

XX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica
IX Simpósio Brasileiro de Mecânica das Rochas
IX Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens
VI Conferência Sul Americana de Engenheiros Geotécnicos Jovens
15 a 18 de Setembro de 2020 – Campinas - SP



DETERMINAÇÃO DE PROVÁVEIS JAZIDAS PARA ELEMENTOS DE BARRAGEM NA REGIÃO DO AGRESTE MERIDIONAL DO ESTADO DE PERNAMBUCO

Mário José da Silva Júnior

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife – PE, Brasil, mariojuniorufpe@hotmail.com

Miguel Antônio Pires Kelm

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife – PE, Brasil, miguel.kelm@outlook.com

Antônio Italczy de Oliveira Júnior

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife – PE, Brasil, antonioitalczy@hotmail.com

Alice Jadneiza Guilherme de Albuquerque Almeida

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife – PE, Brasil, aliceguilherme@hotmail.com

RESUMO: Uma das fases importantes no planejamento de obras de engenharia é a procura de ocorrências naturais de materiais de construção, como pedras, areais, cascalhos, argila e saibro. A localização das áreas de empréstimo que fornecem o material é um dos fatores que influenciam para o custo da obra e as barragens é um tipo de obra de grande impacto econômico e socioambiental. O uso de ferramentas de geoprocessamento são instrumentos eficientes no planejamento da identificação de possíveis áreas de empréstimo de materiais para a construção de barragens. O objetivo deste trabalho foi mapear a região do agreste meridional do estado de Pernambuco identificando a partir da pedologia da região possíveis jazidas de extração. Esta avaliação foi realizada com base no levantamento dos solos da região, elaborando uma matriz pedológica dos solos da região com suas características geotécnicas, possibilitando a classificação dos materiais para elementos de barragens em três níveis de aplicação (bom, regular e ruim). Na região predominam os regossolos, planossos e solos litólicos gerando diferentes percentuais da qualidade de jazidas com relação a aplicação na barragem.

PALAVRAS-CHAVE: Pedologia, Geoprocessamento, Obras de terra, Jazidas, Barragens.

ABSTRACT: One of the important phases in the planning of engineering works is the search for natural occurrences of construction materials, such as stones, sand, gravel, clay and gravel. The location of the loan areas that supply the material is one of the factors that influence the cost of the work and the dams are a type of work with a great economic and socio-environmental impact. The use of geoprocessing tools are efficient instruments in planning the identification of possible areas for borrowing materials for the construction of dams. The objective of this work was to map the southern agreste region of the state of Pernambuco, identifying from the pedology of the region possible extraction deposits. This assessment was carried out based on a survey of the region's soils, elaborating a pedological matrix of the region's soils with their geotechnical characteristics, allowing the classification of materials for dam elements in three application levels (good, regular and bad). In the region, regosols, planosols and litolic soils predominate, generating different percentages of the quality of deposits in relation to the application in the dam.

KEYWORDS: Pedology, Geoprocessing, Earthworks, Deposits, Dams.

1 Introdução

De acordo com a Agência Nacional das Águas - ANA (2017), o Brasil tem cerca de 23 mil barragens registradas, identificadas para as mais diversas atividades. Segundo Cirilo (2008), a região do semiárido

XX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica
 IX Simpósio Brasileiro de Mecânica das Rochas
 IX Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens
 VI Conferência Sul Americana de Engenheiros Geotécnicos Jovens
 15 a 18 de Setembro de 2020 – Campinas - SP



nordestino é pobre em volume de escoamento de água dos rios. Este cenário pode ser compreendido em função da variabilidade temporal climática da região, como também, das características geológicas dominantes da região, no qual predomina solos rasos baseados sobre rochas cristalinas e como resultado, baixas trocas de água entre rio e solo adjacente. O agreste meridional de Pernambuco encontra-se na zona de transição do tropical chuvoso ao semiárido, esse por sua vez mais predominante na região, o solo da região é espesso com fertilidade variada (CPRM, 2005).

A construção de barragens é fundamental para o armazenamento de água para o abastecimento humano. No semiárido nordestino por questões climatológicas, principalmente por insuficiência da disponibilidade hídrica de algumas regiões que são afetadas pelas secas, as barragens de grande, médio e pequeno porte são construídas com a finalidade de armazenamento de água para o consumo humano e combate às secas, como também, utilizadas para diversas finalidades e tipologia do desenvolvimento regional através de irrigação agrícola, abastecimento industrial e produção animal (NAVA, 2018).

No Brasil as barragens de terra são comumente utilizadas, podendo ser homogêneas ou zonadas, visto que esta definição é determinada em função do volume e da qualidade e disponibilidade dos materiais naturais (argila, areia e silte) existentes no local, a utilização destas barragens são pertinentes quando na região próximo à área da obra houver a disponibilidade de solo argiloso ou areno-siltoso/argiloso, além da existência de um local adequado para localizar o vertedouro (MEIRELLES, 2019). As barragens são definidas como barreiras artificiais, construídas transversalmente à direção do escoamento de um curso d'água, formando um reservatório artificial.

As barragens homogêneas são construídas com apenas um tipo de material geralmente solo argiloso, com a permeabilidade reduzida depois da compactação do solo, para permitir níveis aceitáveis de percolação (SILVA E OLIVEIRA, 2019). De acordo com Stephens (2011) se a percolação for excessiva, poderá resultar em instabilidade e eventualmente a falha de toda ou parte da face à jusante.

As barragens zonadas são constituídas de diferentes tipos de solo em função da disponibilidade dos materiais, onde os materiais mais permeáveis são lançados nas partes externas da seção transversal da barragem, priorizando os materiais impermeáveis característica dos solos mais argilosos na parte central, núcleo da barragem, e os materiais semi-impermeável para a secção a montante (MEIRELLES, 2019). Barragens zonadas constituem perigo de infiltração menor comparada com as barragens de aterro homogêneo.

Estas informações são imprescindíveis para a escolha do tipo de barragem, uma vez que a localização das jazidas ou áreas de empréstimo que fornecem os materiais em áreas próximas do empreendimento, sendo um dos fatores que influenciam para o custo da obra e, as barragens de terra no contexto geral são obras da engenharia geotécnica de fácil execução, apesar do grande impacto econômico e socioambiental, são obras que no geral os custos são reduzidos. De acordo Barbosa (2014) com a escolha do tipo de barragem de terra é limitada pelas características do local a ser construída, devido à qualidade e a quantidade de material escavado na construção, como também, disponibilidade de jazidas em áreas próximas ao empreendimento podendo diminuir os custos do empreendimento. Para Stephens (2011) os custos aumentam quando utilizam diversos materiais que compõem a estrutura física da barragem, na maioria dos casos os materiais vêm de áreas de empréstimo diferente, aumentando os custos do empreendimento com escavação e transporte.

As barragens de terra geralmente são pequenos e médios reservatórios utilizados para o acúmulo de água, geralmente são economicamente viáveis por não utilizar grandes áreas para sua construção, como também exerce um impacto menor sobre o meio ambiente, geralmente são utilizadas para o abastecimento de áreas urbanas, formada por núcleos populacionais menores, bem como em propriedades rurais, onde são destinadas as atividades de irrigação de cultivos e abastecimento de propriedades rurais (ABREU, 2015).

A princípio, antes de se realizar qualquer tipo de levantamento topográfico para a seleção da área de construção ou empréstimo de materiais para as barragens, devem-se realizar investigações e ensaios geológico-geotécnicos, com o intuito de conhecer as condições das fundações e sua interação com o material que será utilizado para a construção. As características físicas do solo são determinantes para a seleção da área, uma vez que cada região impõe características geotécnicas e geológicas onde às propriedades do local de extração do material utilizado estejam adequadas para utilização nas obras, em momentos e situações diferentes. Com isso, se faz necessário à realização de uma seleção preliminar, criteriosa, dos locais propícios para a seleção de jazida de empréstimo (MEIRELLES, 2019).

Com o surgimento de novas tecnologias e ferramentas computacionais do Sistema de Informação Geográfica (SIG), os softwares de geoprocessamento são extremamente importantes e amplamente utilizados como técnicas na detecção de mudanças no uso da terra (PALMEIRA, 2005). O geoprocessamento permite análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes criando bancos de dados georeferenciado, quando utilizando simultaneamente aperfeiçoa o processo de identificação de prováveis áreas para jazidas de empréstimo, as ferramentas computacionais de geoprocessamento associadas às informações, pedológicas, geológico-geotécnicas do solo de uma região, possibilita a produção de documentos cartográficos, através de um banco de dados georeferenciado (CÂMARA, DAVIS e MONTEIRO, 2001). Portanto, esta ferramenta pode auxiliar na criação de dados de uma determinada região, indicando a localização da melhor área para instalação da barragem, como também, da área de empréstimo dos materiais para a construção.

Com a finalidade de identificar novas áreas de extração para obras de barragens, este trabalho teve como principal objetivo mapear prováveis jazidas de material de empréstimo na região do agreste meridional do estado de Pernambuco, a partir do geoprocessamento das características físicas de cada classe pedológica do solo presente na região e suas possíveis aplicações e restrições na geotecnia.

2 Metodologia

A região denominada por Agreste Meridional de Pernambuco está localizada na Mesorregião do Agreste e do Sertão Pernambucano, envolve as Microrregiões do Vale do Ipanema, Vale do Ipojuca, Garanhuns e Sertão do Moxotó. Atualmente a região é composta por vinte e seis municípios. A figura 1 identifica a localização da região do estudo.

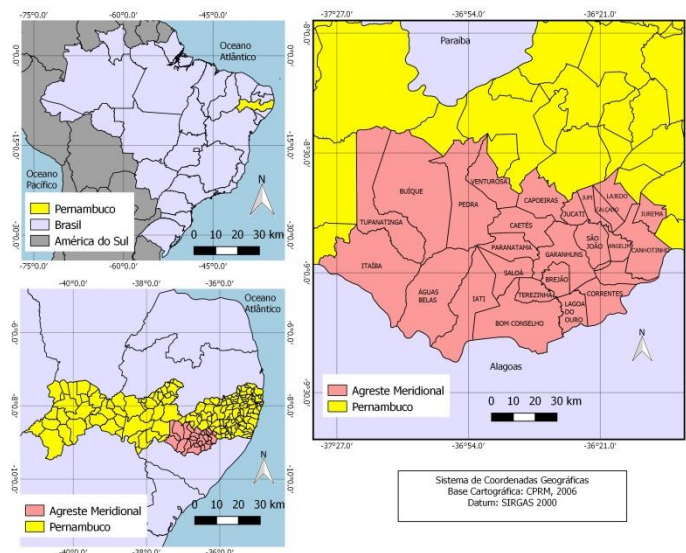


Figura 1. Localização da região do Agreste Meridional de Pernambuco.

A avaliação das prováveis jazidas de empréstimos de material para barragem, foi feita com base no levantamento de reconhecimento dos solos da região (escala 1:100.000), elaborado e executado pela Embrapa. Com base nesse levantamento foi confeccionada uma matriz pedológica relacionando os solos abordados em termo de pedologia com suas respectivas características geotécnicas. O cruzamento das informações das classes pedológicas com o mapa pedológico da região do Agreste Meridional de Pernambuco e sua associação com características geotécnicas para construção dos elementos de uma barragem (Tabela 1) possibilitou classificar as prováveis jazidas de empréstimos em três níveis de aplicação (bom, regular e ruim), resultando em cartas de materiais para elementos de barragem.

XX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia
Geotécnica
IX Simpósio Brasileiro de Mecânica das Rochas
IX Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens
VI Conferência Sul Americana de Engenheiros Geotécnicos Jovens
15 a 18 de Setembro de 2020 – Campinas - SP



Tabela 1. Classe da ocorrência de solo do Agreste Meridional de Pernambuco, para elementos de uma barragem.

Classe de Solo	Símbolo	Tapete Impermeável	Cut-off	Rip-Rap	Núcleo	Filtro	Poço de Alívio	Dreno	Corpo	
									Jusante	Montante
Argissolo Amarelo	PA	Regular	Regular	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Bom	Bom
Latossolo Amarelo	LA	Regular	Bom	Ruim	Bom	Ruim	Ruim	Ruim	Bom	Bom
Argilossolo Vermelho Amarelo	PV A	Regular	Regular	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Bom	Bom
Neossolo Flúvico	RY	Ruim	Ruim	Regular	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Neossolo Regolítico	RR	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Bom	Bom	Bom	Ruim	Ruim
Neossolo Quartzarênico	RQ	Ruim	Ruim	Regular	Ruim	Bom	Bom	Bom	Ruim	Ruim
Neossolo Litólico	RL	Ruim	Ruim	Bom	Ruim	Regular	Regular	Regular	Ruim	Ruim
Planossolo Háplico	SX	Regular	Bom	Ruim	Regular	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Planossolo Nátrico	SN	Regular	Bom	Ruim	Regular	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Luvisso Crômico	TC	Regular	Bom	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Geissolo Háplico	GX	Bom	Bom	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim

3 Resultados

Na região predominam os regossolos (neossolos regolítico), planossos (Planossolos Háplicos e Planossolos Nátricos) e solos litólicos (neossolos litólicos), conforme apresentado na Figura 2. O relevo suave ondulado e montanhoso e os materiais do subsolo pedregoso e rochoso da região favorecem a formação desses solos.

Com uma área total de 10.643,07 km² o agreste meridional foi identificado na carta de possíveis jazidas para filtro, dreno e poço de alívio de barragem uma área de 57,84% da área total classificada como ruim, 28,84% como bom e 13,33% como regular para tais aplicações (Figura 3).

XX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica
 IX Simpósio Brasileiro de Mecânica das Rochas
 IX Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens
 VI Conferência Sul Americana de Engenheiros Geotécnicos Jovens
 15 a 18 de Setembro de 2020 – Campinas - SP

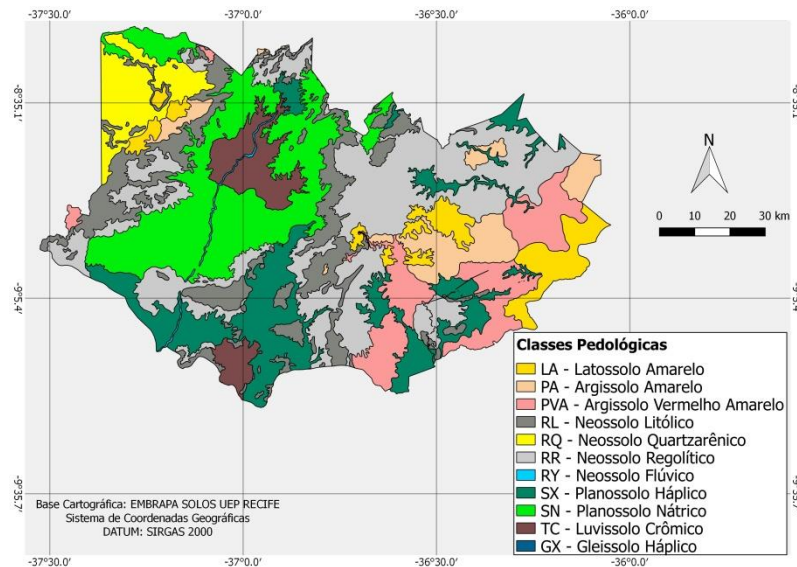


Figura 2. Mapa Pedológico do Agreste Meridional de Pernambuco.

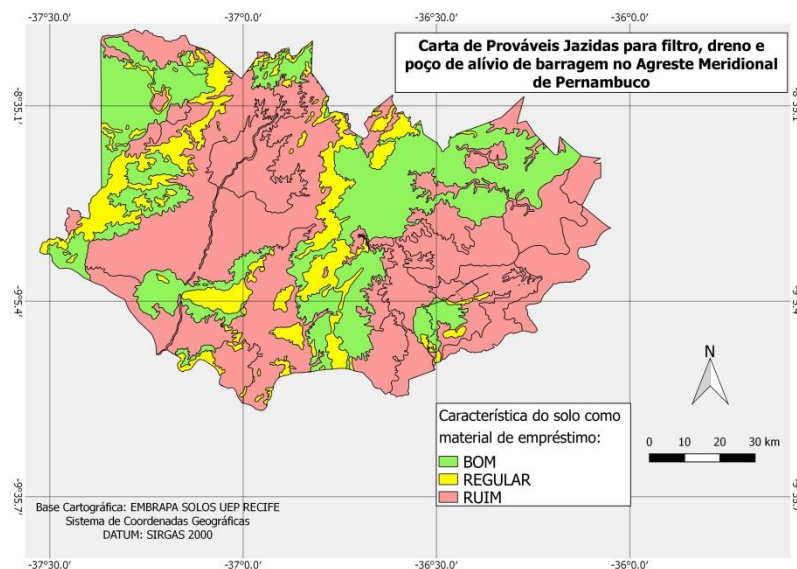


Figura 3. Carta de Jazidas para Filtro, Dreno e Poço de Alívio do Agreste Meridional de Pernambuco.

Na carta da qualidade de prováveis jazidas para corpo da barragem à montante e jusante foi observado que 79,45% da área total da região foi classificada como ruim para estas aplicações e os 20,55% restantes foram classificados como bom (Figura 4). Já na carta de prováveis jazidas para rip rap estes valores foram de 4,95% como regular, 13,33% como bom e 62,27% como ruim para tal finalidade (Figura 5).

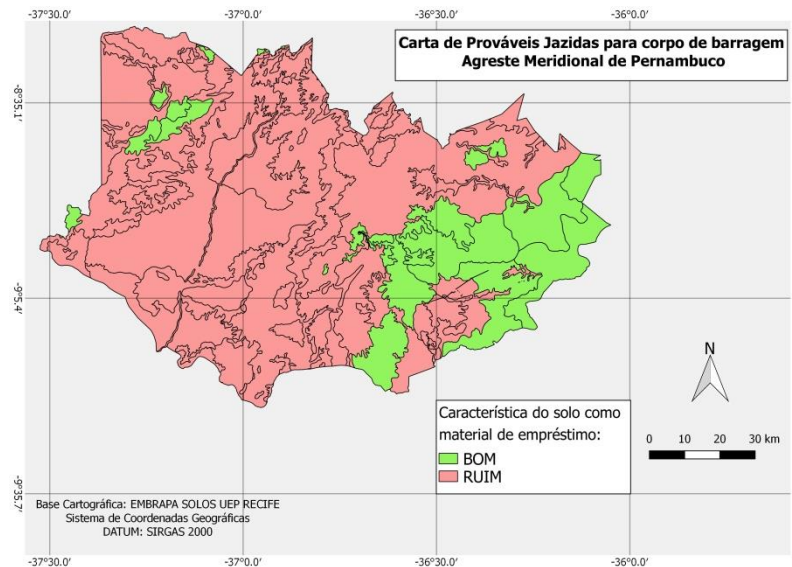


Figura 4. Carta de Jazidas para Corpo de Barragem do Agreste Meridional de Pernambuco

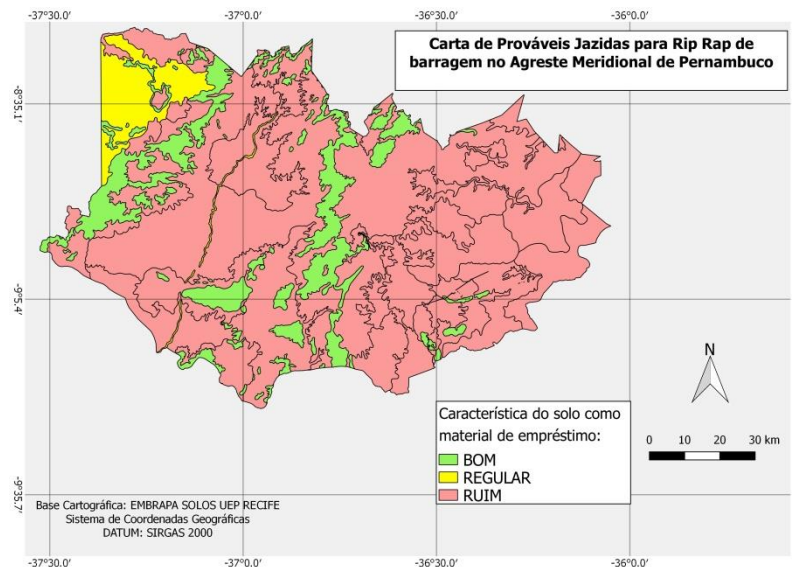


Figura 5. Carta de Jazidas para RIP-RAP do Agreste Meridional de Pernambuco.

Na carta da qualidade de prováveis jazidas para tapete impermeável foi observado que 57,54% da área total da região foi classificada como regular para estas aplicações e os 42,46% restantes foram classificados como ruim, não sendo verificado nenhuma percentual de áreas classificadas como bom (Figura 6). Já na carta de prováveis jazidas para cut-off estes valores foram de 14,73% como regular, 42,46% como ruim e 42,81% como bom para tal finalidade (Figura 7). Na carta da qualidade de prováveis jazidas para núcleo da barragem foi observado que 62,27% da área total da região foi classificada como ruim para esta aplicação, 31,91% como regular e os 5,82% restantes foram classificados como bom, conforme observado na Figura 8.

XX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica
 IX Simpósio Brasileiro de Mecânica das Rochas
 IX Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens
 VI Conferência Sul Americana de Engenheiros Geotécnicos Jovens
 15 a 18 de Setembro de 2020 – Campinas - SP

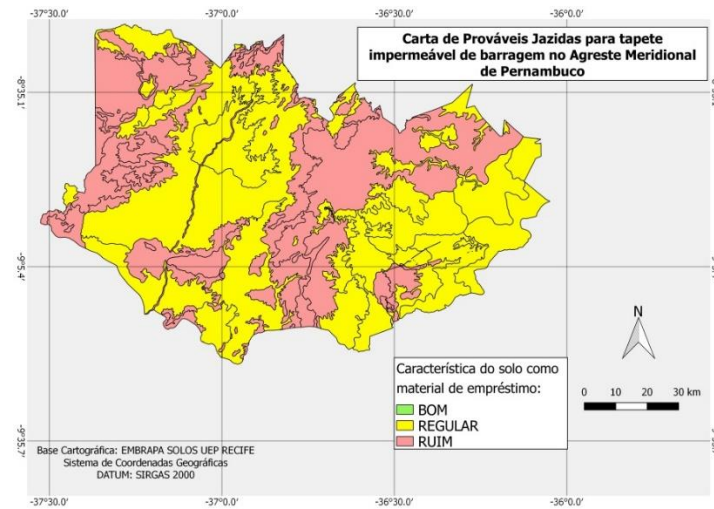


Figura 6. Carta de Jazidas para Tapete Impermeável do Agreste Meridional de Pernambuco.

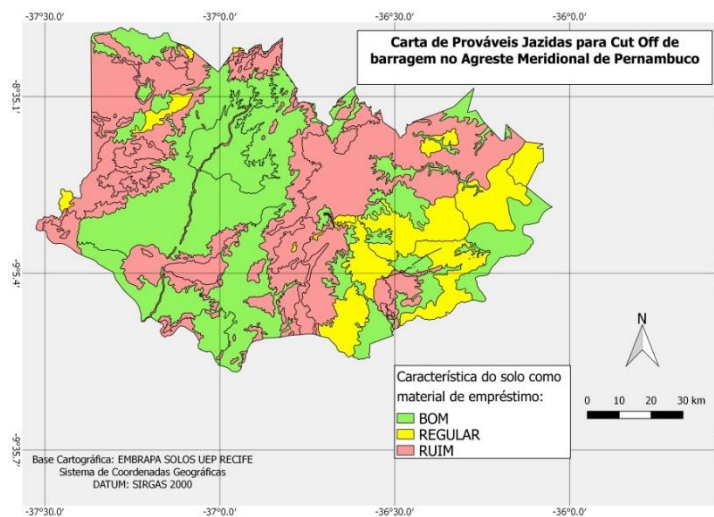


Figura 7. Carta de Jazidas para CUT-OFF do Agreste Meridional de Pernambuco.

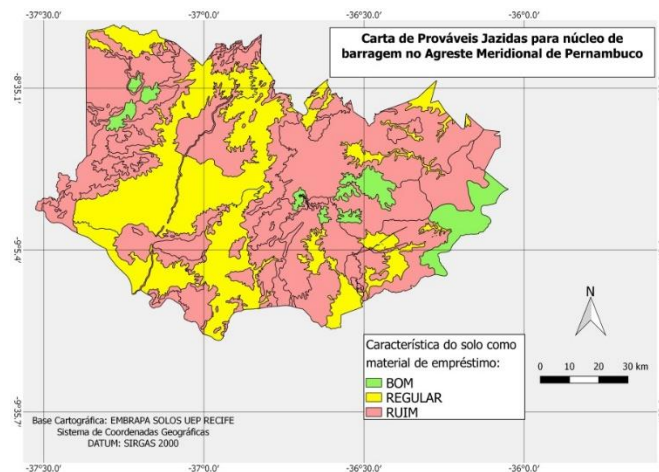


Figura 8. Carta de Jazidas para Núcleo do Agreste Meridional de Pernambuco.

XX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica
 IX Simpósio Brasileiro de Mecânica das Rochas
 IX Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens
 VI Conferência Sul Americana de Engenheiros Geotécnicos Jovens
 15 a 18 de Setembro de 2020 – Campinas - SP



4 Conclusão

Foi possível desenvolver cartas para qualificar possíveis jazidas de solo para construção de barragens no Agreste Meridional de Pernambuco. As cartas desenvolvidas no presente trabalho servem como subsídio na tomada de decisões em projetos de barragem de terras na região, uma vez que as mesmas orientam os pontos onde deve ser realizado uma caracterização mais eficiente da área de implantação, e como consequência reduz tempo e custos da obra. Vale salientar que a avaliação dos mapeamento das possíveis jazidas, através da análise da carta interpretativa de zoneamento, não poderá dispensar a investigação adequada em campo e laboratório.

Outro aspectos importante que vale ser ressaltado é que as cartas foram elaboradas levando em consideração apenas a pedologia dos solos da região. Para uma maior precisão da qualidade das possíveis jazidas devem ser levado em consideração também outros fatores tais como a geologia, clima, uso e ocupação do solo, dentre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, R. R. (2015). *Dimensionamento e acompanhamento executivo de uma barragem de terra para irrigação-um estudo de caso*. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal do Pampa / UNIPAMPA, 83 p.
- Agência Nacional de Águas – ANA (2017). *Relatório de segurança de barragens*. Brasília, DF.
- Barbosa, R. D. A. (2014) *Diagnóstico e execução de ações corretivas visando à recuperação da Barragem Poleiros, em Barra de Santa Rosa, PB*. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental), Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba / UEPB, 72 p.
- Câmara, G., Davis, C., & Monteiro, A. M. V. (2001). *Introdução à ciência da geoinformação*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE – 10506-RPQ/249, 345 p.
- Cirilo, J. A. (2008) Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. *Estudos avançados*, v. 22, n. 63, p. 61-82.
- Meirelles, F. S. C. (2019) Módulo I – Barragens: Aspectos legais, técnicos e sócio ambientais: Unidade 9: Barragens de terra e enrocamento. Rio Grande do Sul: ICBA – Centro de Línguas, 86 p.
- Nava, F. R (2018) *Pequenas Barragens: Uma oportunidade de desenvolvimento científico, técnico e regulamentador*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Barragem e Gestão Ambiental, Universidade Federal do Pará / UFPA, 189 p.
- Palmeira, A. F. (2004) *Técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicadas à gestão do território do município de Paragominas (Estado do Pará)*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE, 270 p.
- Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2005). *Mapa de geodiversidade estaduais*. Brasília, DF.
- Silva, B. C. e., & Oliveira, R. L. (2019) Uso e aplicação dos sistemas construtivos visando a segurança de barragens. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil), Faculdade Evangélica de Jaraguá / Facer, 33 p.
- Stephens, T. (2011). *Manual sobre pequenas barragens de terra. Guia para a localização, projecto e construção*. Publicação da FAO sobre rega e drenagem, 64. ISSN 0254-5284, Rome, Italy, 122 p.