILVA, 2013).

A fitorremediação consiste na introdução de espécies vegetais que assimilam os contaminantes nas folhas e raízes, exigindo manutenção mínima (SILVA, 2019). Ao analisar o emprego na recuperação de lixões no semiárido brasileiro, Faustino, Silva e Lima (2020) citam o uso de Mamona (*Ricinus communis*), efetiva na remoção de chumbo e outros contaminantes decorrentes do rejeito de ferro; a Charuteira (*Nicotiana glauca*) e o Pinhão Roxo (*Jatropha gossypifolia*). Tais espécies são alternativas para a promoção da remoção dos contaminantes no caso de Paulista.

Já a correção do solo pode ser necessária devido à ausência de nutrientes, ocorrência de acidez ou alcalinidade excessiva, e possível salinização. Logo, são empregadas análises laboratoriais para determinar as condições físicas e nutricionais. Quando necessárias, podem ser empregadas correções diversas, a depender das necessidades do solo, como a aração, aplicação de cal, matéria orgânica ou outra técnica que permita tornar o solo apto ao recebimento da cobertura vegetal (ISMAEL; LEITE; SILVA, 2013).

A inserção de espécies vegetais configura a última etapa do processo de recuperação e proporciona inúmeros benefícios: (i) melhora as condições estéticas do ambiente, (ii) reduz os impactos das intempéries sobre o solo, além de (iii) atrair componentes da fauna (RODRIGUES; GIULIATTI; PEREIRA JÚNIOR, 2020). Ainda em consonância com os autores, muitas metodologias podem ser aplicadas ao longo do processo de reflorestamento: plantio de mudas, regeneração natural, semeadura direta e nucleação.

Todavia, ao considerar as condições climáticas da área de estudo, percebe-se que determinadas técnicas são incompatíveis com o processo de reflorestamento. Nesse sentido, Faustino, Silva e Lima (2020), ao estudarem a diversidade vegetal em lixões no estado da Paraíba, mostraram que a regeneração natural tende a ocorrer, no entanto, é um processo muito lento e torna distante a condição desejável de sucessão ecológica.

Dentre as possibilidades de melhoria do processo, recomenda-se a catalogação das espécies vegetais existentes no entorno e a inserção de mudas, por estas apresentarem melhores condições de adaptação ao ambiente. Com foco na sucessão ecológica, as espécies necessitam ser inseridas na seguinte ordem: pioneiras, secundárias e tardias (RODRIGUES; GIULIATTI; PEREIRA JÚNIOR, 2020).

Ao tratar das especificidades do bioma Caatinga, no qual o lixão de Paulista está situado, alguns exemplares de espécies pioneiras são a Jurema Preta (*Mimosa hostilis*) e o Marmeleiro (*Crotonsonderianus*). No que cerne às espécies secundárias, cita-se a Favela (*Conidoscoluliphyllacanthus*) e a Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*) e as tardias

mais comumente encontradas são o Juazeiro (*Ziziphusjoazeiro*) e o Cumaru (*Amburana cearenses*) (ISMAEL; LEITE; SILVA, 2013; SANTOS et al., 2020).

Por fim, enfatiza-se que ao longo do processo de reflorestamento deve ocorrer o monitoramento, de modo a assegurar o êxito desta etapa tão importante na recuperação da área degradada pela disposição de resíduos sólidos.

Quanto ao âmbito social do processo de desativação do lixão, é importante um trabalho de amparo aos catadores cuja principal fonte de renda advém dos resíduos ali despejados, como forma de inclusão social e emancipação econômica. A PNRS, em seus instrumentos, incentiva a inserção desses catadores, bem como demais pessoas físicas de baixa renda, caso haja interesse, em associações municipais que trabalhem com materiais reutilizáveis e recicláveis. Diante disso, as normas quanto à exequibilidade e o conteúdo do próprio Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos municipal deve ser relacionado à atuação dessas associações (BRASIL, 2010).

O poder público tem ainda autonomia de instituir medidas indutoras e de financiamento para a iniciativa de implantação de infraestruturas físicas e aquisição de equipamentos para as associações. Além disso, a PNRS institui a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, onde é prevista a atuação em parcerias com as associações de catadores para o tratamento das embalagens, em especial as plásticas, metálicas e de vidro (BRASIL, 2010).

Considerações Finais

Este trabalho teve por objetivo propor um conjunto de medidas simplificadas para o encerramento e recuperação da área do lixão do município de Paulista. Para tanto, foram consideradas suas condições de operação, com ênfase nos quantitativos de resíduos dispostos, o tempo de funcionamento e a localização em relação ao centro urbano e aos corpos hídricos superficiais.

Constatou-se que o lixão de Paulista está em funcionamento desde 1997, recebendo constantes descargas de resíduos sólidos urbanos, além da contribuição de outras fontes distintas, como os resíduos de serviços de saúde e de abatedouro. A principal maneira empregada para controlar o volume de lixo é a incineração, que tende a causar incômodo à população local, bem como às pessoas que transitam na rodovia localizada à sua margem.

A proposta para desativação e recuperação desse ambiente parte da remoção prévia dos resíduos e destinação em uma área regularizada e apta para receber esse material, seguida da avaliação de contaminação do solo e das águas subterrâneas, através de parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Quanto ao processo de recuperação, foi indicado o reflorestamento, por proporcionar ganhos ambientais e viabilidade econômica. Para tanto, recomenda-se a delimitação e o isolamento da área a ser recuperada, e a realização da descontaminação mediante o emprego de técnicas de fitorremediação.

Por conseguinte, é aconselhada a introdução de espécies vegetais, com foco na sucessão ecológica. Visando resultados mais promissores, destaca-se que o monitoramento da área é um elemento essencial.

Além disso, é incentivada a implantação de associações, agregando inclusive pessoas físicas de baixa renda que estejam interessadas, de forma regulamentada e participativa, como forma de propor a inserção dos catadores atuantes no lixão no contexto social e como oportunidade de emancipação econômica.

Referências Bibliográficas

ALBERTE, E. P. V.; CARNEIRO, A. P.; KAN, L. Recuperação de áreas degradadas por disposição de resíduos sólidos urbanos. *Diálogos & Ciência* – Revista Eletrônica da Faculdade de Tecnologia e Ciências de Feira de Santana. Ano 3, n. 5, 2005.

ALMEIDA, M. V. A.; ANDRADE, L. R. S.; ANDRADE, M. Z. S. S.; CURI, W. F.; ARAÚJO, S. M. S. Avaliação da área degradada do lixão municipal de Campina Grande após seu fechamento. In: CIRNE, L. E. M.R.; FRANCISCO, P. R. M.; FARIAS, S. A. R.; FURTADO, D. A.; SOUZA, P. M.; MORAIS, M. R.; MELO, M. C.; FARIAS, C. A. S. (Orgs.). *Gestão integrada de resíduos: universidade e comunidade*. Campina Grande: Epgraf, 2018. p. 61-65.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil*. 2020. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2020/>. Acesso em: 12 fev. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 10004: Resíduos Sólidos – Classificação*. Rio de Janeiro, 2004a. p. 21.

_____. *NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro, 2004b. p. 71.

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

BENTO, N. J. S. *A técnica de remediação eletrocinética e modelagem computacional*. 2017. 116f. Dissertação (Mestrado em modelagem computacional em ciência e tecnologia). Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2017.

BRASIL. *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 12 jan. 2021.

_____. *Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020*. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 12 jan. 2021.

CONCEIÇÃO, M. M. M.; JÚNIOR, G. C. R. B.; SANTOS, C. L.; SANTOS, W. A. S.; SILVA, J. E. V. C.; COSTA, R. S.; SILVA, M. P. Diagnóstico dos resíduos sólidos de um abatedouro frigorífico. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 4, p. 21063-21082, 2020.

CORREIA, V. M. S.; AQUINO, M. D. de; THOMAZ, A. C. F.; CORREIA, M. L. V. Estudo de caso: aspectos e impactos perceptíveis na localização de lixões municipais utilizando a ferramenta M-MACBETH. *Revista DAE*, v. 66, n. 211, p. 35-49, 2017.

COSTA, M. S.; SOUSA, E. N. C.; CRUZ, M. L. B. Lixão do Jangurussu: uma abordagem socioambiental a partir dos conceitos de risco e vulnerabilidade. *Revista de Geociências do Nordeste*, v. 2, p. 791-800, 2016.

FAUSTINO, R. F.; SILVA, M. M. P.; LIMA, V. G. Diversidade vegetal em ambientes de lixões desativados em municípios situados no bioma caatinga. *Brazilian Journal of development*, v. 6, n. 7, p. 46719-46737, 2020.

FERREIRA, R. G. Impactos ambientais decorrentes do lixão da cidade de Condado-PB. *Geografia Ensino & Pesquisa*, [s.l.], v. 21, n. 3, p. 142, 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DE MINAS GERAIS – FEAM. *Reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos*. Belo Horizonte: FEAM, 2010.

GHINEA, C.; DRĂGOI, E. N.; COMĂNIĂ, E.; GAVRILESCU, M.; CĂMPEAN, T.; CURTEANU, S.; GAVRILESCU, M. Forecasting municipal solid waste generation using prognostic tools and regression analysis. *Journal of Environmental Management*, [s.l.], v. 182, p. 80-93, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL – IBAM. *Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Censo Demográfico*. 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=9758>. Acesso em: 05 jan. 2021.

_____. *Cidades: Paulista*. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/paulista/panorama>. Acesso em: 05 jan. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. *Diagnóstico dos resíduos sólidos de logística reversa obrigatória*. Brasília, 2012. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120807_relatorio_residuos_solidos_reversa.pdf. Acesso em: 05 jan. 2021.

ISMAEL, F. C. M.; LEITE, J. C. A.; SILVA, K. B. Proposta de um plano de recuperação para a área do lixão em Pombal-PB. *Informativo Técnico do Semiárido*, v. 7, n. 1, p. 01-10, 2013.

KHAN, D.; KUMAR, A.; SAMADDER, S. R. Impact of socioeconomic status on municipal solid waste generation rate. *Waste Management*, [s.l.], v. 49, p. 15-25, 2016.

KUMAR, A.; DATTA, M.; NEMA, A. K.; SINGH, R. K. Suitability of hazard rating systems for air contamination from municipal solid waste dumps and improvements to enhance performance. *Canadian Journal of Civil Engineering*, v. 44, n. 7, p. 549-557, 2017.

LIU, J.; LI, Q.; GU, W.; WANG, C. The Impact of consumption patterns on the generation of municipal solid waste in China: evidences from provincial data. *International journal of environmental research and public health*, v. 16, n. 10, p. 1717, 2019.

MOURA, P. T. S.; FRIAS, D. F. R. A responsabilidade civil ambiental pelos resíduos sólidos oriundos dos serviços de saúde. *Multitemas*, v. 24, n. 56, p. 185-204, 2019.

PAULISTA. *Plano municipal de gestão dos resíduos sólidos do município de Paulista*. 2012. Disponível em: <https://paulista.pb.gov.br/images/arquivos/documentos/1569938470.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2021.

PARAÍBA. *Plano de regionalização da gestão integrada de resíduos sólidos do estado da Paraíba*. 2012. Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/secretaria-de-infraestrutura-dos-recursos-hidricos-e-do-meio-ambiente/arquivos/plano-de-regionalizacao-da-gestao-integrada-de-rs-pb-2014.pdf/>. Acesso em: 28 fev. 2021.

PEREIRA, A. L. H. X.; MAZZURANA, E. R. Quantificação, classificação e disposição final de resíduos de serviço de saúde (RSS) em uma unidade hospitalar em Caçador-SC. *Revista Interdisciplinar de Estudos em Saúde*, v. 6, n. 1, p. 30-38, 2017.

RAMACHANDRA, T. V.; BHARATH, H. A.; KULKARNI, G.; HAN, S. S. Municipal solid waste: Generation, composition and GHG emissions in Bangalore. India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 82, p. 1122-1136, 2018.

RAMOS, N. F.; GOMES, J. C.; CASTILHOS JR, A. B.; GOURDON, R. Desenvolvimento de ferramenta para diagnóstico ambiental de lixões de resíduos sólidos urbanos no Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 22, n. 6, p. 1233-1241, 2017.

RODRIGUES, A. B. M.; GIULIATTI, N. M.; PEREIRA JÚNIOR, A. Aplicação de metodologias de recuperação de áreas degradadas nos biomas brasileiros. *Brazilian Applied Science Review*, v. 4, n. 1, p. 333-369, 2020.

RUPANI, P. F.; DELARESTAGHI, R. M.; ABBASPOUR, M.; RUPANI, M. M.; EL-MESERY, H. S.; SHAO, W. Current status and future perspectives of solid waste management in Iran: a critical overview of Iranian metropolitan cities. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 26, n. 32, p. 32777-32789, 2019.

SANTOS, E. A. V.; SILVA, F. L.; COSTA, D. B.; PEREIRA, F. C. Desenvolvimento de métodos de recuperação de áreas degradadas no Seridó Paraibano aplicando novas técnicas de nucleação biológica com espécies de Cactaceae e Euphorbiaceae: avaliação preliminar. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 9, p. 69302-69322, 2020.

SERAFIM, E. R. C. N.; FATIMA SILVA, M.; NUNES, E. A. C.; NUNES, E. T. C.; OLIVEIRA, S. S.; BRANDESPIM, D. F. Tratamento de resíduos em abatedouros frigoríficos de bovinos em Pernambuco. *Medicina Veterinária (UFRPE)*, v. 12, n. 2, p. 159-164, 2018.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. *Diagnóstico do município de Paulista*. 2005. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16244/Rel_Paulista.pdf?sequence=1. Acesso em: 05 jan. 2021.

SHARMA, K. D.; JAIN, S. Overview of municipal solid waste generation, composition, and management in India. *Journal of Environmental Engineering*, v. 145, n. 3, p. 04018143, 2019.

SILVA, B. C. M. *Recuperação da área do antigo lixão da Estrutural-DF através da utilização de espécies arbóreas fitorremediadoras e de leguminosas nativas do cerrado*. 2019. 76f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal). Universidade de Brasília, Brasília/DF.

SILVA, D. Z. P.; SOUSA, M. K. F. de; SOUSA, J. de M.; QUEIROZ, C. da C. S. Resíduos sólidos e suas implicações na cidade de Imperatriz, Maranhão. *Revista em Extensão, [s.l.]*, v. 19, n. 1, p. 20-31, 2020a.

SILVA, J. B. *Aplicação de tratamentos eletroquímicos para remediação de solo contaminado por corante*. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

SILVA, M. M. N.; CARVALHO, C. C. A.; LIMA, D. F.; ALVES, L. S. F. Analysis of solid waste management in the Northeast region of Brazil. *Research, Society and Development*, 1, 2020b. doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1796>.

SILVA, T. A. C.; MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P.; RAMOS, P. P. Avaliação da qualidade de solo de área de lixão desativado: uma revisão de literatura. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 13, n. 2, p. 630-640, 2020c.

SILVEIRA, A. L.; BERTÉ, R.; PELANDA, A. M. *Gestão de resíduos sólidos: cenários e mudanças de paradigma*. Curitiba: InterSaberes, 2018.

Recebido em: 25/03/2021 Aceito em: 29/06/2021