



EXTERNALIDADES AMBIENTAIS DA SUBSIDÊNCIA DE MINERAÇÃO EM MACEIÓ/AL: PROPOSIÇÃO DE UM FRAMEWORK DE VALORAÇÃO

Verônica Nascimento Brito Antunes, Professora do Programa de pós-graduação em Economia da Universidade Federal de Alagoas- UFAL, veronica.antunes@feac.ufal.br
Lidiane Maria da Conceição, Graduando do curso de Ciências Contábeis da Universidade Federal de Alagoas- UFAL, lidiane.conceicao@feac.ufal.br
Michêlda Santana da Silva, Graduando do curso de Administração da Universidade Federal de Alagoas- UFAL, michelda.silva@feac.ufal.br
Isabele Tenório Santos da Silva, Graduando do curso de Geografia da Universidade Federal de Alagoas- UFAL, isabele.silva@igdema.ufal.br

Resumo

A mineração inadequada de sal-gema na cidade de Maceió-AL causou a subsidência do solo, levando a desocupação de uma grande área urbana da capital. Os impactos socioeconômicos e ambientais sem precedentes devem ser exaustivamente analisados com o intuito de contribuir para as medidas de reparação, recuperação e compensação dos danos. Esse artigo tem por objetivo mapear as principais externalidades ambientais decorrentes da subsidência de mineração na capital para a proposição de métodos de valoração dos danos causados ao meio físico, biótico e antrópico. Para tanto, foram realizados levantamentos bibliográficos e análise documental para compreensão das dimensões dos efeitos econômicos, sociais e ambientais. Sob a ótica da economia ecológica, percebe-se que a internalização das externalidades ambientais deve ser levada em consideração na avaliação dos danos, e considerar a proteção ao meio ambiente, priorizando a qualidade de vida da população afetada, e as gerações futuras.

Palavras-chave: externalidades ambientais, subsidência de mineração, métodos de valoração.

1. Introdução

Embora a mineração seja considerada uma atividade econômica relevante para o desenvolvimento econômico brasileiro, em geral, causa efeitos colaterais diversos, sobretudo ao meio ambiente. Em decorrência da degradação ambiental, também gera grandes conflitos

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

socioeconômicos, acompanhados dos impactos devastadores que afetam diretamente a natureza, a qualidade de vida e que são de difícil reparação (Portella, 2015).

A subsidência do solo é um processo caracterizado pelo afundamento da superfície que pode ser desencadeado por fenômenos endógenos, causados por processos naturais como a dissolução, erosão, compactação do material de superfícies, falhas verticais, terremotos e vulcanismo, ou por ações antrópicas, como as geradas pelas atividades de extrativismo mineral e de exploração de água (Prokopovich, 1986; Yibas, 2012). A mineração subterrânea, realizada em grande escala ou de forma inadequada, pode gerar o colapso de materiais rochosos ou pilares de sustentação, percebidos de maneira imediata ou retardada, em locais específicos, causando danos que podem se estender a regiões próximas à área afetada.

A atividade de mineração de sal-gema no município de Maceió-Alagoas, realizada desde a década de 1970, está provocando instabilidade no solo dos bairros do Pinheiro, Mutange, Farol, Bom parto e Pinheiro, causando tremores de terra, danos nas estruturas das edificações, abertura de enormes cavidades em vias públicas, fissuras, alagamentos nos terrenos e diminuição dos volumes de água nos aquíferos naturais.

Estudos conduzidos pela empresa pública de Serviço geológico do Brasil (CPRM) sobre a subsidência do solo “apontam apenas a desestabilização das cavidades da extração de sal-gema como causa-gatilho” (CPRM, 2019, p. 38). neste contexto, no ano de 2019, o Ministério Público Federal de Alagoas determinou que a empresa responsável pela mineração, Braskem S. A., encerrasse suas atividades e fechasse os 35 poços de extração de sal-gema na capital alagoana.

Os impactos da subsidência de mineração em Maceió atingiram diretamente cerca de 50 mil pessoas, 15 mil imóveis, entre residências e empreendimentos comerciais, abrangendo uma área de aproximadamente 5,8 km² (Braskem, 2023).

Neste sentido, a subsidência de mineração em Maceió é tratada neste artigo como um dano ambiental primário que causa externalidades negativas sobre o meio físico, biótico e antrópico que precisam ser reparados integralmente.

Do ponto de vista microeconômico, a degradação ambiental é consequência da ineficiência da alocação dos recursos em relação às incapacidades de regulação do mercado, uma vez que ela pode surgir independentemente do agente causador. De acordo com a vertente neoclássica da teoria econômica, o princípio das externalidades consiste em uma “falha de mercado” que ocorre quando uma atividade produtiva gera efeitos positivos (benefícios) ou negativos (prejuízos) à outra atividade produtiva.

No que diz respeito ao conceito de externalidades ambientais, estas podem ser definidas como atividades produtivas que degradam o meio ambiente, mesmo que essa degradação não seja evidente. Cabe considerar que as externalidades negativas devem ser computadas e utilizadas na avaliação de medidas de reparação e compensação por danos. Desta forma, observando a responsabilidade inerente às empresas geradoras de danos ambientais, a valoração das externalidades se faz importante para minimizar os prejuízos causados.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

A valoração econômica é a aplicação de critérios técnicos ou econômicos com o objetivo de estimar, em valores monetários, o custo de reparação de um dano ambiental, cuja avaliação inclui os custos de reparação ou prevenção. Tendo em vista o princípio da precaução, as ações buscam prevenir diante de uma dúvida ou incerteza, o dano que pode causar prejuízo a determinada atividade econômica, perdas de bem-estar. De outra forma, a valoração também tem como objetivo reparar os danos ambientais, por meio de indenização pecuniária, ou compensação material.

Embora estudos recentes discutam a evolução desse desastre socioambiental em curso sob vários aspectos e sobre as múltiplas dimensões de seus impactos, não foi encontrada na literatura uma pesquisa acerca das externalidades ambientais da subsidência de mineração, na perspectiva da economia ecológica.

A justificativa para este trabalho é baseada em uma série de fatores críticos que demonstram a relevância da pesquisa sobre as externalidades ambientais decorrentes da subsidência de mineração em Maceió, para análise dos impactos significativos sobre a comunidade, para contribuição para a tomada de decisões e o aprimoramento de políticas públicas.

Esse trabalho tem por objetivo identificar e classificar as externalidades ambientais decorrentes da subsidência de mineração na capital alagoana, para o desenvolvimento de um framework de avaliação das medidas de reparação e de compensação dos danos causados, bem como proposição de métodos de valoração econômica.

2. Fundamentação teórica

2.1 Externalidades ambientais

O conceito de externalidade surge no âmbito da teoria econômica neoclássica e diz respeito aos efeitos positivos ou negativos, gerados por uma atividade a outros agentes econômicos e que pode representar uma vantagem ou desvantagem (Mankiw, 2005; Leonardi, 2001). Para resolver tal problemática duas perspectivas teóricas defendem a necessidade de internalizar as externalidades.

A primeira abordagem, elaborada por Arthur Pigou (1920) estabelece que as externalidades negativas são custos privados transferidos para a sociedade, existindo uma diferença entre os custos privados e os custos sociais. Seus estudos fundamentaram-se em como as falhas de mercado podem prejudicar a eficiência econômica, defendendo a intervenção governamental como meio de correção e melhor alocação dos recursos, mediante aplicação de tributos ou subsídios. Neste sentido, o dano causado é um custo social, que é o resultado das ações de agentes econômicos que, através da atividade, geram um custo, pelo qual outro agente tem que arcar.

Já a segunda abordagem proposta por Coase (1960), sugere que internalização das externalidades deve considerar os impactos causados pelas entidades à população atingida, quanto aos danos diretos e indiretos que podem recair sobre a empresa que realizar a

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

compensação, além dos ganhos obtidos pela empresa responsável, evidenciando a reciprocidade do problema, o agente causador do dano e a atividade causadora.

Neste sentido, as externalidades ambientais estão relacionadas ao mau uso dos recursos naturais, devido à falta de uma regulamentação adequada dos direitos de propriedade e a ausência de um quadro institucional que permita compensá-las, para obtenção da utilização ótima dos recursos concedidos aos agentes econômicos (Mazares & Manuel, 2014).

As externalidades têm características que resultam da definição imprecisa do direito de propriedade, uma vez que a empresa responsável pelos danos não é obrigada a tomar medidas mais sustentáveis ambientalmente e a sociedade não pode reclamar uma indenização pelos danos causados (Tolmasquim, 1994).

Ao analisar o aspecto ambiental, Motta (1997) afirma que as externalidades negativas, são os custos externos que resultam em perdas de utilidades. Esses custos externos são consequências da degradação ou exaustão dos recursos. Da mesma forma, os custos que não são incorporados devido à indefinição de direitos privados e de propriedades, tal como os custos da degradação, são atribuídos às gerações futuras, enquanto os custos de produção que causaram a degradação, gerando externalidades, são tratados como recursos livres ou de custo muito baixo, tendem a ser super explorados (Salles & Mattias, 2022; Motta & May, 1995).

Sob a perspectiva da economia ecológica, ao ignorarem-se os efeitos externos da exploração dos recursos naturais, como os danos causados ao bem-estar de terceiros, eles não são contabilizados nos preços (Cavalcanti, 1995). De modo geral, o agente causador toma decisões sem considerar os custos indiretos que recaem sobre a população e deterioram a qualidade de vida, tendo em vista que os mesmos são assumidos pela sociedade (Acselrad, 1994).

As atividades de mineração envolvem o uso dos recursos naturais que resultam em externalidades ambientais que, em muitos casos não integram os preços e afetam à sociedade e às gerações futuras, pois refere-se a uma divergência entre custos sociais e privados (Romeiro, 2010; Maia, Romeiro & Reydon, 2004). Ao serem identificadas, as externalidades negativas, os problemas ambientais são percebidos como consequências das inadequações do uso da natureza que podem resultar em conflitos socioambientais.

Em linhas gerais, as externalidades advindas da mineração podem incluir conflitos de uso do solo, degradação de áreas, impactos e alterações na fauna e flora, além de causar poluição sonora, visual, água, ar e solo, assoreamento, erosão, depreciação de imóveis e mobilização da terra (Portella, 2016; Oliveira, 2009). O Quadro 1 apresenta alguns dos principais impactos da subsidência de mineração em Maceió.

Quadro 1- Efeitos indiretos da subsidência de mineração na cidade de Maceió

Efeitos indiretos da Subsidência

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

Redução na qualidade de Vida	A remoção da população, e nos locais onde para onde foram realocados, aumentando a demanda dos serviços nessas localidades, implicou em dificuldades aos acessos a serviços públicos básicos de saúde e educação.
Deslocamento Populacional	A realocação da comunidade afetada, causou a perda de moradias e meios de subsistência, o que, conseqüentemente, causa alterações nos custos de vida.
Perda de Renda	A diminuição na demanda dos estabelecimentos comerciais e de serviços resultou em uma redução nas receitas operacionais, causando impactos nos balanços patrimoniais dos microempreendedores, empresas e estabelecimentos informais que estavam localizados nas áreas, afetando a fonte de renda.
Alteração e Realocação Comercial	
Aumento no tempo de deslocamento e acesso	Com o deslocamento forçado muitas pessoas foram realocadas, para localidades mais distantes, do seu trabalho, escolas, igrejas e empresas.
Danos Emocionais	Ao serem realocadas, as pessoas, não apenas perderam bens materiais, mas também tiveram os laços familiares e com a comunidade rompidos, além das memórias emocionais.
Redução de áreas de atividades de lazer e recreação	Em muitas localidades para onde foram, não possuem espaços de recreação.

Fonte: Elaborado própria (2023).

Neste sentido, as externalidades ambientais negativas devem ser computadas e utilizadas na avaliação de medidas de reparação e compensação, visto que, os danos ambientais causados pela extração de recursos naturais afetam o bem-estar de toda a sociedade.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Conforme a perspectiva de valoração econômica da teoria neoclássica, a valoração dos benefícios e custos econômicos tem como base de mensuração o valor de uso atual, o valor de uso futuro, também considerado valor de opção, e o valor de existência

A economia ecológica, no entanto, busca a valorização dos recursos com base na sustentabilidade e nos impactos das atividades econômicas para preservar os recursos naturais para as gerações futuras. Considerando que os padrões de consumo são insustentáveis, a economia ecológica considera que os padrões de consumo são insustentáveis para os recursos que são escassos de modo a incluir no ao processo de mensuração da valoração os princípios de responsabilidade social e ética nas decisões econômicas (May, 2010).

O Quadro 2 sintetiza os principais métodos de mensuração econômicas empregados para valoração de danos ambientais.

Quadro 2- Métodos de Valoração Econômica

Métodos	Caracterização
Custo de Recuperação/ Custo de Reposição	Estima o gasto necessário para restaurar ou recuperar a capacidade produtiva do recurso ambiental danificado a restabelecer a qualidade ambiental inicial, aproximação da variação da medida de bem-estar relacionado ao recurso ambiental.
Custo de Controle	Utiliza o custo de controle ou custo evitado, estima que os gastos incorridos em bens substitutos para não alterar a quantidade consumida ou qualidade dos recursos, é um custo que tem como finalidade melhorar a capacidade de resposta em decorrência dos danos, para garantir o bem-estar da geração futura.
Custo de Oportunidade	Custo alternativo de um ativo, o preço pode ser estimado a partir do uso da área degradada para outro fim, econômico, social e ambiental. A base de cálculo para o preço do dano é usada como a melhor alternativa para o uso do recurso natural, pois além da perda econômica, há também restrição ao consumo.
Custo Irreversível	Estimar o custo do recurso natural quando entende que a despesa realizada no meio ambiente é irreversível. O custo irreversível não pode ser considerado no processo de decisão empresarial devido possuir como meta alcançar lucro e a cobertura de custos.
Custo Evitado	Estima os gastos que seriam incorridos em bens substitutos para não alterar a quantidade consumida ou a qualidade do recurso ambiental analisado. O bem de

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

	mercado, substituto, não deve gerar outros benefícios aos indivíduos além de substituir o recurso ambiental.
Produtividade Marginal	É aplicável quando o recurso natural analisado é fator de produção ou insumo na produção de algum bem ou serviço comercializado no mercado, ou seja, este método visa a encontrar alguma ligação entre uma mudança no provimento de um recurso natural e a variação na produção de um bem ou serviço de mercado.
Produção Sacrificada	O método de produção sacrificada se refere à perda de produção decorrente da cessação do capital humano usado no processo de produção, cujo custo de oportunidade para a sociedade é equivalente ao valor presente da capacidade de gerar renda ou a produção perdida.
Custo de Viagem	O método de custo de viagem estima o preço de uso de um ativo ambiental por meio da análise dos gastos incorridos pelos visitantes ao local de visita.
Preço Hedônico	O método de preço hedônico estima um preço implícito com base em atributos ambientais característicos de bens comercializados em mercado, por meio da observação desses mercados reais nos quais os bens são efetivamente comercializados.
Preferência Declarada	Consiste na utilização de pesquisas amostrais para identificar, em termos monetários, as preferências individuais em relação a bens que não são comercializados em mercados. São criados mercados hipotéticos do recurso ambiental ou cenários envolvendo mudanças no recurso - e as pessoas expressam suas preferências de disposição a pagar para evitar a alteração na qualidade ou quantidade do recurso ambiental.
Valoração Contingente	O método de valoração contingente consiste na utilização de pesquisas amostrais para identificar, em termos monetários, as preferências individuais em relação a bens que não são comercializados em mercados. O método de valoração contingente consiste na utilização de pesquisas amostrais para identificar, em termos monetários, as preferências individuais em relação a bens que não são comercializados em mercados

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Conjoint Analysis	Quantitativa usada para estimar a importância relativa que os consumidores atribuem a determinados atributos de bens e serviços e as utilidades associadas a esses atributos. O custo do dano ambiental mensurado em termos de níveis de utilidade que cada atributo tem na visão de seus usuários.
Função Efeito	Efeito se refere à estimação de uma função dose-resposta, a qual fornece uma relação de causa e efeito de fenômenos, especialmente os relacionados ao meio ambiente. O método estabelece uma relação entre o impacto ambiental (como resposta) e alguma causa desse impacto,
Valoração Multicritérios	O método de valoração multicritérios visa a combinar ponderações de gestores, por meio de programação matemática, na escolha de políticas ambientais e em processos de valoração em que existe falta de informação, contundentes divergências sobre o ativo analisado e incerteza quanto ao uso dos recursos ambientais, combina a abordagem clássica ecológica nos métodos de mensuração, reconhecendo os problemas e incerteza.

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em Mota et al. (2010).

3. Metodologia

A fim de identificar e classificar as externalidades ambientais relacionadas à subsidência de mineração que atinge os bairros do Pinheiro, Farol, Bom Parto, Mutange e Bebedouro, a etapa inicial do trabalho consiste em uma pesquisa de natureza bibliográfica, para análise de eventos decorrentes da subsidência do solo provocados através da extração dos recursos.

Ademais, realizaram-se as análises documentais dos Estudos sobre a instabilidade dos bairros produzidos pela CPRM (2019), do Termo do Acordo Socioambiental (2020), do Diagnóstico e do Plano ambiental (2022), produzido pela empresa Tetra Tech, e do Diagnóstico Técnico participativo (2022 - 2023) da empresa Diagonal, ambas contratadas pela Braskem para realização dos referidos diagnósticos. A pesquisa documental é uma abordagem metodológica que envolve a coleta, análise e interpretação de documentos escritos ou registros existentes para responder a perguntas de pesquisa (Bardin, 2011)

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

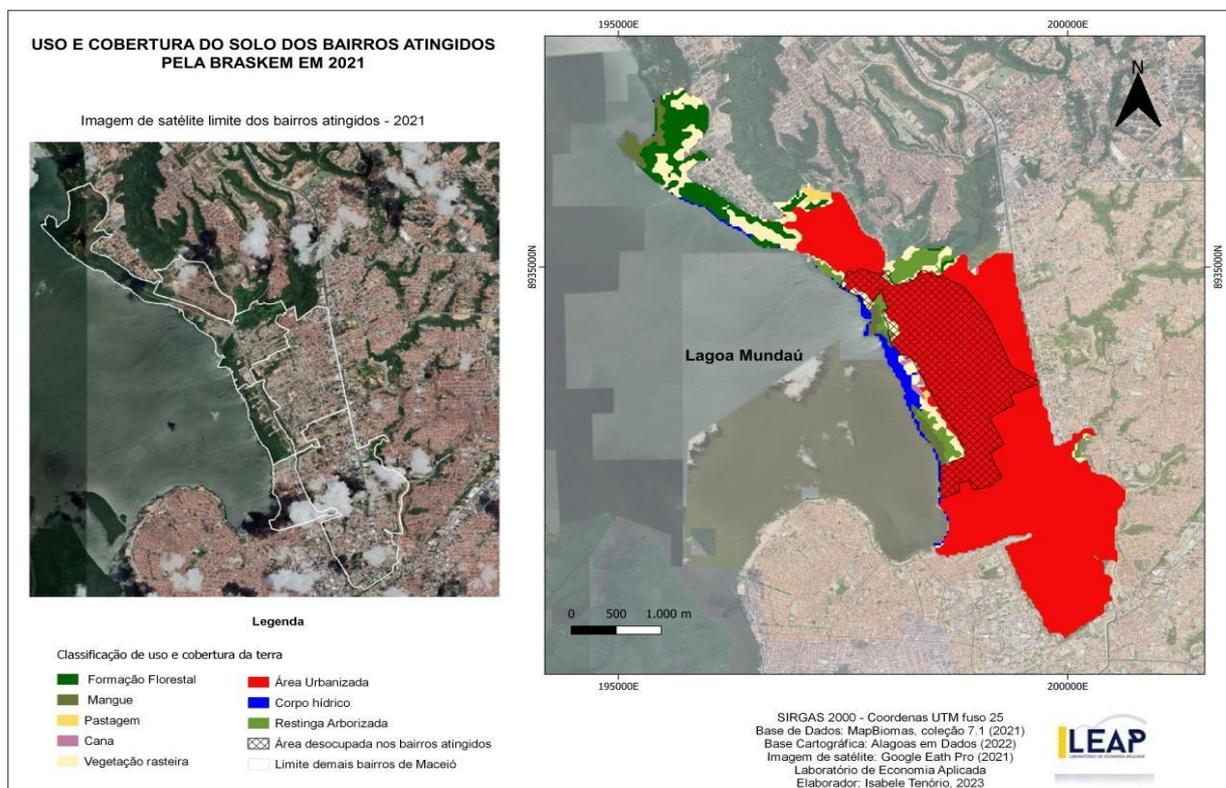
O mapa de uso e ocupação do solo dos bairros atingidos diretamente e indiretamente pelo crime da empresa Braskem foi criado com base nas imagens de satélite Landsat com 30m de resolução, pré-categorizadas pelo projeto MapBiomias.

O Mapbiomas é um projeto que envolve várias ONGs, empresas privadas e universidades para desenvolver o mapeamento de uso e cobertura da terra anualmente para todo o território brasileiro, sua base de dados está disponível a partir do ano de 1985 até 2021, a base mais atual é a coleção 7.1 publicada em 2021.

4. Resultados

A Figura 1 ilustra as características de uso e ocupação do solo dos bairros afetados pela subsidiária, evidenciando o predomínio da área urbana (cerca de 680 hectares). Cabe destacar a presença de outros ecossistemas sensíveis, tais como restinga arborizada (aproximadamente 28 hectares) e, mangue (em torno de 23 hectares).

Figura 1- Mapa de classificação e uso e cobertura do solo da área de subsidiária de mineração



Fonte: Elaboração própria (2023).



Com o objetivo de estimar, em valores monetários, o custo de reparação de um dano ambiental por meio de indenização pecuniária, ou compensação material, os métodos de valoração econômica podem fornecer critérios técnicos ou econômicos para determinação de modelos mais apropriados de avaliação.

Não obstante, destaca-se que nos planos elaborados pelas empresas que produziram os diagnósticos, não há indicação de quais medidas de preservação, compensação econômica e precaução dos danos devem ser tomadas, com base nos conhecimentos científicos. A literatura preconiza que a fim de evitar o surgimento de possíveis danos, mesmo havendo incerteza sobre a extensão do dano ou da gravidade, deve haver a prevenção do risco real e atual (Hammerschmidt, 2002).

Nesse contexto, o conceito de dano ambiental, está associado às consequências advindas dos impactos ambientais que resultam em prejuízos, que afetam diretamente e indiretamente a população, podendo ser classificado de acordo com: o objeto atingido (dano ecológico puro, danos ao meio ambiente cultural, danos ao meio artificial), o interesse do lesado (individual e coletivo), a natureza da agressão (dano material ou dano patrimonial, dano imaterial ou dano extrapatrimonial) (Genuíno & Ferreira, 2008).

Na situação de subsidência da mineração em Maceió, o Ministério Público Federal, por meio do Termo do Acordo Socioambiental firmado em 2020 (que extinguiu a Ação Civil Pública n.º 0803662-52.2019.4.05.8000), estabeleceu que as ações de reparação deveriam promover iniciativas para recuperar, restaurar, frear ou mitigar o fenômeno da subsidência na área afetada, e deveriam ser elaboradas, tendo base os princípios ambientais: a) princípio da reparação integral; b) princípio da solidariedade; c) princípio da função social da propriedade; d) princípios da prevenção e precaução, e) princípio do poluidor – pagador; f) conservação do equilíbrio ecológico; g) prioridade da capacidade de autorregulação e auto regeneração do meio ambiente, h) participação popular; i) indisponibilidade do interesse público; j) sadia qualidade de vida (Brasil, 2020).

Desta forma, esses princípios deveriam nortear as formas de avaliação e os métodos de valoração econômica dos danos causados pela subsidência de mineração em curso na capital.

Ademais, a reparação os danos ambientais podem ser feitos através: da reparação in situ, conhecida como reparação direta do dano ambiental, implantada por meio de projetos de recuperação ambiental, ou por meio da reparação ex situ, reparação indireta dos danos ambientais, implantada através da compensação econômica, baseada na valoração do dano ambiental (MMA, 2023).

Quadro 3- Impactos ambientais identificados no Plano Ambiental do ano de 2022

Danos	Área afetada	Medida	Modalidade de reparação
-------	--------------	--------	-------------------------

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Alteração da qualidade da água	Divergências das Informações	Plano ambiental de uso sustentável da água subterrânea	Recuperação
Salinização dos aquíferos			
Perda de Manguezal	15,73 hectares (1,72% da área total do Mangue)	Plano de Compensação Ecológica	Recuperação/ Compensação Ecológica
Perda na vegetação e fauna do Manguezal e perda de Hábitat		Programa de Monitoramento da Fauna	Reparação/ Compensação Ecológica

Fonte: Elaborado com base no Plano Ambiental da empresa Tetra Tech, (2022).

Ressalte-se que os danos ambientais mencionados no Quadro 3 restringem-se aos impactos sobre o meio físico e biótico da área diretamente afetada, não levando em consideração o meio antrópico e a área do entorno, sobretudo as áreas de preservação ambiental (APA) próximas. Todas as modalidades de reparação do dano limitam-se em medidas de recuperação, com uma proposição de compensação ecológica da área de manguezal a ser realizada em outro município (Marechal Deodoro). Nesse aspecto, levanta-se um questionamento sobre a escolha do território ex situ e principalmente por não acontecer em regiões adjacentes e na própria capital.

Considerando ainda a impossibilidade de aplicação de técnicas que promovam a restauração completa, recuperação e compensação ecológica, é imprescindível que haja uma indenização ou compensação econômica, conforme a Lei nº 6.938/1981, que estabelece a obrigação do causador do dano de recuperar ou indenizar, aplicando o princípio do poluidor pagador, que deve adequada a cada situação, Independente do dolo, o poluidor é obrigado a reparar ou a indenizar os danos causados ao meio ambiente e as população afetada (Cardin & Barbosa, 2008).

Vale ressaltar que não há nenhuma iniciativa por parte do poder público (federal, estadual ou municipal), em termos de políticas públicas, ou no ordenamento jurídico, no sentido de prevenção ou reparação da subsidência no Brasil.

A atividade mineradora na cidade de Maceió causou alterações sem precedentes no uso e ocupação do solo, assim como danos sociais, econômicos e ambientais, diretos e indiretos. O Quadro 4 fornece uma síntese de externalidades ambientais associadas aos



impactos específicos, medidas de reparação propostas e os métodos de avaliação utilizados para quantificar esses impactos.

Quadro 4- Síntese das externalidades ambientais e seus métodos de valoração

Impactos	Impactos Específicos	Medidas de reparação	Método de Avaliação
Sociais	Deslocamento Populacional	Compensação Econômica	Custo de Reposição Custo de Oportunidade Valoração Contingente
	Qualidade de Vida	Compensação Econômica	Valor Contingente
	Tempo de Deslocamento (mobilidade urbana)	Compensação Econômica	Custo de Viagem
	Danos à Infraestrutura	Compensação Econômica	Custo de Reposição
	Acesso a Serviços Públicos	Compensação Econômica	Custo de Reposição
	Danos ao patrimônio cultural e artístico		
Econômicos	Especulação Imobiliária	Compensação Econômica	Valoração Contingente
	Perda de Propriedade	Compensação Econômica	Custo de Reposição
	Redução/Extinção da economia local	Compensação Econômica	Custo de Reposição Custo de Oportunidade
	Perda de Capital físico	Compensação Econômica	Produção Sacrificada
	Redução das Atividades Econômicas formais e informais	Compensação Econômica	Produtividade Marginal
	Impactos as atividades tradicionais: pesca e marisco	Compensação Econômica	Produção Sacrificada Produtividade Marginal

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

			Custo- Controle
Ambiental	Perda de Manguezal	Restauração e Compensação ecológica	Custo de Restauração
	Contaminação dos aquíferos	Restauração	Custo de Restauração
	Perda de Vegetação e Ameaças a Fauna	Restauração	Custo de Restauração
	Mudança no uso e ocupação do solo	Monitoramento/ Mitigação	Custo-Controle
	Abandono de animais		
	Perda de serviços ecossistêmicos		

Fonte: Elaborado pelos autores com base no Termo do Acordo Socioambiental (2020), Plano Ambiental (2020) e Diagnóstico técnico participativo (2022).

Isso indica que o deslocamento populacional causado pela atividade de mineração requer compensação econômica. Os métodos de valoração incluem considerar o custo de reposição das moradias, o custo de oportunidade das pessoas deslocadas e a valoração contingente para estimar o valor da compensação.

Em resumo, essa análise de conteúdo mostra que os impactos sociais, econômicos e ambientais da atividade de mineração em Maceió são abordados por meio das medidas de reparação, incluindo compensação econômica, ecológica e restauração, além da valoração contingente e outras abordagens relevantes. Essas medidas visam mitigar os danos causados pela mineração e restaurar o equilíbrio ambiental e social na capital.

Ao analisar sob a ótica da economia ecológica, percebe-se que a internalização das externalidades deve ser levada em consideração na avaliação dos danos, e considerar a proteção ao meio ambiente, priorizando a qualidade de vida, e as gerações futuras. Neste sentido, o bem-estar social passa a ser primordial, na gestão das políticas a serem estabelecidas.

Ressalte-se que, as medidas de reparação propostas não são suficientes para o cumprimento do princípio da reparação integral do dano, visto que, o mesmo refere-se à restauração da área afetada à situação anterior. Por mais que o agente causador tente repará-lo, por mais alto que seja o custo ambiental, a indenização não será suficiente para reconstituir a qualidade e as condições anteriores.

Outrossim, a reparação dos danos vai além das compensações econômicas e indenizações que devam ser atendidas de forma justa. As ações devem também buscar medidas de prevenção e conservação, uma vez que, os recursos são escassos.



5. Conclusões

A subsidência de mineração é um dano que causa externalidades ambientais negativas sobre o meio físico, biótico e antrópico, e que precisa ser responsabilmente reparado ou minimizado por meio de técnicas e medidas adequadas, seguindo principalmente o princípio de reparação integral.

A valoração dos impactos socioeconômicos da mineração sobre a comunidade deve considerar os custos diretos, a indenização a propriedade, e os custos indiretos, que dizem respeito à compensação das necessidades básicas na realocação, considerando os efeitos não apenas em curto prazo, mas também os prejuízos de longo prazo e todas as suas dimensões.

A avaliação econômica das indenizações e compensações financeiras dos efeitos causados pela mineração deve ser realizada de forma mais justa e transparente, levando em consideração principalmente as demandas dos antigos moradores dos bairros afetados e buscar compensar de forma adequada os danos causados.

Considerando o contexto ambiental, preservar o meio ambiente é direito e dever de todos. A sociedade tem o dever de preservar e proteger, participando democrática para promover essa defesa, reconhecendo assim a relevância da participação social para a proteção ambiental.

6. Referências bibliográficas

ACSELRAD, Henri. Externalidade Ambiental E Sociabilidade Capitalista. In: CAVALCANTI, Clóvis. **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. Cortez; Fundação Joaquim Nabuco, 1994.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: [Constituição \(planalto.gov.br\)](http://planalto.gov.br). Acesso em: 29 maio 2023.

BRASIL. Ministério Público Federal. Procuradoria-Geral da República. **Íntegra do Acordo Socioambiental e Urbanístico**. Brasília, 2020. 32p. Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/grandes-casos/caso-pinheiro/termo-de-acordo>. Acesso em 29 maio 2023.

BRASIL. Ministério Público Federal. Procuradoria-Geral da República. Ação Civil Pública nº 0806577-74.2019.4.05.8000 - reparação socioambiental e urbanística. Brasília, 2020. 307p. Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/grandes-casos/caso-pinheiro/termo-de-acordo>. Acesso em 29 maio 2023.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

BRASIL. Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Estudos sobre a instabilidade do terreno nos bairros Pinheiro, Mutange e Bebedouro, Maceió (AL): **Relatório síntese dos resultados nº 1. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 2019.** Disponível em: <https://bit.ly/2FFQ4ue>. Acesso em: 30 maio 2023.

BRASIL. Serviço Geológico do Brasil (CPRM). **Respostas do Serviço Geológico do Brasil aos Questionamentos da BRASKEM.** Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/2FFQ4ue>. Acesso em: 30 maio 2022

BRASKEM. **Encerramento da extração de sal.** Alagoas. S/I, 2021. Disponível em: <https://www.braskem.com.br/alagoas>. Acesso em 19 mai.2023.

CAVALCANTI, C. **Desenvolvimento e natureza:** estudos para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez, 1995.

COASE, R. H. **The Problem of Social Cost.** Journal of Law and Economics, v. 3, p. 1-44, out. 1960. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/724810>. Acesso em: 3 mar. 2023.

DA MOTTA, Ronaldo Seroa. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1997.

DIAGONAL. Plano de Ações Sociourbanísticas: diagnóstico técnico-participativo do PAS. São Paulo, jun. 2021.

GENUINO, Adejunior; FERREIRA, Gabriel Luiz Bonora Vidrih. **O Dano Ambiental e suas Formas de Reparação.** ANAIS DO SCIENCULT, [S. l.], v. 1, n. 3, 2016. Disponível em: <https://anaisonline.uems.br/index.php/sciencult/article/view/3412>. Acesso em: 31 ago. 2023.

HAMMERSCHMIDT, Denise. **O risco na sociedade contemporânea e o princípio da precaução no direito ambiental.** Sequência: estudos jurídicos e políticos, v.23, n 45, p. 97-122, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/4727032_O_risco_na_sociedade_contemporanea_e_o_principio_da_precaucao_no_direito_ambiental. Acesso em 09 de agosto de 2023.

LEONARDI, Maria Lúcia Azevedo. Educação ambiental e teorias econômicas: primeiras aproximações. In: ROMEIRO, Ademar Ribeiro; REYDON, Bastiaan Philip; LEONARDI, Maria Lúcia Azevedo. Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais. In: **Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais.** Campinas, SP: Unicamp. IE, 2001.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

MAIA, Alexandre Gori; ROMEIRO, Ademar Ribeiro; REYDON, Bastiaan. Philip. Valoração de recursos ambientais: metodologias e recomendações. **Texto para discussão. Campinas: Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas**, n. 116, março 2004.

MANKIW, N. Gregory. **Introdução à economia**. 2005.

MANZANARES. Vázquez. MANUEL, Victor. Externalidades y medio ambiente. **Revista Iberoamericana de Organización de Empresa y Marketing** v. 1, p-1-15,2014.

MAY, Peter. Herman; DA MOTTA, Ronaldo Seroa. **Valorando a Natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável**. Campinas: Editora Campus, 1995.

PLANO AMBIENTAL. Estudo para Identificação e Avaliação de Impacto Ambiental da Atividade de Extração de Sal-gema Braskem S.A. Tetra Tech, 2022.

PORTELLA, Márcio Oliveira. Efeitos colaterais da mineração no meio ambiente. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, Brasília, v. 5, nº 2, 2015, p.263-276.

PROKOPOVICH, Nicola. P. Classification of Land Subsidence by Origin, California. 1986. Disponível em: < http://iahs.info/redbooks/a151/iahs_151_0281.pdf>. Acesso em: janeiro 2023.

PIGOU, A. C. **The Economics of Welfare**. The Online Library of Liberty. 1920. Disponível em: <http://oll.libertyfund.org/Home3/EBook.php?recordID=0316>. Acesso em: 1º abr. 2023.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Economia ou economia política da sustentabilidade. In: MAY, Peter H.;(org.). **Economia do Meio Ambiente: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 1-29

SALLES, Alexandre Ottoni Teatini; MATIAS, Ariella Lopes. Uma análise da teoria das externalidades de Pigou e Coase e suas aplicações na abordagem teórica da Economia Ambiental. **INFORME ECONÔMICO (UFPI)**, v. 44, n. 1, 2022.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno. Economia do Meio Ambiente: Forças e Fraqueza. In: CALVACANTI, Clóvis. **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. Cortez; Fundação Joaquim Nabuco, 1994.

YIBAS, Bistrat. The treatment of subsidence regions in mining Management of impacts of subsidence in coal mining regions: an Overview, 2012.