



O RELATO DE CASO DOS BAIROS PINHEIRO, MUTANGE E BEBEDOURO EM MACEIÓ/AL

André Santos Nascimento¹, Lara Stefany de Oliveira Cruz², Luana Lourenço Araújo³, Moisés de Araújo Santos Jacinto⁴, Thaís Maria Morais Pontes⁵

¹ Bacharel em Ciências e Tecnologia pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Campus Balsas, Acadêmico de Engenharia Civil pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Campus Balsas.

E-mail: nascimento.andre@discente.ufma.br

² Bacharela em Ciências e Tecnologia pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Campus Balsas, Acadêmica de Engenharia Civil pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Campus Balsas.

³ Bacharela em Ciências e Tecnologia pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Campus Balsas, Acadêmica de Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Campus Balsas.

⁴ Engenheiro Civil, Mestre em Construção Civil e Estruturas pela Universidade Federal do Pará (UFPA), Doutorando em Construção Civil e Estruturas pela Universidade Federal do Pará (UFPA), Professor Substituto da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Campus Balsas.

⁵ Bacharela em Ciências e Tecnologia pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Campus Balsas, Acadêmica de Engenharia Civil pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Campus Balsas.

Recebido em: 15/08/2023 – Aprovado em: 15/09/2023 – Publicado em: 30/09/2023

DOI: 10.18677/EnciBio_2023C24

RESUMO

Recorrentes casos de acidentes de grandes proporções em função das atividades realizadas pela mineradora Braskem têm ocorrido no Brasil. Assim, também ocorre a problemática de recalque diferencial em pelo menos três bairros da cidade de Maceió, capital de Alagoas, o que provocou o deslocamento forçado de 14 mil famílias maceioenses aproximadamente. O presente estudo visa realizar uma revisão bibliográfica acerca dessa problemática e apresentar o estado atual das ações tomadas em prol da população desabrigada. Verificou-se que as investigações não foram totalmente concluídas, há indícios de crescimento dos recalques diferenciais para outras áreas descaso com parte da população atingida. **PALAVRAS-CHAVE:** Braskem; mineração, Recalque diferencial.

THE CASE OF REPORT FROM THE PINHEIRO, MUTANGE AND BEBEDOURO IN MACEIÓ/AL

ABSTRACT

Recurrent cases of large-scale accidents due to mining activities have occurred in Brazil. Thus, there is also the problem of differential settlement in at least three neighborhoods in the city of Maceió, capital of Alagoas, which caused the forced displacement of approximately 14 thousand Maceio families. The present study aims to carry out a bibliographical review on this issue and present the current state of actions taken in favor of the homeless population. It was found that the investigations were not fully completed, there are signs of growth in differential settlements to other areas and neglect of part of the affected population.

KEYWORDS: Braskem; Mining. Differential settlement

INTRODUÇÃO

Um dos principais componentes de uma edificação trata-se da estrutura, pois é o componente responsável por estabilizar a construção, uma vez que essa pode ser submetida à diversos tipos de esforços, e esses são transferidos para as fundações. Além disso, a estrutura de uma edificação também pode sofrer patologias (MIANO *et al.*, 2022).

De acordo com Tutikian e Pacheco (2013) o surgimento de um problema patológico em uma estrutura, está vinculado à diversos fatores, o que acaba criando anomalias na edificação. Saber desses fatores é de grande importância para determinar as medidas que devem ser tomadas na estrutura que apresentar alguma patologia.

O maior fator causador de patologias nas estruturas é o recalque diferencial. Para Milititski *et al.*, (2015) o recalque é definido como um fenômeno que acontece quando a edificação passa por um rebaixamento em decorrência do adensamento do solo sob a sua fundação. Contudo vários fatores podem ser causadores do recalque diferencial, não apenas a fundação da estrutura de forma isolada, podem ser causados por fatores acidentais, como terremotos, deslizamentos e pela ação humana, como a mineração (MIANO, *et al.*, 2022).

Em 2018, no bairro Pinheiros na capital do estado de Alagoas, depois da ocorrência de fortes chuvas, os moradores do bairro acionaram a Defesa Civil em decorrência da aparição de rachaduras, trincas e fissuras nas edificações e nas vias. De acordo com Santos *et al.*, (2021) após as fortes chuvas, ocorreu um tremor de terra na região, sendo esse registrado em 2,5 de magnitude na escala *Richter*, fazendo com que todas as anomalias aumentassem, causando assim preocupação entre os moradores que tiveram que abandonar suas casas.

No ano de 2019 foi divulgada a causa dessas anomalias pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2020), que teve como resultado a subsidência do solo em decorrência da desestabilização dos terrenos, e o grande causador dessa desestabilização era a extração de sal-gema pela empresa petroquímica *Braskem*, que opera no Estado de Alagoas desde o ano de 1976 (BRASIL, 2019).

Nesse sentido, o estudo em questão tem como objetivo manifestações patológicas encontradas nas vias e nas edificações presentes no bairro Pinheiro, Mutange e Bebedouro, a partir de revisão bibliográfica através de relatórios dos estudos realizados e informações veiculadas na mídia acerca dos problemas encontrados e estado *status quo* da situação de moradia da população dos bairros atingidos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Mineração

Na corrida pelo capital, as companhias estão em constante busca por novas fontes de lucro e utilização dos bens naturais. Contieri (2021) afirma que a demanda e competição no mercado financeiro pressionam as empresas a buscarem projetos por vezes arriscados, que podem ou não colocar em risco as atividades da própria companhia ou mesmo da sociedade em seu entorno.

As ações de uma companhia, seja de pequeno ou grande porte, devem estar de acordo com as normas e necessidades do local de atuação, para que não provoquem acidentes futuros. Tais ações devem estar embasadas por estudos ambientais e socioeconômicos. Entretanto, nos últimos anos, diversos casos de negligência provocaram acidentes de grandes proporções, como é o caso do rompimento de barragens em Mariana e Brumadinho, pela mineradora Vale, o fator cancerígeno do amianto explorado no estado de Goiás pela Eternit, e, a considerada maior catástrofe geológica do mundo decorrente da exploração de sal-gema na capital Maceió pela empresa Braskem (CONTIERI, 2021).

A mineração é uma das maiores e mais antigas atividades produtivas exercidas pela humanidade. Segundo Enríquez (2007) é de se considerar que o desenvolvimento de uma civilização depende consciente ou inconscientemente do modo como tais minerais são obtidos e utilizados, a ponto que a história da civilização humana é dividida entre diferentes marcos para as eras, como idade da pedra lascada (paleolítico), idade da pedra polida (neolítico) e idade dos metais. Entretanto, a mineração carrega consigo diversas controvérsias para a sociedade em seu entorno. Segundo Harvey (2011) o capitalismo traz em seu histórico uma série de consequências ambientais indesejadas e até mesmo irreversíveis. Deste modo, é necessário equacionar constantemente a busca desenfreada por capital com a preservação ambiental da natureza.

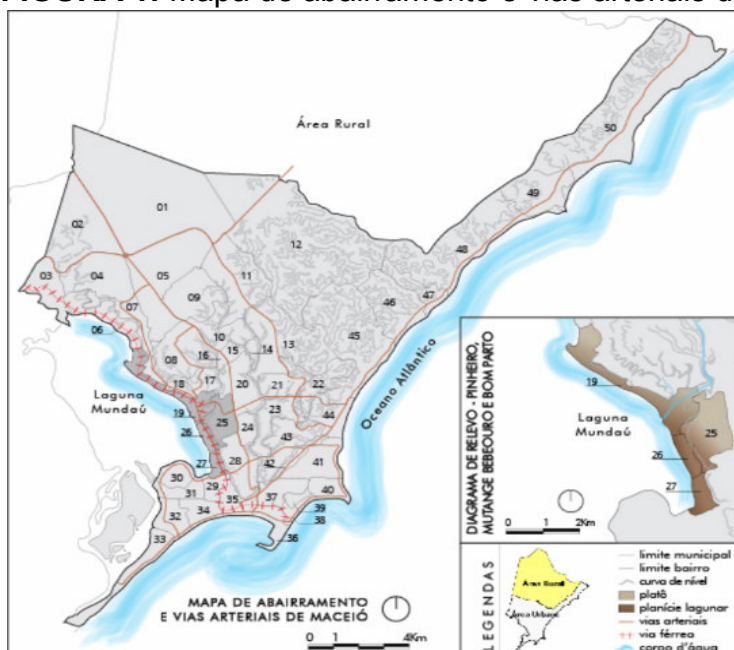
Maceió

A cidade de Maceió é a capital do estado de Alagoas, na região nordeste brasileira. Segundo o IBGE (2022), no último censo, a cidade possuía uma população de 957.916 pessoas. A capital está cercada pelo oceano atlântico a leste, sendo este um importante aspecto no contexto urbanístico do local.

Com uma área de mais de 500 mil km² e dividida entre 50 bairros, a cidade é uma das principais fontes geradoras de renda do estado. Durante seu desenvolvimento, a cidade passou por vários aspectos econômicos e fontes produtivas. Durante a década de 40 foram realizadas diversas perfurações na região com o objetivo de encontrar petróleo, fato este que não teve sucesso, entretanto, encontrou-se um leito de sal-gema, que começou a ser explorado a partir da década de 1960 (CONTIERI, 2021).

Atualmente, encontra-se a mineração de sal-gema, em alguns bairros da cidade, sendo fundado, no bairro de Pontal da Barra – uma área de mangue - em 1976 a Salgema Indústrias Químicas S.A. (atual Braskem). Nesta época, a empresa apoiada pelo governo local, realizou diversas mudanças no cenário ao seu redor, como a incorporação de ilhas e aterros e a criação de um Dique-Estrada, no ano de 1982. Fato este que causou a desvalorização dos espaços. Houve também, a implementação de postos de exploração em outros bairros da capital alagoana, concentrados nos bairros de Pinheiro, Mutange e Bebedouro indicados na Figura 1, onde apresenta esses bairros pelas numerações 25, 26 e 19 respectivamente.

FIGURA 1: Mapa de abairramento e vias arteriais de Maceió.



Fonte: Santos *et al.*, (2020)

Os três bairros citados encontram-se em áreas de grande importância, tanto histórica, quanto econômica e cultural da cidade. Segundo o relatório técnico fornecido pela sociedade civil e pela CPRM (2019), estima-se que nestes bairros residam aproximadamente 31.797 pessoas, representando cerca de 3,14% da população total maceioense.

Início da catástrofe

No ano de 2018, uma série de eventos climáticos marcados por chuvas intensas na região e a detecção de um abalo sísmico de magnitude 2.4 na escala *Richter* em 03 de março chamaram a atenção. Diante desse cenário, duas comunicações oficiais ganharam destaque: os ofícios n° 044/2018 – CEDEC-AL e n° 34/2018 – PJC/MPE/AL. Esses documentos estabeleceram a necessidade de análise aprofundada das causas dos danos visíveis em residências e vias públicas no bairro de Pinheiro (SANTOS *et al.*, 2020).

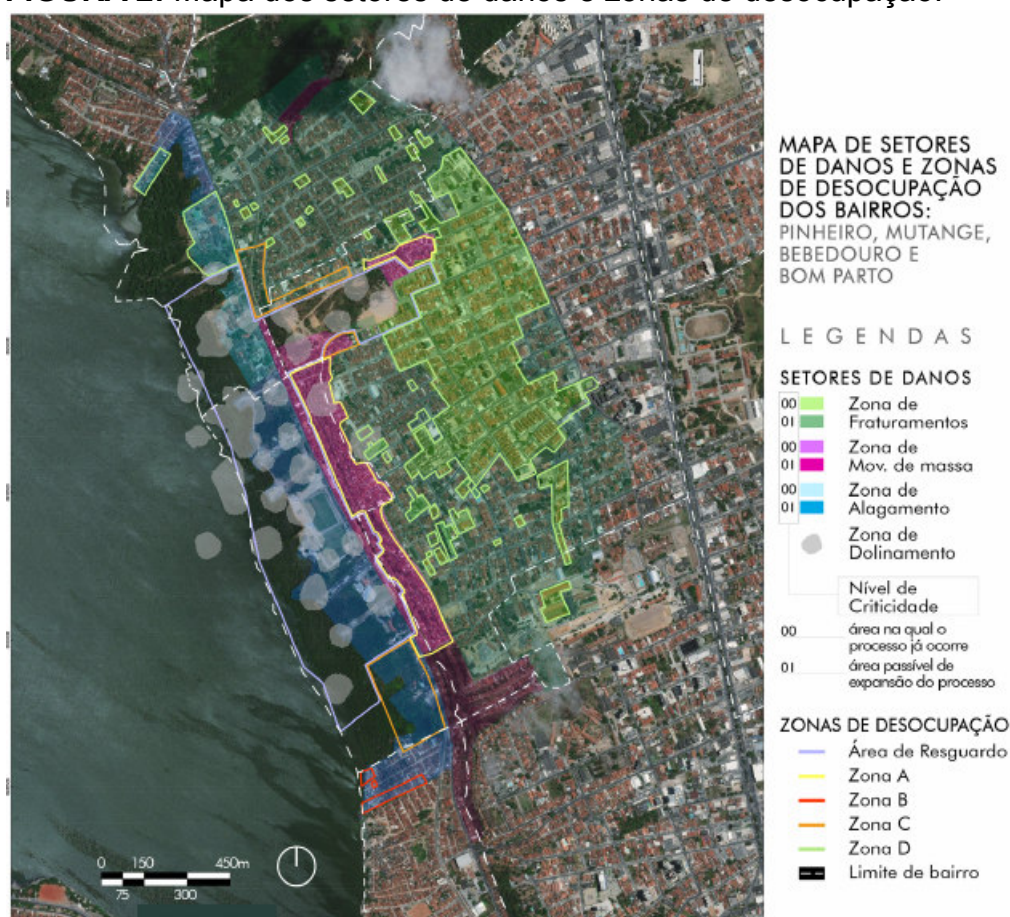
Assumindo essa responsabilidade, o Serviço Geológico do Brasil-CPRM (SGB-CPRM) recebeu a tarefa de conduzir uma investigação minuciosa. O foco era entender os possíveis motivos por trás das trincas e rachaduras que afetaram algumas estruturas na região. O resultado desse empenho culminou em um relatório oficial emitido pela CPRM (PIMENTEL, 2019).

O relatório da CPRM trouxe à luz uma conclusão importante: a subsidência do solo emergiu como a principal causa dos danos observados. Esse afundamento do solo era resultado direto da desestabilização do terreno sob as edificações e as vias públicas. A atividade de extração de sal-gema realizada pela empresa petroquímica Braskem emergiu como um fator significativo nesse processo de desestabilização (CPRM, 2020).

A análise da CPRM, tal como documentada no relatório, apontou para a relação entre a atividade mineradora da Braskem e os problemas que assolaram o bairro de Pinheiro. Os esforços de extração de sal-gema pareciam ter impactado a estabilidade do solo de maneira que levou à ocorrência das trincas e rachaduras nas propriedades e nas vias públicas da região (BRASIL, 2019).

Ficou evidente que a combinação de eventos climáticos extremos, abalo sísmico e a atividade mineradora desencadearam uma sequência de eventos que culminaram nos danos observados em Pinheiro. A resposta à esses eventos complexos exigiu investigação coordenada e profunda por parte da CPRM, a qual estabeleceu a conexão direta entre a atividade industrial e os desafios enfrentados pela comunidade local (BRASIL, 2019).

FIGURA 2: Mapa dos setores de danos e zonas de desocupação.



Fonte: Santos *et al.*, (2020)

Santos *et al.*, (2020) destacam ainda que existem zonas próximas as áreas de extração e ao litoral que apresentam danos de fraturamentos, como trincas, fissuras e rachaduras, além de zonas de movimentação de massas de terra e zonas de alagamentos.

Mineradora Brasken

No cenário do II Plano Nacional de Desenvolvimento, durante o período de governo militar liderado por Ernesto Geisel, emergiu um marco crucial: a criação da Salgema Indústrias Químicas S.A em 1976. Essa entidade, originada a partir da exploração de sal-gema, extraída das profundezas do subsolo de Maceió, mais especificamente do bairro Mutange, deu os primeiros passos produzindo soda cáustica (VIEIRA, 1997).

Um ponto de viragem notável ocorreu em 1995, como observado por Viegas e Santos (2021), quando o sal-gema já havia solidificado sua posição, respondendo por impressionantes 40% da produção nacional de soda cáustica e cloro. Essa ascensão da indústria do sal-gema foi fomentada pelo encorajamento do governo,

que buscava implementar uma infraestrutura petroquímica em consonância com o plano de desenvolvimento. Esse plano se alinhava ao objetivo de aprimorar a economia local, tendo em vista a já estabelecida indústria sucroalcooleira.

A Braskem, um nome que ganhou destaque na virada das décadas de 1990 e 2000, emergiu como uma concepção da *Odebrecht*. Seu propósito central era aglutinar os investimentos oriundos da fundação de novas empresas, aquisições de ativos em leilões e compra de empresas já existentes. Rapidamente, a Braskem se transformou, assumindo a posição de maior produtora petroquímica integrada na América Latina, como destacado por Hallot (2007). Contudo, quer seja como Salgema Indústrias Químicas S.A ou como Braskem, a empresa nunca esteve livre de controvérsias relacionadas aos métodos de exploração mineral. Ao longo do tempo, a empresa se tornou alvo de protestos vindos da população local, devido às preocupações sobre a forma como conduz a exploração mineral.

Neste contexto, é digno de nota que a empresa administra um total de 35 poços de perfuração em toda a extensão do estado de Alagoas. Importante ressaltar que todos esses poços estão devidamente licenciados e operacionais, sujeitos à supervisão da Agência Nacional de Mineração (ANM) e do Instituto do Meio Ambiente (IMA). Dado que as camadas de sal-gema se encontram em profundidades superiores a 1000 metros, a extração demanda por um método de diluição (CONTIERI, 2021).

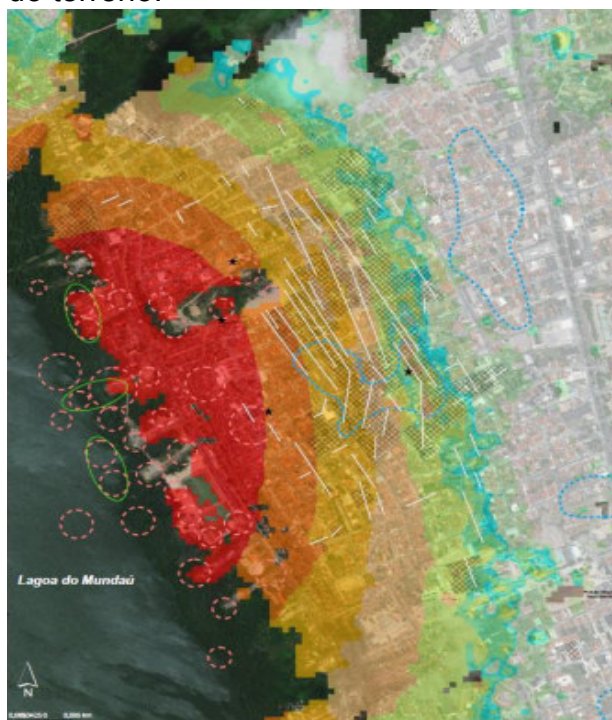
Esse método envolve a instalação de dois tubos concêntricos, criando uma estrutura externa e interna até o local de extração. A água é então injetada pelo tubo interno, dissolvendo o sal e gerando uma solução conhecida como salmoura. Através de diferenças de pressão no tubo externo, essa solução é conduzida até a planta de processamento (CONTIERI, 2021).

Todavia, esse procedimento resulta na formação de vastas minas subterrâneas, que precisam ser rigorosamente monitoradas e regulamentadas a fim de garantir a segurança da região. Isso implica prevenir possíveis desmoronamentos, deslizamentos e afundamentos superficiais. As ações da Braskem na capital alagoana foram responsabilizadas por diversas patologias, tais como trincas, rachaduras e afundamentos em pelo menos três bairros urbanos. Segundo um relatório da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2020) datado de 2019, essas patologias resultaram no desalojamento de muitos residentes de suas moradias (PIMENTEL, 2019).

Essas evacuações ocorreram tanto devido às preocupações com a segurança física, como riscos de colapsos estruturais, frequentemente levando ao fechamento governamental e fiscalização dessas áreas, quanto à perda de sustento econômico local. Como resultado, muitos moradores se viram compelidos a abandonar seus lares em busca de condições financeiras mais estáveis em outras partes da cidade (SANTOS *et al.*, 2021).

O já mencionado relatório da CPRM ampliou as preocupações, indicando que o processo de extração do sal-gema está intimamente vinculado à ativação das estruturas tectônicas situadas sob as áreas de risco. Esse fenômeno pode desencadear o afundamento do solo, uma vez que pequenos tremores e deslocamentos ocorrem nos espaços vazios das minas, conforme explanado pelo mesmo relatório (CPRM, 2020).

FIGURA 3: Aspecto do mapa de integração dos processos de instabilidade do terreno.



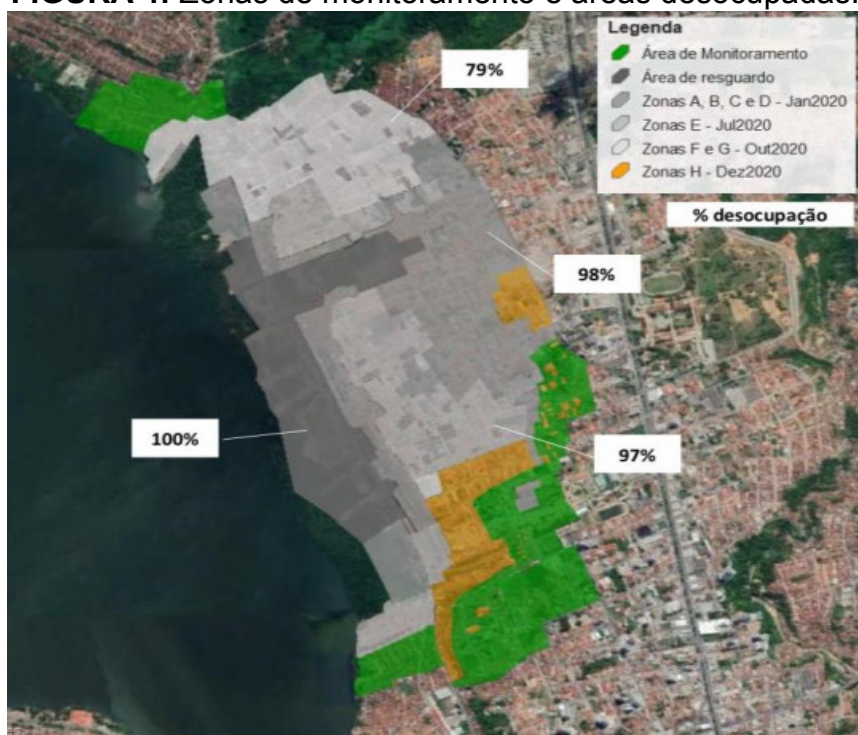
Fonte: CPRM (2020)

Nesse contexto, em maio de 2019, após a divulgação do relatório da CPRM, as atividades exercidas pela mineradora foram paralisadas, ano também em que cerca de 500 residências foram desocupadas preventivamente. Com isto, em janeiro de 2020, em uma parceria entre Defensoria Pública do Estado do Alagoas, Ministério Público Federal, Ministério Público do Estado de Alagoas, Defensoria Pública da União e a empresa Braskem, foi assinado um Termo de Acordo para Apoio na Desocupação das Áreas de Risco (BRASKEM, 2021).

Tal acordo, considerado como o maior já realizado no País na prevenção de desastres maiores e de vidas, estabeleceu critérios para a desocupação e indenização da população nos bairros atingidos. A mineradora Braskem afirma que foram constatados 14.394 imóveis em situação de risco, dos quais, 13.641 já estavam desocupados até o mês de junho de 2021. A empresa afirma que quase 70% das propostas de indenização foram aceitas até a mesma data (BRASKEM, 2021).

O programa de auxílio realizado pela mineradora prevê auxílio à desocupação de R\$ 5.000,00 reais para cada família, além de um auxílio para despesas de aluguel de R\$ 1.000,00 reais, como também a disponibilidade de transportadora, custos de depósito para móveis e imobiliária. O programa também prevê entre os apoios sociais, a disponibilidade de acompanhamento psicológico e de assistentes sociais para os atingidos (LIMA; GOMES, 2021).

FIGURA 4: Zonas de monitoramento e áreas desocupadas.



Fonte: BRASKEM (2021)

Contieri (2021) afirma que a empresa Braskem, até o final de 2020, já havia desocupado 100% da área considerada prioritária, realocando aproximadamente 9.200 famílias. A companhia, para cumprir seus contratos, e, considerando que as atividades de mineração estavam suspensas, decidiu instalar um sistema provisório de operação, importando soda cáustica, dicloroetano e sal marinho. Segundo o portal financeiro Infomoney (2021), a empresa teve um lucro líquido no segundo trimestre de 2021 de aproximadamente R\$ 7,4 bilhões, em contrapartida, a companhia realizou indenizações nos valores de R\$ 1,2 bilhão até o mesmo período.

A pesquisa em questão é caracterizada como exploratória e se utiliza da metodologia da Revisão Sistemática da Literatura (RSL). A RSL é uma abordagem que permite a identificação e análise de trabalhos previamente publicados em diversas bases de pesquisa, todos relacionados a um tema específico (BIOLCHINI *et al.*, 2007).

Neste estudo em particular, o método de pesquisa adotado segue o roteiro estabelecido por Conforto *et al.* (2011). Esse roteiro fornece diretrizes para a realização da pesquisa e das etapas envolvidas no processo. A abordagem seguida no presente trabalho busca explorar com mais profundidade o significativo volume de dados relacionados ao caso da subsidência, um fenômeno de afundamento do solo, nos bairros de Maceió, Alagoas.

Ao adotar o modelo de etapas proposto por Conforto *et al.* (2011), os autores se propõem a investigar detalhadamente os diversos aspectos e fatores associados ao afundamento nos bairros de Maceió. Isso implica em uma análise minuciosa das fontes de dados, metodologias utilizadas em estudos anteriores, resultados obtidos e possíveis lacunas de conhecimento. Portanto, a escolha desse método busca garantir uma investigação abrangente e rigorosa desse fenômeno geológico, visando contribuir para um entendimento mais profundo da situação em estudo.

O objetivo principal foi analisar de forma ampla e detalhada o caso da subsidência nos bairros de Maceió, utilizando-se de um modelo de etapas para aprofundar a

compreensão sobre esse fenômeno e seus diversos aspectos.

A pesquisa foi conduzida inicialmente pelo critério de busca de artigos nos Periódicos Capes, *Science Direct* e *Acadêmico*. Utilizando palavras-chave que definiram o problema em questão (subsistência nos bairros de Maceió/AL pela mineradora Braskem) foram encontrados artigos nas bases mencionadas e partiu-se então para a seleção dos artigos para o tema utilizando os filtros mencionados no Quadro 1.

QUADRO 1: Resultados de buscas nas Bases de Dados.

Especificações	Base de Dados			Total	
	Periódico Capes	Scienc e Direct	Acadêmico		
Palavras-chave	Braskem	1816	699	15200	1771
	Braskem e extração de sal-gen	0	0	71	5
Total de artigos encontrados (sem filtro)		1816	699	15271	1778
Filtros	1° Filtro – (Leitura do título e palavras-chave)	93	87	34	71
	2° Filtro – (Exclusão das duplicidades)	18	12	21	51
	3° Filtro – (Leitura do resumo e introdução)	6	3	12	21
	4° Filtro – (Leitura completa)	3	3	9	15
	Total de pesquisas relevantes	3	3	9	15

Fonte: Os autores (2023)

Os pesquisadores do presente estudo concentraram-se exclusivamente em títulos em língua portuguesa, o que limitou a amplitude da busca sobre o assunto. Dado ao grande volume de resultados obtidos ao utilizar a palavra-chave "Braskem" na base de dados acadêmicos, a decisão foi restringir a análise aos resultados relacionados a uma palavra-chave mais precisa, como "Braskem e extração de sal-gema". Isso resultou em 71 registros relevantes para o tópico selecionado.

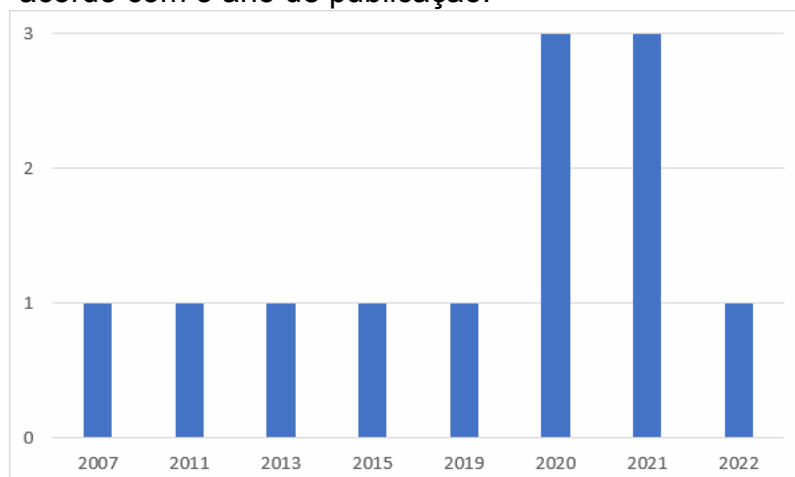
Durante o processo de seleção dos artigos relacionados ao tema em questão, é notável a presença significativa de um amplo conjunto de estudos que direcionam o foco das investigações à empresa mineradora Braskem. Essa ênfase não é surpreendente, visto que os tópicos abordados nos títulos desses estudos frequentemente englobam aspectos relacionados à administração da empresa e às iniciativas de sustentabilidade por esta empreendidas. Essa concentração temática se justifica, em parte, pela observação de que o tema da subsistência nos bairros de Maceió ganhou notoriedade a partir do ano de 2018. Coincidentemente, a mineradora Braskem tem se destacado ao longo do tempo não somente por envolvimento nas práticas sustentáveis, mas também pela notória atuação administrativa em diversas áreas.

Ao analisar a seleção de 15 títulos de relevância inerentes à pesquisa acerca dessa temática, ao eliminar duplicidades e aplicar outros critérios de filtragem, foi constatada uma parcela substancial desses títulos estarem associados às publicações no âmbito acadêmico. A predominância dessas publicações ocorreram, em grande parte, à acessibilidade proporcionada por esse tipo de periódico, que facilita a busca e recuperação dos estudos pertinentes.

É válido ressaltar que a maioria dos artigos identificados nesse processo de seleção foi veiculada a partir do ano de 2019. Essa temporalidade encontra respaldo

na cronologia dos eventos, uma vez que os relatos das manifestações patológicas na cidade de Maceió, decorrentes das intensas chuvas ocorridas no ano de 2018, despertaram a atenção dos pesquisadores para a necessidade de se investigar profundamente as possíveis origens e causas desses fenômenos preocupantes.

FIGURA 5: Ocorrência das pesquisas selecionadas de acordo com o ano de publicação.



Fonte: Os autores (2023)

Os trabalhos de pesquisa abordaram uma ampla gama de tópicos relacionados às atividades da mineradora Braskem na cidade de Maceió, desdobrando-se em três categorias distintas, cada uma focalizando aspectos particulares: planejamento e sustentabilidade, manifestações patológicas decorrentes da subsidência do solo e os impactos sociais experimentados pela população afetada.

Dentro do primeiro grupo, que trata de planejamento e sustentabilidade, os artigos traçam um panorama abrangente das medidas e decisões empreendidas pela mineradora ao longo da cadeia produtiva. Isso engloba uma análise detalhada dos eventos ocorridos, além de comparações pertinentes com situações similares no Brasil e no mundo. A abordagem destes artigos visa essencialmente verificar se a Braskem agiu com negligência, o que teria desencadeado o afundamento do solo em Maceió. A pesquisa nesse sentido é conduzida com uma natureza exploratória e recorre a um leque variado de referências bibliográficas para embasar os argumentos.

Na segunda categoria, que trata das manifestações patológicas originadas pela subsidência, os autores dos artigos adotaram uma perspectiva mais científica e analítica. A atenção se volta para a identificação e compreensão das causas e efeitos do afundamento do solo, especificamente nos bairros de Pinheiro, Mutange e Bebedouro, que foram os mais impactados pelo fenômeno. Esses trabalhos buscam um exame detalhado dos recalques ocorridos e das suas implicações, aprofundando-se em aspectos técnicos e geológicos para lançar luz sobre esse fenômeno complexo.

Por fim, a terceira categoria se concentrou nos aspectos sociais que permeiam as comunidades afetadas pela subsidência. Artigos nesta área, como o estudo conduzido por Viegas e Santos (2021), caracterizam essa parcela da população como "refugiados ambientais", proporcionando uma lente crítica para

examinar os impactos econômicos e sociais decorrentes de eventos ambientais catastróficos de larga escala. Esses trabalhos visam a entender as consequências nas vidas das pessoas afetadas, não somente em termos materiais, mas também nos aspectos psicossociais e de qualidade de vida.

Em conjunto, essas diferentes categorias de pesquisa oferecem uma visão abrangente e multidisciplinar das complexas questões que envolvem as ações da Braskem em Maceió. Através de abordagens que variam do exame de medidas corporativas até análises geotécnicas e considerações sociais, os estudos procuram abordar os diferentes ângulos deste acontecimento significativo e as implicações para a cidade e sua população. Em desvantagens de acordo com as pesquisas da revisão sistemática foram associadas à catástrofe da Braskem em Maceió:

- **Impacto Ambiental:**

A exploração da sal-gema provocou notável subsidência que teve impactos significativos no ecossistema local. Esse fenômeno culminou na formação de fissuras tanto nos solos quanto nas estruturas circundantes, acarretando não apenas danos físicos, mas também gerando a ameaça iminente de contaminação dos aquíferos e corpos d'água devido à potencial migração de substâncias químicas (TEIXEIRA *et al.*, 2020).

- **Saúde Pública:**

A instabilidade do solo e as rachaduras em edifícios representaram um risco direto para a saúde e a segurança da população local. Além disso, a possibilidade de contaminação de água potável e solos representava preocupações de saúde a longo prazo (SANTOS *et al.*, 2020).

- **Deslocamento da População:**

A fragilidade do terreno e as fendas que surgiram em construções acarretaram uma ameaça direta à saúde e à segurança dos residentes da região. Adicionalmente, as potenciais implicações de contaminação dos recursos hídricos e solos levantaram inquietações significativas sobre questões de saúde a serem monitoradas ao longo do tempo (VIEGAS; SANTOS, 2021).

- **Impacto Socioeconômico:**

O desastre teve um impacto adverso sobre a economia regional, resultando na degradação de propriedades, uma redução acentuada nos valores imobiliários, a paralisação de empreendimentos comerciais e a perda de postos de trabalho, ao mesmo tempo em que ampliou as obrigações financeiras do governo para enfrentar a situação de crise (CONTIERI, 2021).

- **Questões Legais e Responsabilidade:**

Emergiram controvérsias acerca da identificação dos agentes causadores dos danos e do modo como as problemáticas legais e de responsabilidade deveriam ser enfrentadas. Esse cenário culminou na instauração de litígios judiciais e na criação de um ambiente jurídico intrincado (ENRIQUÉZ, 2007).

- **Desafios de Engenharia e Mitigação:**

Abordagens técnicas voltadas para a estabilização do solo e a redução dos impactos decorrentes da subsidência representava uma tarefa de natureza intrincada, requerendo a colaboração de engenheiros, geólogos e demais profissionais especializados. A implementação dessas abordagens também

demandava por uma análise minuciosa dos aspectos econômicos (TENÓRIO *et al.*, 2019).

Status quo da catástrofe

A pesquisa *conducted* pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2020) destaca as operações de mineração realizadas pela empresa Braskem como a principal causa por trás dos fenômenos de afundamento do solo, conhecidos como recalque, que têm afetado diversos bairros em Maceió. A gravidade das condições patológicas em grande escala levou a Prefeitura de Maceió a decretar estado de calamidade pública em 2019 e a buscar assistência do Governo Federal, através do Ministério de Minas e Energia e da Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (VIEGAS; SANTOS, 2021).

A extração de sal-gema levada a cabo pela Braskem, conforme explorado por Viegas e Santos (2021), desencadeou a formação de dolinas subterrâneas de proporções substanciais. Associadas as zonas de fraturas geológicas, essas dolinas contribuíram para o afundamento de pelo menos três bairros da capital alagoana. A preocupação é agravada pela suspeita de que essas dolinas excedam as dimensões seguras do ponto de vista técnico. De acordo com o professor Abel Galindo, evidências sugerem que as cavidades mineradas podem atingir diâmetros de até 150 metros, superando em muito o limite seguro de 55 a 60 metros. Além disso, a distância mínima entre as cavidades subterrâneas parece não ter sido adequadamente observada (G1 AL, 2019). A possibilidade de um colapso dessas cavidades representaria uma catástrofe sem precedentes.

A pesquisa de Viegas e Santos (2021) também assinala que a subsidência resultante da atividade de mineração forçou o deslocamento compulsório de uma população de mais de 40 mil pessoas. Os impactos são profundos, incluindo perdas humanas e sociais, além das perdas econômicas. Estabelecimentos comerciais e empresas foram obrigados a encerrar suas operações, intensificando os índices de desemprego e causando queda acentuada na renda local e municipal (SANTOS, 2020).

FIGURA 6: Moradias abandonadas na capital Maceió devido a desocupação dos moradores de bairros atingidos.



Fonte: Mídia Ninja (2023), disponível em: <https://midianinja.org/news/justica-bloqueia-r-108-bilhao-da-braskem-apos-afundamento-do-solo-em-maceio/>

O cenário revelado pela pesquisa da CPRM, Viegas e Santos (2021), e Galindo (2022) destacam a complexidade e a gravidade dessa situação originada pela atividade de mineração da Braskem. A magnitude dos problemas geológicos, ambientais e socioeconômicos exige resposta coordenada das autoridades municipais, estaduais e federais para mitigar os danos causados até o momento e evitar potenciais tragédias futuras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A situação de calamidade que afeta uma considerável parcela dos residentes da capital alagoana emerge como um resultado notório da máxima subsidência causada pelas atividades de mineração, sendo a petroquímica Braskem responsável por este cenário alarmante. A urgência desta problemática é exacerbada pela perspectiva de sua agravante, que poderia estender os efeitos prejudiciais dos afundamentos já observados nos distritos de Pinheiro, Mutange e Bebedouro. Até o presente momento, a empresa mineradora negligencia qualquer ação corretiva em relação às áreas de solo explorado, o que amplia as incertezas sobre a real extensão do desgaste em curso.

Cumprе ressaltar que as iniciativas empreendidas pela Braskem para mitigar os impactos sobre os habitantes afetados têm sido objeto de escrutínio e avaliação. O desenrolar dessas ações está sob investigação, visando uma possível autuação por parte das autoridades competentes. A relocação e indenização dos habitantes nas regiões afetadas têm sido áreas de foco, embora se constate que alguns moradores expressam insatisfação tanto em relação às medidas adotadas quanto aos montantes compensatórios oferecidos.

Além disso, a Braskem demonstra uma intensificação nas operações de monitoramento nas áreas não diretamente atingidas, mas que se encontram em proximidade com os poços de mineração. Este esforço adicional busca antecipar e conter quaisquer danos potenciais que possam repercutir sobre a população local e o entorno urbano. Nesse contexto, a prevenção e a mitigação de impactos futuros emergem como elementos fundamentais das ações da empresa visando preservar o bem-estar dos moradores e a integridade da cidade.

REFERÊNCIAS

BIOLCHINI, J. C. de A.; MIAN, P. G.; NATALI, A. C. C.; CONTE, T. U.; TRAVASSOS, G. H. Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. **Advanced Engineering Informatics**, v. 21, n. 2, p. 133-151, 2007.

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.

BRASKEM S.A. **Apresentação Case Maceió**. Disponível em < <http://www.braskem-ri.com.br/download/RI/22433>> Acesso em 17 de abril de 2023.

CPRM – Companhia de pesquisa de recursos minerais . **Informe técnico 01: monitoramento da instabilidade do terreno nos bairros Pinheiro, Mutange, Bebedouro e Bom Parto (Maceió, AL)**. 2020.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. da. Roteiro para revisão

bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. **Trabalho apresentado**, v. 8, 2011.

CONTIERI, V. C.. **Elaboração de projetos da indústria petroquímica: análise econômica e ambiental do desastre geológico em Maceió e atividade da planta de cloro-soda da Braskem**, 2021. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/235717> acesso em 01/08/2023.

CPRM. Monitoramento da Instabilidade do Terreno. Bairros: Pinheiro; Mutange; Bebedouro e Bom Parto. **Informativo técnico** n. 01/2020.

ENRÍQUEZ, M. A. R. da S.. **Maldição ou dádiva? Os dilemas do desenvolvimento sustentável a partir de uma base mineira**, 2007. Disponível em: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/8738>

G1 AL. **O que se sabe sobre as rachaduras no Pinheiro**. 17 jan. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2019/01/17/o-que-se-sabe-sobre-as-rachaduras-no-bairro-do-pinheiro-em-maceio.ghtml>. Acesso em 17 de Março de 2023.

HALLOT, F. A. M. **Consolidação do setor petroquímico brasileiro avaliando a Braskem**. Monografia de Final de Curso (Graduação em Economia) - Departamento de Economia, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: https://www.econ.puc-rio.br/uploads/adm/trabalhos/files/Felipe_Antunes_Maciel_Hallot.pdf

HARVEY, D. O Enigma do Capital e as crises do capitalismo. **Editora Bizâncio. Lisboa**, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro, 2023.

INFOMONEY. **Braskem reverte prejuízo e tem lucro líquido de R\$ 7,4 bilhões no 2º trimestre**. Disponível em <<https://www.infomoney.com.br/mercados/braskem-reverte-prejuizo-e-tem-lucro-liquido-de-r-74-bilhoes-no-2o-trimestre/>> Acesso em 26 de Março de 2023.

LIMA, L. C.; GOMES, M. T. U. **Solução pacífica de conflito: Uma análise sobre o Caso Pinheiro** PEACEFUL CONFLICT RESOLUTION: An analysis of the Pinheiro Case. Universidade Positivo, 2021. Disponível em: https://www.ajufe.org.br/images/2022/UP_-_artigo_cientifico.pdf

MIANO, A.; MELE, A.; PROTA, A. Fragility curves for different classes of existing RC buildings underground differential settlements. **Engineering Structures**, v. 257, p. 114077, 2022.

MIDIA NINJA. **Justiça bloqueia R\$ 1,08 bilhão da Braskem após afundamento do solo em Maceió**. Disponível em: <https://midianinja.org/news/justica-bloqueia-r-108-bilhao-da-braskem-apos-afundamento-do-solo-em-maceio/>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2023.

MILITITSKY, J.; CONSOLI, N. C.; SCHNAID, F. **Patologias das fundações**. 2. ed. rev. ampl. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

PIMENTEL, J. **Processos geológicos no Bairro Pinheiro, Maceió, AL: atividades realizadas pelo Serviço Geológico do Brasil**. 2019. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/20609>

SANTOS, C. G.; MENDONÇA, I. Q.; OLIVEIRA, J. G. J.; OLIVEIRA, K. L. C.; MARQUES, L. F. A necessidade de evacuação de bairros em Maceió-AL e os impactos urbanos socioespaciais: novos desafios para o planejamento urbano na cidade. **9º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (Pluris 2021 Digital)**. Pequenas cidades, grandes desafios, múltiplas oportunidades. 2021.

SANTOS, C. G.; OLIVEIRA, J. G. J.; MENDONÇA, I. Q.; MARQUES, L. F.; OLIVEIRA, K. L. C. Solo em subsidência em bairros de Maceió-AL: emergências impostas aos agentes produtores do espaço urbano. **Revista Ímpeto**, n. 10, 2020.

TENÓRIO, G. V.; SANTOS, D. S.; LOURDES, S. G. Patologias e Infraestrutura urbana: análise do bairro da levada, cidade de Maceió. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS**, v. 5, n. 2, p. 273-273, 2019.

TUTIKIAN, B.; PACHECO, M. Inspeção, diagnóstico e prognóstico na construção civil. **ALCONPAT Int. Boletín Técnico, Mérida, México**, n. 1, p. 3-15, 2013.

TEIXEIRA, A. F. de M.; NASCIMENTO, C. H. de V.; SILVA, C. dos S.; LIMA, J. R. B. de; FRAGOSO, M. L. B. A lógica do discurso ambientalista empresarial: da extração de sal-gema aos impactos no ambiente urbano. **Movimentos Sociais e Sinâmicas Espaciais**, 2020. DOI:10.46802/rmsde.v9i1.243613

VIEGAS, M. E. F. da S.; Santos, C. J. S. Cidade, Capitalismo e Sofrimento. **Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana**, v. 3, p. 61-66, 2021.

VIEIRA, M. do C. Daqui só saio o pó: Conflitos urbanos e mobilização popular: a Salgema e o Pontal da Barra. Maceió: **EDUFAL**. 96p, 1997.