

Mapeamento De Prováveis Jazidas De Agregados Para Materiais De Construção Na Microrregião De Cajazeiras-PB

Emanuel Tavares de Moura¹, Thalita Maria Ramos Porto², Maria Aparecida Bezerra Oliveira³, Elysson Marcks Gonçalves Andrade⁴.

¹(Discente do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Faculdade Santa Maria, Cajazeiras, Paraíba, Brasil);

²(Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil);

³(Mestre em Sistemas Agroindustriais pela Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil);

⁴(Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil).

Received 02 April 2022; Accepted 16 April 2022

Resumo: Uma das principais etapas de uma obra de engenharia é a análise da ocorrência dos materiais a serem utilizados. O planejamento com relação ao consumo de materiais naturais como agregados, beneficiados ou não, pode gerar uma considerável economia no custo final do empreendimento, uma vez que obras civis geralmente causam grande impacto econômico e socioambiental. Os mecanismos de geoprocessamento tornaram-se ferramentas fundamentais para a identificação de possíveis áreas para exploração de recursos naturais, como jazidas de pedras, cascalho, areia, entre outras matérias primas para uso na construção civil. O objetivo deste trabalho foi mapear a Microrregião de Cajazeiras, na Paraíba, analisando com base na pedologia local prováveis jazidas de extração. Realizou-se esta análise com base nas classes de solo da Microrregião, elaborando uma matriz pedológica da área de estudo, possibilitando sua classificação em três níveis (bons, regulares e ruins) para a ocorrência de agregados graúdos e miúdos. Na Microrregião de Cajazeiras predominam os Luvissoles, Planossolos e Argissolos, gerando baixos percentuais de quantidade de jazidas, considerando que estes materiais possuem características desfavoráveis à existência de agregados.

Palavras-chave: Pedologia; Agregados; Jazidas; Geoprocessamento.

I. INTRODUÇÃO

Atualmente, as atividades de exploração e extração de agregados para obras civis no Brasil intensificaram-se consideravelmente. O crescimento populacional e a expansão urbana são fatores que contribuem diariamente para o aumento da necessidade de minerais de uso direto na construção civil e o consequente aumento da geração de resíduos, conforme alerta o relatório da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2008).

Segundo Fonseca Júnior e Ferreira (2012), o grande consumo destes recursos naturais se dá devido às substâncias minerais serem uma das matérias primas, brutas ou beneficiadas, mais consumidas no mundo. Apesar de contribuir significativamente para o desenvolvimento urbano e a infraestrutura econômica, duas de suas características marcantes é que os minerais são substâncias não renováveis e sua retirada do meio natural causam grandes impactos ambientais, como o assoreamento de corpos hídricos, erosão, remoção das coberturas vegetais, poluição hídrica e do solo, entre outros impactos negativos irreversíveis (BRANDÃO, 1995a).

Estas problemáticas agravam-se quando a área de exploração está localizada em zona de alta vulnerabilidade ambiental, onde sua retirada sem estudos prévios compromete definitivamente o meio ambiente e o equilíbrio da paisagem em que se situam. De acordo com Santo e Chaves (2007), a degradação ambiental mais intensa é provocada pela extração mineral ilegal e por pequenas explorações, em função da dificuldade de identificá-las e mapeá-las. Além disso, a falta de informações precisas e de um estudo prévio acerca da localização das jazidas, compromete a produtividade dos setores que dependem desta matéria prima, favorece a exploração descontrolada e impossibilita a instalação de medidas de recuperação.

Em contrapartida, os minerais são um dos principais recursos para o desenvolvimento econômico de uma região, uma vez que a exploração de jazidas além de ser fonte de renda para a população, gera subsídios para o desenvolvimento de atividades em grandes setores, como por exemplo a construção civil, atividade que mais consome agregados de origem natural no mundo, promovendo o desenvolvimento econômico e social.

Diante deste contexto, o estudo visa analisar a Microrregião de Cajazeiras a fim de identificar possíveis jazidas de agregados para uso em obras civis, haja vista que esta área se encontra em desenvolvimento urbano, o que promove a ascensão da construção civil. Além disso, grandes obras de infraestrutura encontram-se situadas nesta região, como por exemplo as obras do Trecho II do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional, que consomem um grande volume de agregados tanto na construção como na operação, em casos de manutenções e implantação de estoque emergencial para segurança.

Desse modo, a Microrregião de Cajazeiras é uma localidade que apresenta expansão da construção civil, e diante deste contexto, é evidente a importância de realizar o mapeamento de possíveis jazidas promovendo o conhecimento preliminar à atividade exploradora, e para tanto, os SIGs tornam-se providenciais neste estudo, possibilitando visualizar, armazenar dados e manipular características pontuais de jazidas, como as áreas ricas para exploração e a sua localização, uma vez que o conhecimento de postos de exploração pode contribuir para a economia local, norteando as decisões para o crescimento urbano da região, bem como identificar áreas degradadas que necessitem de medidas protetivas e reparadoras.

Conforme Novo (1999), o uso de tecnologias aplicadas ao mapeamento geológico, possibilita a obtenção precisa de informações acerca da composição do solo. As geotecnologias, como os SIGs - Sistemas de Informações Geográficas, são ferramentas que promovem a construção de um banco de dados, onde as informações das jazidas estão ligadas à sua posição geográfica. Consoante a Câmara et al. (1996), os SIGs analisam, armazenam e manipulam informações geográficas, coletadas de várias formas e condicionadas em um banco de elementos. Essas ferramentas possibilitam a realização de inúmeras atividades, inclusive as de gerenciamento de serviços e de recursos naturais.

Neste âmbito, a falta de conhecimento prévio de dados acerca de possíveis postos de exploração corrobora para a intensificação de retirada de agregados em um único posto não estratégico ou em locais inapropriados (NERVIS, 2010). Isto, além de comprometer a sustentabilidade ambiental, prejudica o desenvolvimento econômico e urbano da região, visto que a retirada excessiva pode afetar tanto a quantidade como a qualidade do material explorado.

Com a finalidade de identificar prováveis áreas de extração de material para obras civis, este estudo teve como principal objetivo mapear a Microrregião de Cajazeiras para identificação de prováveis jazidas de agregados graúdos e miúdos, a partir do geoprocessamento das características físicas das classes pedológicas do solo do objeto de estudo desta pesquisa.

II. METODOLOGIA

Este estudo foi composto por pesquisas bibliográficas, normativas e levantamentos de dados. Adotou-se como área de estudo a Microrregião de Cajazeiras, localizada na Mesorregião Sertão Paraibano, uma das quatro mesorregiões do Estado da Paraíba. A caracterização da área de possibilitou conhecer o território em questão, bem como seu uso e ocupação.

O levantamento e a coleta de dados georreferenciados deu-se através de buscas por Shapefiles no formato (.shp), arquivos vetoriais espacializados, como pontos, linhas e polígonos, e que podem ser utilizados dentro dos Sistema de Informações Geográficas – SIGs.

Realizaram-se as buscas na Base Cartográfica nacional IBGE, na Base Estadual AESA PB e no BDIA - Banco de Dados de Informações Ambientais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – versão 2.7.0 (IBGE 2020), e, coletaram-se informações previamente georreferenciadas acerca da localização precisa da área de estudo, com coordenadas GMS e informações da pedologia local, respectivamente.

As informações obtidas são baseadas no Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, vinculado à Embrapa (1978), data em que foi mapeada a pedologia do Brasil. Este levantamento fornece um mapa do bioma caatinga, onde após um processo de filtragem, selecionou-se apenas a Microrregião de Cajazeiras, em escala de 1:600.000, com seu respectivo boletim técnico.

Posteriormente, lançaram-se os dados no software livre de SIG (Sistema de Informação Geográfica) QGIS, versão 3.18 Zürich, onde as informações vetoriais foram processadas e armazenadas, resultando em um banco de dados. Com base nisso, possibilitou-se a elaboração de mapas temáticos, que puderam ser visualizados e compreendidos.

A partir da elaboração dos mapas, torna-se viável a análise das classes de solo da Microrregião de Cajazeiras, uma vez que a pedologia local encontra-se expressa tanto nos dados contidos na tabela de

atributos do arquivo, quanto nas figuras dos mapas. Cada classe de solo é representada por uma cor específica catalogada pela SBCS – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

Em seguida, avaliaram-se as classes de solo da área de estudo com base na pedologia local, a fim de, classificar em três níveis os tipos de solos predominantes como bons, regulares ou ruins para a existência de prováveis jazidas de agregados graúdos e miúdos. Esta etapa do estudo consistiu em assimilar as características dos solos em relação às características dos agregados.

Após a classificação de todos os tipos de solos e a avaliação da existência de prováveis jazidas de agregados na microrregião de cajazeiras, utilizou-se a ferramenta “calculadora de campo” do software QGIS, diretamente na tabela de atributos do banco de dados criado, possibilitando o cálculo para verificação da quantidade de área de solo bom e regular que indicam a existência de jazidas para extração. Isso tornou-se possível uma vez que uma das informações contidas no shape é a quantidade de área de cada elemento e sua posição específica no espaço. Para viabilizar o cálculo de áreas foram reprojatadas as coordenadas em UTM (Universal Transversa de Mercator) para obtenção de escalas métricas, e utilizou-se a calculadora de campo do software empregado no estudo, possibilitando calcular áreas expressas em quilômetros quadrados, para cada classe de solo.

Por fim, calculou-se a porcentagem de ocorrência de prováveis jazidas em relação a extensão total do território da Microrregião de Cajazeiras desconsiderando os corpos d’água. A **Figura 01** mostra fluxograma das etapas desenvolvidas para a elaboração do trabalho.

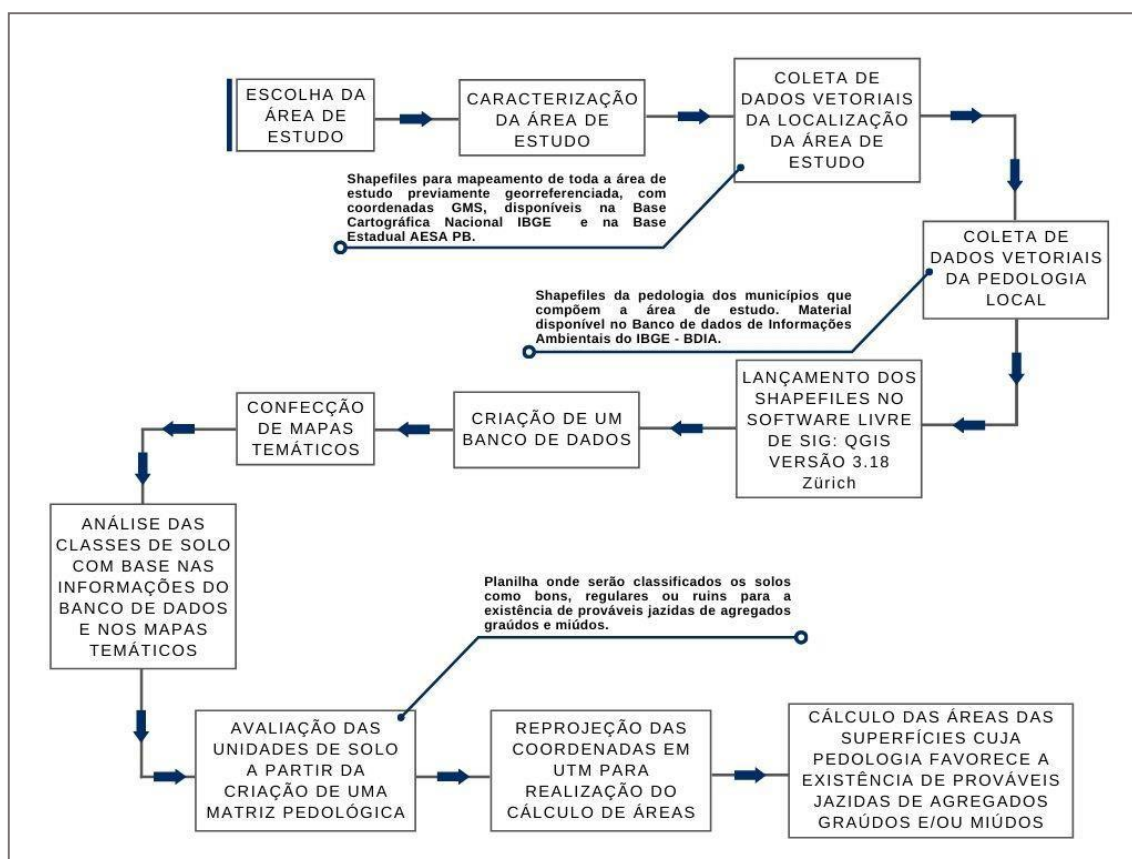


Figura 01: Mapa de Fluxo de Pesquisa (Fonte: Autores, 2021)

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

▪ CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Paraíba, estado brasileiro da região Nordeste, possui vinte e três (23) microrregiões levando em consideração sua realidade socioespacial, entre elas a microrregião de Cajazeiras, localizada na mesorregião Sertão Paraibano, segundo dados do estudo “Região de Influência das Cidades” publicado pelo IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2008), e dados referentes ao quadro vigente de 1989 a 2017. De acordo com o Cidade-Brasil (2020), a microrregião de Cajazeiras compreende quinze (15) municípios: Bernardino Batista, Bom Jesus, Bonito de Santa Fé, Cachoeira dos Índios, Cajazeiras, Carrapateira, Joca Claudino, Monte Horebe, Poço Dantas, Poço de José de Moura, Santa Helena, São João

do Rio do Peixe, São José de Piranhas, Triunfo e Uiraúna. A **Figura 02** apresenta a distribuição dos municípios na Microrregião de Cajazeiras.

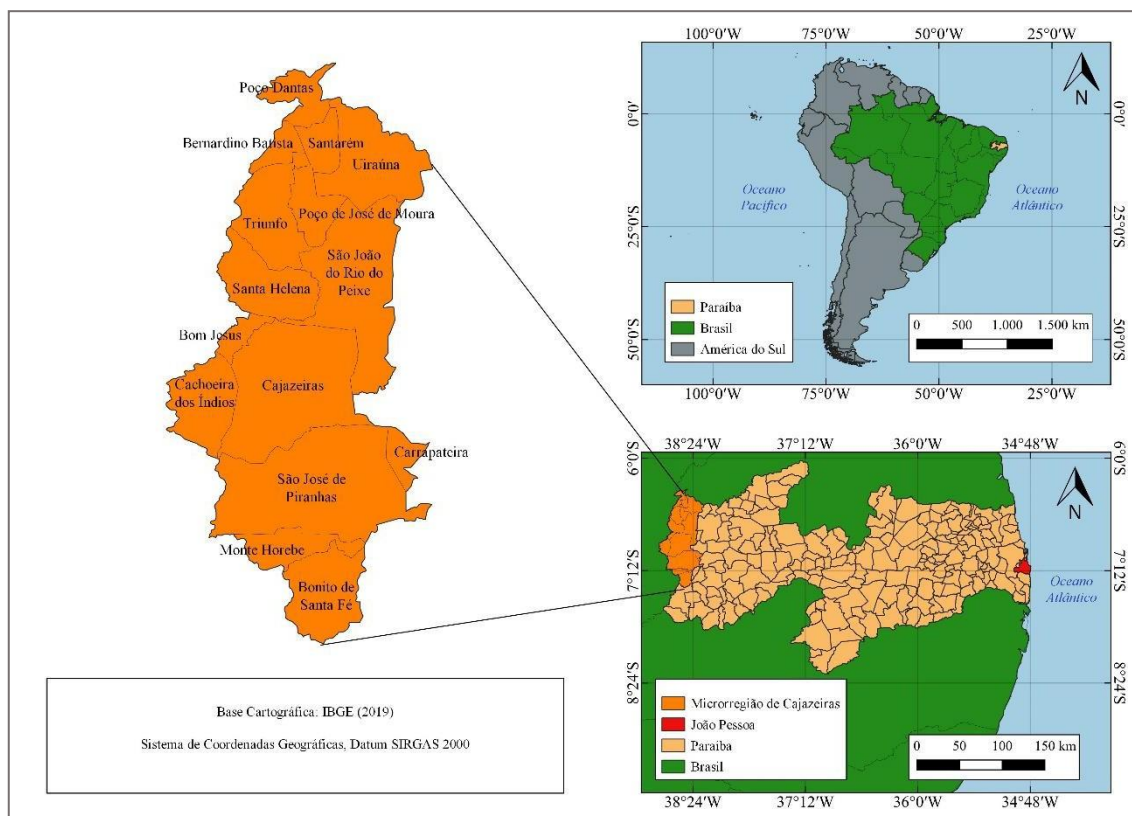


Figura 02: Mapa de Localização da Microrregião de Cajazeiras-PB (Fonte: Autores, 2021) Cercada pelas microrregiões circunvizinhas de Sousa, Piancó, Itaporanga, Serra de São Miguel, Pau dos Ferros e Lavras da Mangabeira. A sua estimativa populacional, realizada pelo IBGE em 2006 é de 161.451 habitantes. A microrregião de Cajazeiras possui uma área total de 3.423,125 Km², (SOUSA, et al.; 2015).

Segundo Sousa, et al. (2015), o agrupamento de estados e municípios em regiões tem os objetivos de atualizar o conhecimento regional do país e possibilitar a formação de uma base territorial para fins de estudo.

Uma das fortes características da região Nordeste é apresentar variações climáticas ao longo do ano. De acordo com Sousa et al (2000, p.332) “em sua maior parte, apresenta o clima tropical com temperaturas altas o ano todo e com duas variedades: tropical úmido e o tropical semiárido”.

De modo geral, para o sertanejo, a mesorregião do Sertão Paraibano, onde está inserida a microrregião de Cajazeiras, é caracterizada pela presença de apenas duas estações: a seca, composta pela estação verão, cujo clímax perdura de setembro a dezembro, e o inverno, que constitui a estação chuvosa (Cidade-Brasil, 2020).

De acordo com o mesmo autor, a microrregião de cajazeiras está inserida na área denominada “Polígono das Secas”, com cerca de 1.108.434,82 Km², que abrange os Estados da Paraíba, Ceará, Piauí, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Rio Grande do Norte, Bahia e Minas Gerais, e que é reconhecida por prolongadas estiagens e, conseqüentemente, pelas repetidas crises de falta de água ou de baixa oferta. O clima semiárido, quente e seco, prevalece. Com temperaturas que variam entre 25°C e acima de 28°C, resulta na baixa umidade do ar, que gira em torno de 50%, e em chuvas irregulares e mal distribuídas, decorrentes de médias precipitações inferiores a 800mm anuais, insolação média de 2.800 h.ano-1 (EMBRAPA, 2007).

■ CLASSIFICAÇÃO TAXONÔMICA

A Microrregião de Cajazeiras possui solos cristalinos praticamente impermeáveis, e solos sedimentares, com boa infiltração e percolação de água, embora sua capacidade de retenção de água seja reduzida também devido ao seu baixo desenvolvimento (OLIVEIRA, 2014).

Segundo Alves, Araújo e Nascimento (2009), esta região apresenta vários tipos de formações rochosas, que variam de acordo com cada município, onde na divisa com o Ceará, predominam as serras, e

na divisa com Sousa-PB há presença de um relevo ondulado com extensões de planícies, cujas predominâncias rochosas são de origem Cenozóica e afloramentos rochosos abruptos.

Neste contexto, a Paraíba possui aproximadamente 89% da sua extensão territorial localizada sobre rochas pré-cambrianas, e “bacias sedimentares fanerozóicas, rochas vulcânicas cretáceas, coberturas plataformas paleógenas/neógenas e formações superficiais quaternárias” (CPRM, 2002).

A formação rochosa desta região se dá devido ao intemperismo mecânico, da degradação e decomposição das rochas cristalinas de embasamento. Em geral, apresenta solos do tipo Argissolo Vermelho (PV), Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA), Neossolo Litólico (RL), Neossolo Quartzarênico (RQ), Planossolo Nátrico (SN), Luvissoilo Crômico (TC) e Vertissolo Háptico (VX) (CPRM, 2008).

Consoante a Guerra (1993), alguns desses solos surgem do acúmulo de detritos e sedimentos de qualquer natureza, arrastados e depositados pelas águas de rios, riachos e córregos. Com o tempo, estes depósitos vão ficando cada vez maiores, onde ocorre o acúmulo de camadas mais profundas e de nutrientes lixiviados nas encostas, como as areias, seixos e argilas. A **Figura 03** mostra a distribuição das classes de solo no território da Microrregião de Cajazeiras.

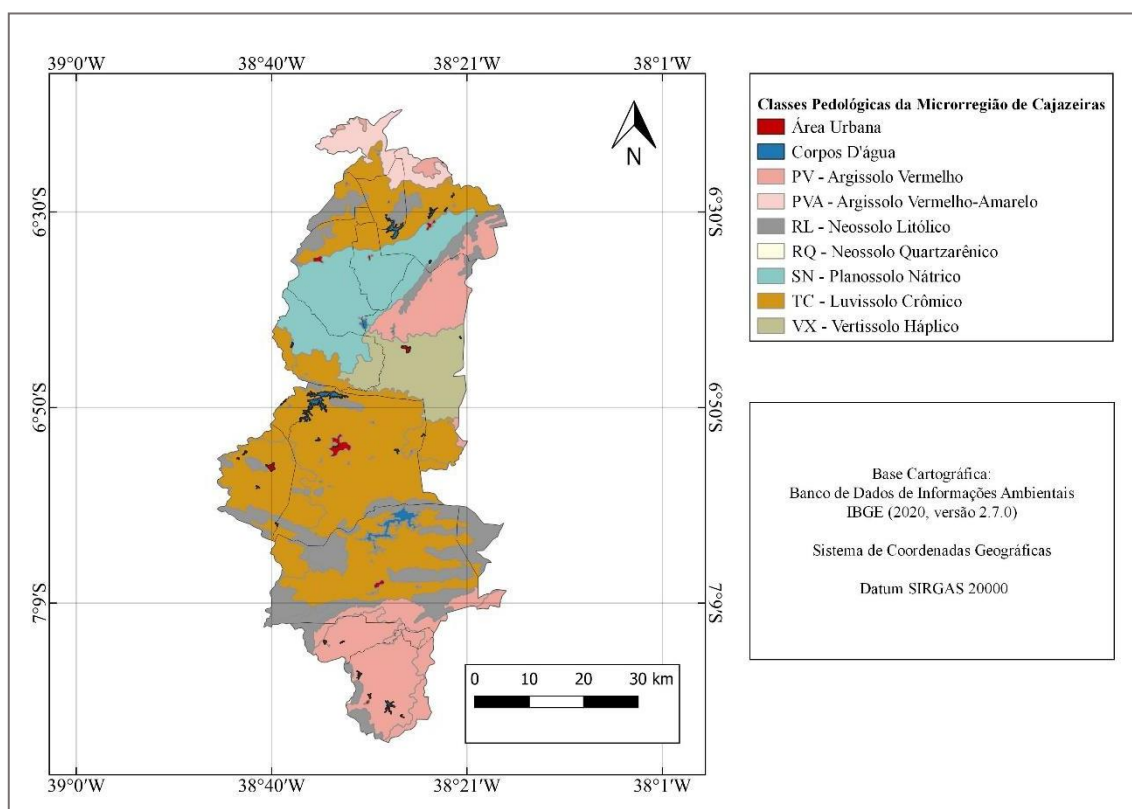


Figura 03: Mapa de Solos da Microrregião de Cajazeiras-PB (Fonte: Autores, 2021)

ANÁLISE DE DADOS

Com base no tratamento das informações acerca da área de estudo, bem como sua localização e pedologia georreferenciadas, desenvolveram-se dois mapas de solos cujas características são favoráveis à existência de prováveis jazidas de agregados graúdos e miúdos. Para hierarquização do grau de ocorrência de possíveis jazidas, elaborou-se uma matriz pedológica, onde foram utilizados três níveis de classificação (bom, regular ou ruim) com intuito de simplificar a sua interpretação, conforme apresentada na **Tabela 01**.

Neste contexto, de forma geral, classificaram-se como ruins para a existência de prováveis jazidas os solos argilosos ou com características predominantemente similares (Argissolos, Vertissolos, Luvissoilos e Planossolos). Para a construção civil, este tipo de material não pode ser utilizado como agregado, considerando seu comportamento instável, sobretudo quando entram em contato com água, o que provoca sua expansão.

Classificaram-se como bons para a ocorrência de agregados miúdos os solos arenosos, e como bons para a ocorrência de agregados graúdos os solos pedregulhosos, terminantemente mais jovens, como por exemplo os neossolos. Nestes materiais, as partículas são consideradas inertes quando em contato com água, o que o torna de grande interesse para a construção civil, como para composição de concretos, argamassas, revestimentos de barragens, camadas de pavimentos, entre outras aplicações.

A classificação regular para a existência de prováveis jazidas de agregados miúdos se aplicou em relação à presença de neossolos, por ser um solo jovem, pedregulhoso, que ao longo do tempo sofre desgaste e torna-se um solo arenoso. Entretanto, uma vez que seu processo da origem e formação do solo é lento, favorece mais a existência de agregados graúdos do que de agregados miúdos. Neste contexto, para essa situação específica, é muito mais provável que haja ocorrência de jazidas de agregados graúdos quando a camada de solo for um neossolo.

Classe Pedológica	Simbologia	Agregado Graúdo	Agregado Miúdo
Argissolo Vermelho	PV	Ruim	Ruim
Argissolo Vermelho-Amarelo	PVA	Ruim	Ruim
Neossolo Litólico	RL	Bom	Regular
Neossolo Quartzarênico	RQ	Ruim	Bom
Planossolo Nátrico	SN	Ruim	Ruim
Luvissoilo Crômico	TC	Ruim	Ruim
Vertissolo Háptico	VX	Ruim	Ruim

Tabela 01: Matriz Pedológica de Ocorrência de Prováveis Jazidas na Microrregião de Cajazeiras-PB (Fonte: Autores, 2021)

Na **Figura 04** é apresentada a distribuição das classes de solo no território da Microrregião de Cajazeiras. A área de estudo é classificada como boa em alguns pontos específicos e ruim nas demais localidades para a existência de prováveis jazidas de agregados graúdos. As principais jazidas encontram-se nos municípios de Bernardino Batista, São João do Rio do Peixe, Uiraúna, Santarém, Bom Jesus, Cajazeiras, Cachoeira dos Índios, Monte Horebe, Bonito de Santa Fé, Carrapateira e São José de Piranhas. Destacam-se os municípios Carrapateira e São José de Piranhas por possuírem fortes características para a existência de jazidas de agregados graúdos.

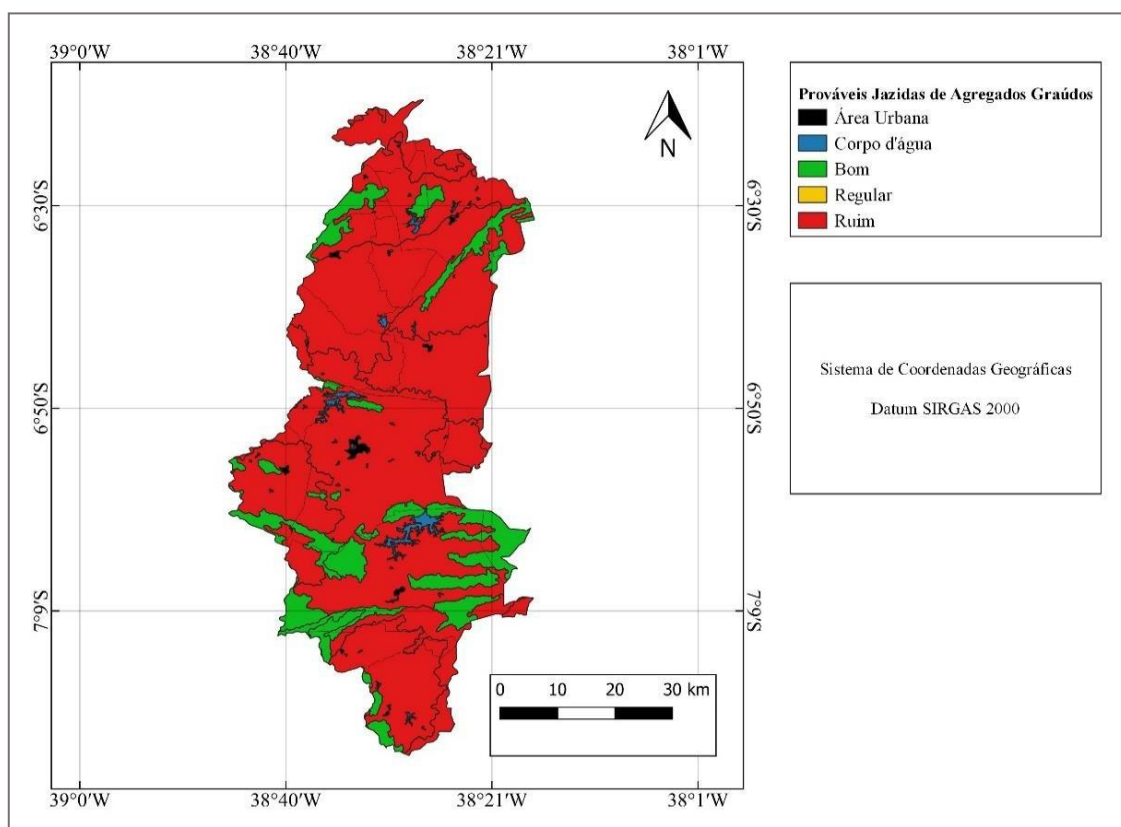


Figura 04: Mapa de possíveis jazidas de Agregados Graúdos (Fonte: Autores, 2021)

Com uma área total de 29.042,21 km² a Microrregião de Cajazeiras foi identificada na carta de possíveis jazidas de agregado graúdo uma área de 15,051% da área total classificada como bom, 84,949% como ruim e 0,000% como regular para tal finalidade (**Tabela 02**).

Agregado Graúdo	Bom	Regular	Ruim
Área (km ²)	505,585	0,000	28.536,625
Ocorrência em relação ao território total (%)	15,051	0,000	84,949

Tabela 02: Mapa de possíveis jazidas de Agregados Graúdos (**Fonte:** Autores, 2021)

A **Figura 05** apresenta a situação da Microrregião de Cajazeiras em relação a ocorrência de solos favoráveis à existência de prováveis jazidas de agregados miúdos. Houve predominância de solos ruins, seguidos de solos regulares e em menor escala solos bons para a existência deste tipo de jazida em todo o território. As principais jazidas encontram-se nos municípios de Bernardino Batista, São João do Rio do Peixe, Uiraúna, Santarém, Bom Jesus, Cajazeiras, cachoeira dos Índios, Monte Horebe, Bonito de Santa Fé, Carrapateira e São José de Piranhas. Destacam-se os municípios Carrapateira e São José de Piranhas, por possuírem características medianas para a existência de jazidas de agregados miúdos e a região sul do município de Bonito de Santa Fé como o único que apresentou uma porção de área boa para a existência de jazidas de agregado graúdos.

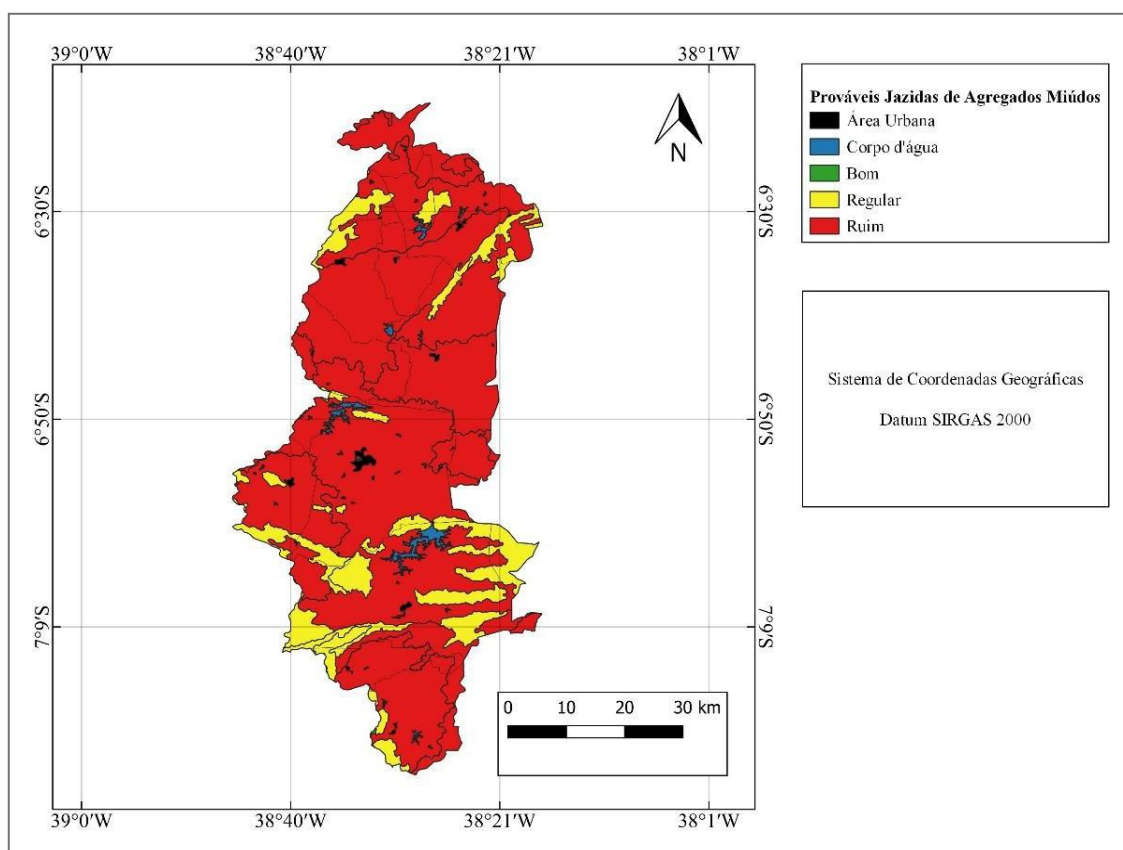


Figura 05: Mapa de possíveis jazidas de Agregados Miúdos (**Fonte:** Autores, 2021)

Identificou-se na carta de possíveis jazidas de agregado miúdo uma área de 0,023% da área total classificada como bom, 84,926% como ruim e 15,051% como regular para tal finalidade (**Tabela 03**).

Agregado Miúdo	Bom	Regular	Ruim
Área (km ²)	0,775	505,585	28.535,850
Ocorrência em relação ao território total (%)	0,023	15,051	84,926

Tabela 03: Mapa de possíveis jazidas de Agregados Miúdos (**Fonte:** Autores, 2021)

IV. CONCLUSÃO

Conclui-se que, a sequência de etapas realizadas no presente estudo mostrou-se suficientes para a elaboração de cartas de prováveis jazidas de agregados graúdos e miúdos, tanto ao uso em atividades de exploração mineral, quanto ao propósito do estudo que é identificar a existência de materiais cujas características sejam mais prováveis de ocorrer a existência de jazidas de agregados para uso em obras de engenharia.

As cartas de ocorrência de prováveis jazidas elaboradas nesta composição científica, por meio de software específico para ambiente SIG, revelam-se como fundamentais subsídios para pré-projetos e estudos preliminares, para os quais sejam necessários o levantamento de áreas com potencial para extração mineral, a microrregião de Cajazeiras.

Desenvolver um estudo preliminar antes da realização de intervenções como a extração mineral, evita a exploração indevida e desenfreada de recursos naturais e a estagnação da economia local pela falta de matéria-prima. Entretanto, embora as cartas de prováveis jazidas elaboradas com base nos aspectos pedológicos do solo sejam de extrema relevância, este parâmetro não atua intrinsecamente. Outros fatores, como a geologia, clima, relevo, uso e ocupação, também desencadeiam diferentes comportamentos no solo, de modo que considerar o papel destas variáveis, é de fundamental importância quando se realiza este tipo de estudo.

Ademais, ressalta-se que as cartas de prováveis jazidas, embora muito relevantes, não substituem em nenhuma hipótese, a necessidade de se realizar tantos outros ensaios de investigação e caracterização que precedem quaisquer atividades de exploração.

REFERÊNCIAS

- [1]. BRANDÃO, R. L. Sistema de Gestão para Informação e Administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza – Projeto Sinfor. Diagnóstico geoambiental e os principais problemas de ocupação do Meio Físico da RMF. CPRM, Fortaleza. 1995a.
- [2]. CÂMARA, G. e C. B. MEDEIROS e M. A. CASA NOVA e A. HEMERLY e G. MAGALHÃES. Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica. Rio de Janeiro. Abr. de 1996. Escola de Computação, SBC. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/anatomia.pdf>>; Acesso em: Out. de 2020.
- [3]. FONSECA JUNIOR, C. A. F. FERREIRA, G. E. Mercado de Agregados no Brasil. XX Jornada de Iniciação Científica - CETEM. 2012.
- [4]. NERVIS, L. O. Estudo de revestimento primário para utilização em estradas vicinais da região de Santana do Livramento-RS. Dissertação (Mestrado em Geotecnia Departamento de Engenharia Civil): Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2010.
- [5]. Novo, E. M. L. M. Sensoriamento Remoto. Curso de Especialização em Geoprocessamento. UFRJ, IGEO, Dep. Geografia, LAGEOP, Rio de Janeiro, 1999, Volume 2, (Meio Digital).
- [6]. OCDE (2008). *Perspectives de l'environnement de l'OCDE à l'horizon 2030*. Organisation de Coopération et de Développement Économiques. Paris, OCDE. Acesso em: <https://ceiba.org.mx/publicaciones/OECD/2012_Perspectives.Env.2050_oecd.pdf>; Acessado em: Fev. de 2021.
- [7]. SANTO, E. B. S. do Espírito e CHAVES, J. Maria. Uso de imagens CBERS na identificação de áreas de extração de areia na Região Metropolitana de Salvador – BA. Florianópolis, Brasil. Abr. de 2007. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.16.12.07/doc/1071-1078.pdf>>; Acesso em: Out. de 2020.

Emanuel Tavares de Moura, et. al. "Mapeamento De Prováveis Jazidas De Agregados Para Materiais De Construção Na Microrregião De Cajazeiras-PB." *IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)*, 12(04), 2022, pp. 19-26.