

Mapeamento Geomorfológico voltado para a elaboração da Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização no município de Castelo/ES

Simoes, P.M.L. (SGB/CPRM)

RESUMO

A gestão adequada e eficiente do território para organizar a ocupação humana é importante para evitar ou minimizar os efeitos dos desastres naturais. Para tanto, a carta geotécnica de aptidão à urbanização, elaborada pelo SGB-CPRM, é um dos principais instrumentos para alcançar este objetivo, uma vez que, apresenta as restrições e o grau de aptidão do espaço para ser urbanizado. Para obter um bom mapeamento é preciso detalhar as características do meio físico. Assim, o mapeamento geomorfológico atua na classificação do relevo, considerando as características morfométricas e de gênese. Para essa carta geotécnica, a informação do relevo se tornou um dos alicerces para a produção da aptidão urbana. Foi efetuado um detalhamento dos limites do relevo como: planícies, rampa de alúvio-colúvio, rampas de colúvio/tálus e escarpas. Tais detalhamentos geram unidades geotécnicas específicas e ainda auxiliam na definição da aptidão à urbanização das áreas de expansão da cidade de Castelo.

PALAVRAS CHAVES

mapeamento; geomorfologia; urbanização; geotecnia; relevo

ABSTRACT

Proper and efficient management of the territory to organize human occupation is important to avoid or minimize the effects of natural disasters. To this end, the geotechnical map of suitability for urbanization, prepared by the SGB-CPRM, is one of the main instruments to achieve this objective, since it presents the restrictions and the degree of suitability of the space to be urbanized. To obtain a good mapping it is necessary to detail the characteristics of the physical environment. Thus, the geomorphological mapping acts in the relief classification, considering the morphometric and genesis characteristics. For this geotechnical map, relief information became one of the foundations for the production of urban suitability. A detailing of the relief limits was carried out, such as: plains, alluvium-colluvium ramp, colluvium/talus ramps and escarpments. Such details generate specific geotechnical units and also help in defining the suitability for urbanization of Castelo town.

INTRODUÇÃO

O mapeamento geomorfológico pode se basear em dados morfológicos e morfométricos para organizar e classificar a paisagem de acordo com suas características morfológicas, e a variabilidade do modelado da superfície terrestre. A dinâmica e processos que modelam essa paisagem é caracterizada pela atuação dos agentes exógenos sobre os materiais que compõem a superfície terrestre (BARROS e VALADÃO, 2018). É essa interação dinâmica ou equilíbrio dinâmico (HACK, 1960) entre esses elementos que resulta nas diversas formas de relevo. Sendo assim, o mapeamento geomorfológico se baseia na classificação de formas, resultantes de uma dinâmica entre agentes exógenos e os materiais que compõem a superfície terrestre. Tal interação se mostra presente em outros diversos processos e áreas de estudo que envolvem a Geociência. Por este motivo, o mapeamento geomorfológico se caracteriza como uma etapa essencial para a análise e entendimento dos agentes e processos que formam a Geodiversidade, assim como para a elaboração de mapeamentos voltados para as demais áreas das geociências, sobretudo nos mapeamentos que tem como objetivo a organização e gestão do território, como no caso das cartas geotécnicas de aptidão à urbanização. A carta geotécnica é um importante instrumento voltada para a orientação do planejamento do uso e ocupação das áreas de expansão de um município (BITAR et al., 2014; SOUZA e SOBREIRA, 2014;), caracterizando-se como um instrumento teórico-metodológico que utiliza o conhecimento geológico para solucionar problemas de ocupação do espaço geográfico (PRANDINI et al., 1995). A elaboração dessas cartas está contida na Lei 12.340 (BRASIL, 2010), que

estabelece ações para prevenção em áreas de risco de desastres de resposta e de recuperação em áreas atingidas por desastres. Conforme é descrito na metodologia da Carta geotécnica de aptidão à urbanização (ANTONELLI et al., 2021) o mapeamento não ocorre em toda a área do município. Este trabalho de detalhamento geotécnico e aptidão à urbanização se restringe a apenas alguma ou algumas áreas de interesse, os vetores de expansão urbana do município. Essas são áreas, na maioria das vezes, indicadas pelos gestores municipais, como as mais propícias e de maior interesse de crescimento da malha urbana do município. Dessa forma, o mapeamento de detalhe na escala de 1:10.000 do relevo é elaborado apenas nessa área de expansão. O município de Castelo/ES apresenta uma área aproximadamente de 668 Km², sendo que a área definida como de expansão urbana apresenta 144,5 Km² (figuras 01A). Este trabalho apresenta o mapeamento geomorfológico da área de expansão do município de Castelo/ES, e sua importância como instrumento auxiliar na produção da carta geotécnica de aptidão à urbanização (OLIVEIRA FLILHO et al., 2022).

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia de elaboração das cartas geotécnicas de aptidão à urbanização está descrita no guia de procedimento técnico (ANTONELLI et al., 2021). O mapeamento geomorfológico, foco de discussão nesse trabalho, é uma das etapas metodológicas para construir as cartas de aptidão urbana. O mapa geomorfológico foi construído por meio da análise das características das principais formas de relevo da área de expansão do município de Castelo. Tal análise dos atributos do modelado baseou-se no mapeamento de padrões de relevo na escala de 1: 10.000, que segue a classificação da Biblioteca de padrões de relevo da Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) (DANTAS, 2016). Essa classificação categoriza as formas de relevo, em linhas gerais, de acordo com seus aspectos de amplitude de relevo (altura), declividade das vertentes e morfologia de vertentes e de topos, contudo os tipos de materiais que compõem o relevo sempre são considerados, e conseqüentemente, a gênese. Este município já apresentava um mapeamento de padrões de relevo do projeto Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações (FERRASSOLI et al., 2018) na escala de semidetalhe de 1:25.000. No intuito de mapear em detalhe a área de expansão na escala de 1:10.000, as informações desse mapeamento anterior constituíram numa base essencial para a identificação e classificação mais pormenorizada das formas de relevo. Para a elaboração do mapa de padrões de relevo da área de expansão urbana do município de Castelo/ES foi produzido um pré-mapa interpretado por meio de produtos derivados do MDE (modelo digital de elevação). O DEM utilizado no estudo é o COP-30 do programa Copernicus DEM que é um modelo digital de superfície com dados amostrados para uma resolução espacial de 30 metros (CREMON et al., 2022). Com esse MDS foram produzidos os seguintes mapas: declividade (intervalos: 0°-3°, 3°-5°, 5°-10°, 10°-30°, 30°-45° e acima de 45°); hipsometria, com sete intervalos de classes; curvas de nível, com equidistância de 5 e 20 metros; relevo sombreado, com iluminação artificial azimute de 315° e inclinação de 45°. Além desses produtos, para a interpretação dos padrões de relevo fez-se uso da imagem de satélite disponibilizada no Arcgis 10.7 com fonte: Esri, DigitalGlobe, GCoE, Earthstar GEographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community. Com esses produtos gerados o modelado superficial foi interpretado e classificado de acordo com a Biblioteca de padrões de relevo do Serviço Geológico do Brasil (DANTAS, 2016), em um mapa pré-campo. Na etapa de campo esse mapa foi verificado e aperfeiçoado de acordo com as informações coletadas, resultando no mapa geomorfológico final da área de expansão do município de Castelo.

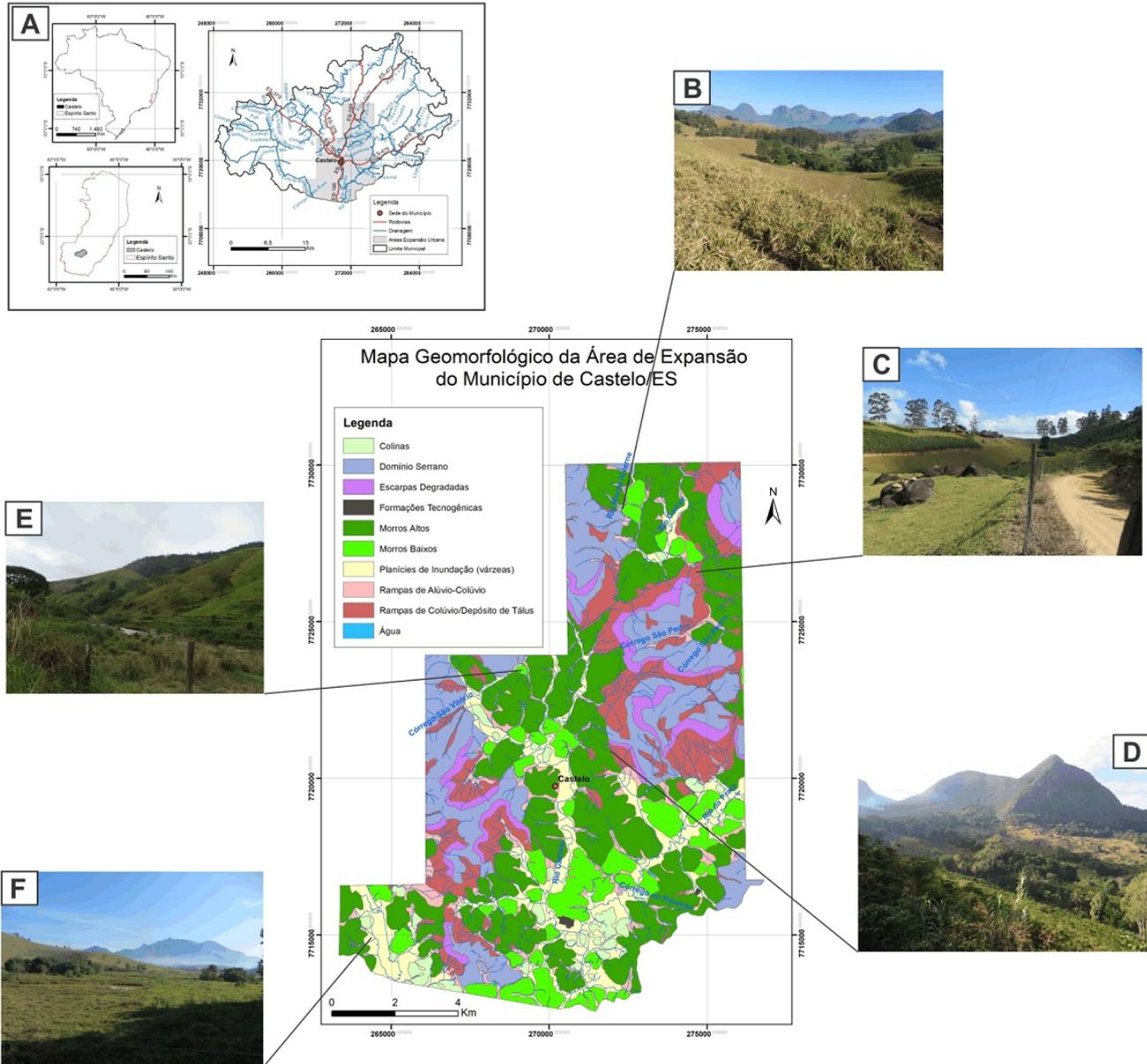
RESULTADOS E DISCUSSÃO

O relevo da área de expansão do município de Castelo é marcado pelas características de uma paisagem serrana, constituída, em maior extensão, por relevo acidentado de morros altos e baixos, escarpas e serras (Figura 1). O domínio serrano está distribuído, basicamente, em duas faixas: uma mais a nordeste da área, e a outra no extremo sudoeste. Esse padrão de relevo é caracterizado por topos aguçados ou cristas, vales profundos, vertentes com alta declividade, normalmente acima de 20°, com ocorrência de paredões rochosos subverticais e depósitos de colúvio e tálus nas baixas vertentes. Na figura 01B observa-se ao fundo uma paisagem típica do domínio serrano. Com ocorrência associada aos domínios serranos destacam-se as escarpas degradadas, às quais recebem esta denominação, por apresentar uma amplitude de relevo menos elevada, assim como a

declividade, por possivelmente já ter passado por processo de dissecação. As escarpas se situam ao longo de algumas bordas das serras, e se configuram como paredões rochosos subverticais que, por vezes, marcam a ruptura das serras com os depósitos de tálus. Na figura 01D é possível visualizar uma dessas escarpas, que delinea uma ruptura abrupta de altitude. Outro tipo de relevo que ocorrer próximo aos dois descritos anteriormente são as rampas de colúvio/depósitos de tálus. Essas são muito comuns na área de estudo se caracterizam por ter grandes extensões e com a presença de vários blocos com dimensões variadas, como pode ser visualizado na figura 01C. Deve se destacar a presença recorrente das rampas de alúvio/colúvio que se configuram como um depósito de transição, que recebe contribuição coluvial das encostas na parte à montante, e mais à jusante, acumulam sedimentos de origem aluvionar provenientes dos cursos fluviais. Tais formas de relevo se distribuem ao longo da área de expansão, sendo mais comuns nos domínios serranos e nos morros altos (Figura 01). Os morros altos e baixos localizam-se nas porções centrais, a nordeste e sul da área de estudo. Esse relevo é marcado por vertentes longas e com declividade variada. No caso dos morros altos são encostas mais declivosas que variam entre 10° e 35° (Figura 02B). Já os morros baixos apresentam declividades mais suavizadas, que não ultrapassam 20°, caracterizando uma paisagem de vertentes onduladas e topos arredondados, como observado na figura 01E. Ocorrendo de forma mais pontual, são mapeadas as colinas, que se caracterizam por formas mais amplas e convexas, apresentando declividades bem suaves, abaixo de 10°. Esse relevo ocorre na parte sul da área de expansão, mais próximas dos cursos d'água. Por fim a paisagem geomorfológica é composta, também, pelas planícies de inundação. Essas são formas de agradação dos processos fluviais, as quais ocorrem ao longo de toda a área, contudo de forma mais concentrada e em tamanho de maior extensão na porção sul e sudoeste. Esses locais são mais dissecados e apresentam formas mais suaves como colinas e as próprias planícies de inundação (Figura 01F). A figura 02A demonstra como a parte norte da área é onde se concentram as maiores altitudes, entre 600 e 1000 metros, sendo esta, uma das áreas de ocorrência do domínio serrano. Esses mesmos setores apresentam as maiores declividades acima de 25° (Figura 02B). Nas porções central e sul, o relevo é mais suavizado, com amplitude menores, abaixo de 280 metros, e declividades menores, abaixo de 20°. A paisagem geomorfológica nessa área, apresenta uma gradativa redução das amplitudes de relevo no sentido NE - SW, sendo possível observar que as formas de relevo de maior amplitude como: domínio serrano e morros altos e baixos, estão concentradas no NE. Já o relevo mais baixo e dissecado, como as planícies de inundação mais amplas e caracterizado por formas mais suavizadas como as colinas estão na porção central e SW. No perfil topográfico representado pela figura 02C, observa-se tal configuração morfológica. Nesse perfil, na parte NNE, observa-se morros altos e serras e gradativamente a topografia fica mais suave, com predomínio de morros baixos e colinas, além da planície do rio Castelo. O mapa geomorfológico é uma das principais bases para elaboração das unidades geotécnicas, juntamente com o mapa geológico. As informações do mapa geomorfológico são produzidas em escala de detalhe, assim como é necessário para a produção das unidades geotécnicas e conseqüentemente para a carta de aptidão à urbanização. Sendo assim, o mapeamento de maior detalhe do relevo é um grande suporte para elaboração dessas duas outras cartas. Deve-se destacar que os padrões de relevo das planícies de inundações, rampas de alúvio-colúvio e rampa de alúvio/tálus são as principais a serem utilizadas para a montagem da carta de unidades geotécnicas (Figura 03A). Tais, padrões de relevo são mapeados em escala de detalhe por produtos gerados pelo MDE e por uma imagem de satélite de qualidade, como citado na metodologia proposta por Antonelli et al., 2021. E ainda, tais formas de relevo são equivalentes às seguintes unidades geotécnicas: alúvio- colúvio; depósitos aluvionares arenosos e areno-argilosos, tálus com colúvio subordinado e substrato de gnaisses e/ou migmatitos e tálus com colúvio subordinados e substrato de granitos granitoides. Sendo esses dois últimos referentes às rampas de colúvio/tálus, com suas especificações litológicas. E as duas primeiras unidades geotécnicas são referentes respectivamente às rampas de alúvio-colúvio e às planícies de inundação. As características do relevo da área de expansão urbana também se reproduzem na carta de aptidão à urbanização. As áreas de baixa aptidão se configuram como os relevos de domínio serrano, escarpas degradadas e morros altos (Figuras 01 e 03B). Esses tipos de morfologias apresentam vertentes declivosas, normalmente acima de 25°, até paredões rochosos subverticais, o que aumenta as restrições à ocupação urbana. Já as áreas de alta aptidão se concentram na porção sul da área de estudo, as quais correspondem às porções mais dissecadas

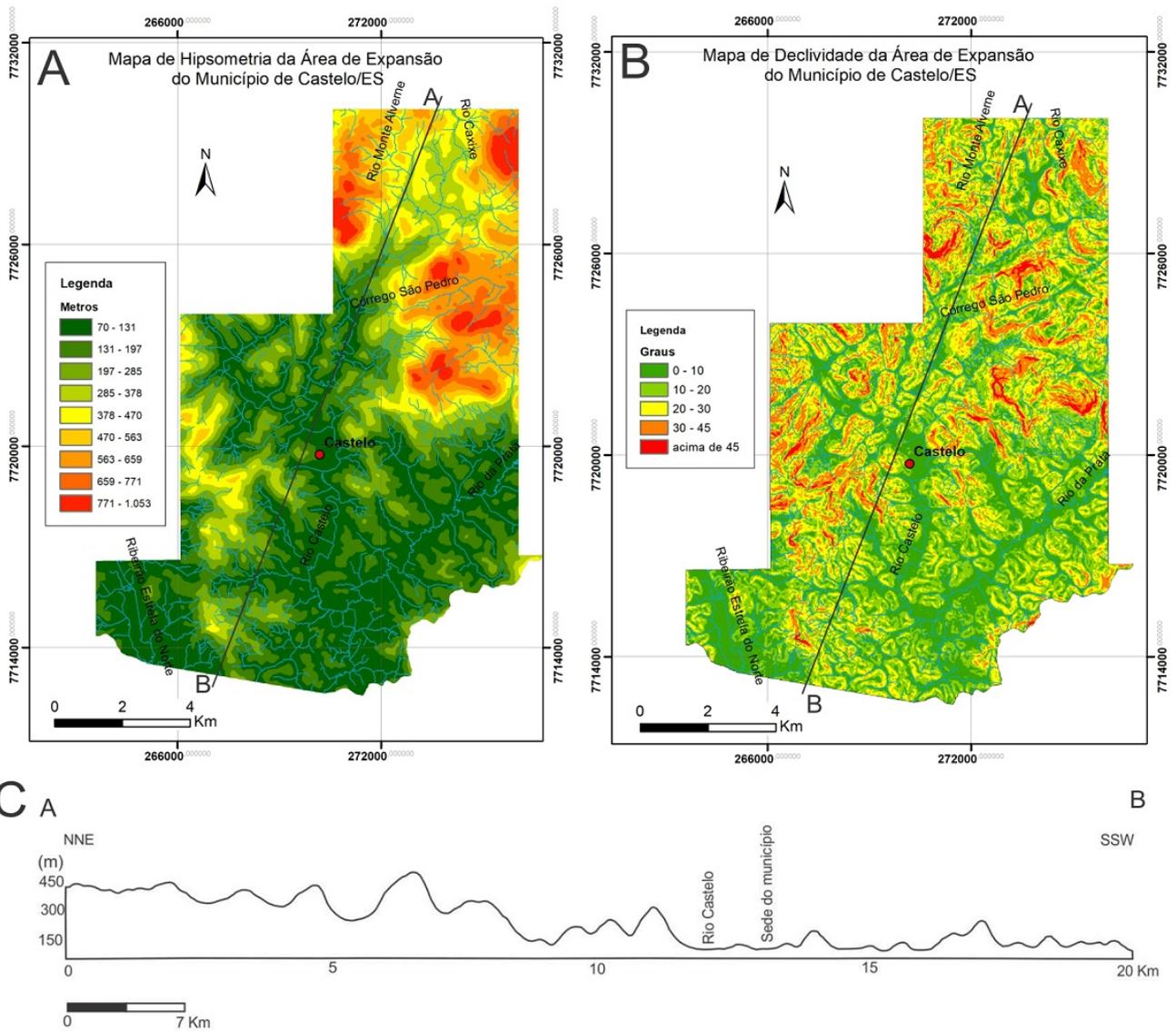
do relevo, se configurando como formas mais suavizadas: colinas e os terraços fluviais situados ao longo dos fundos de vales. E ainda deve se destacar, as planícies de inundação, que apesar de apresentarem formas aplainadas, não se configuram como de alta aptidão para urbanização, pois essas são áreas altamente propensas à inundação.

Figura 01 – Mapa geomorfológico da área de expansão urbana



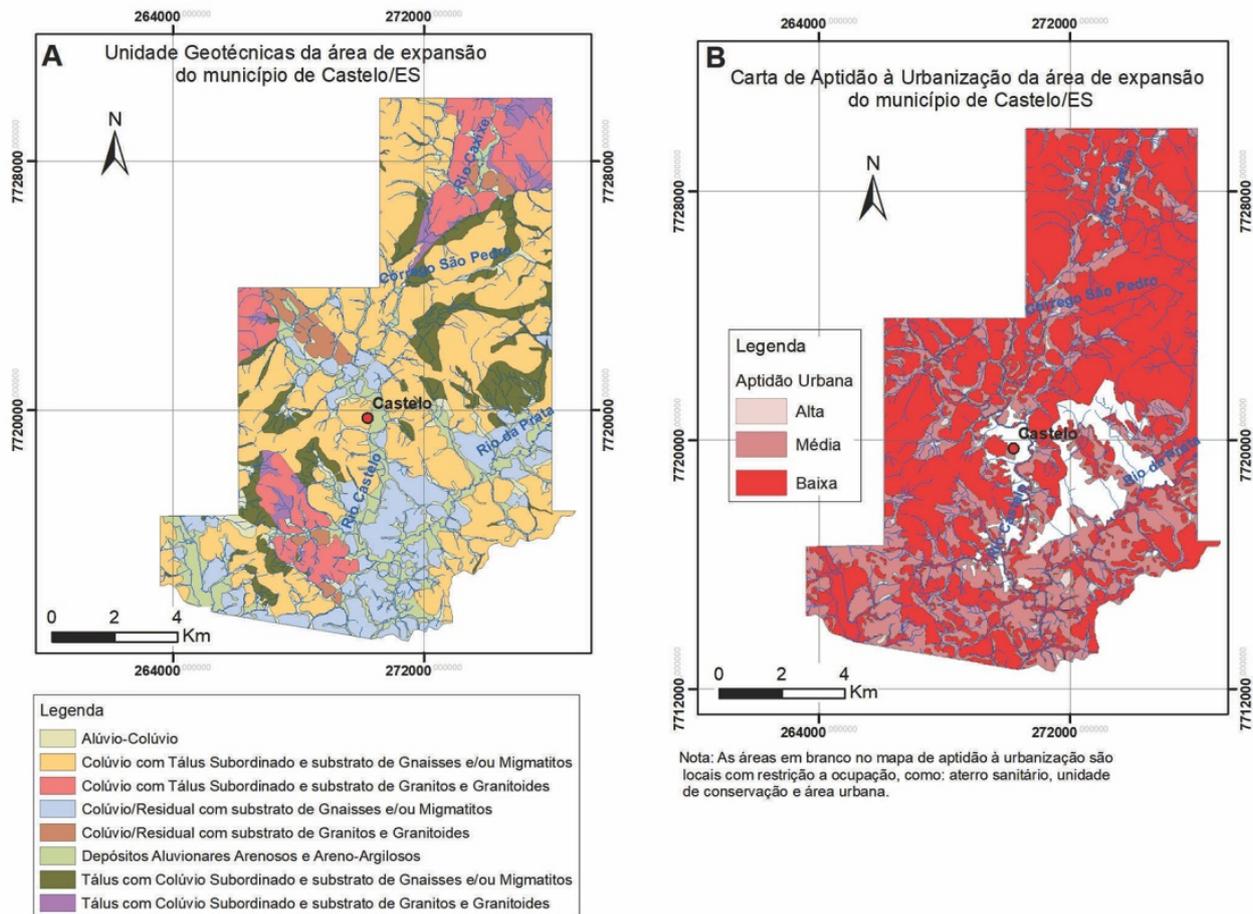
A:mapa de localização; B:vista das serras; C:blocos de tamanhos variados; D:paredão rochoso; E:vertentes declivosas; F:ampla planície.

Figura 02-Mapa de hipsometria e declividade da área de estudo



A:mapa de hipsometria; B:mapa de declividade; C:perfil topográfico A-B da área de estudo. Fonte: OLIVEIRA FILHO et al., 2022.

Figura 03-Cartas de unidades geotécnicas e de aptidão à urbanização



A: mapa de Unidades Geotécnicas; B: carta de Aptidão à Urbanização. Fonte: OLIVEIRA FILHO et al., 2022.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento geomorfológico é uma ferramenta muito importante para a elaboração da carta geotécnica de aptidão urbana, pois apresenta a classificação do relevo em uma escala de detalhe de 1:10.000, a qual é necessária para cumprir os objetivos de fomento de informação da carta geotécnica. Deve se citar como feições morfológicas de maior importância de detalhamento pelo mapeamento dos padrões de relevo: as planícies de inundação; rampas de alúvio-colúvio; rampas de colúvio/tálus; escarpas degradadas. O domínio serrano, incluindo os relevos escarpados e de morros altos e os paredões rochosos subverticais são os terrenos mais suscetíveis a processos gravitacionais, tais como: quedas de blocos, deslizamentos translacionais rasos no contato solo-rocha e corridas de massa (debris-flows) de grande alcance, que pode percorrer vários quilômetros ao longo de talvegues de rios. As planícies de inundação devem ser ter sua área bem delimitada, por serem áreas de restrição alta a média de ocupação devido à propensão a ocorrência de processos de inundação. As rampas de alúvio-colúvio são formas situadas em contexto de domínio serrano ou morros altos, área de alta a média declividade. Tal fato já expõe tais áreas a alta possibilidade de atingimento de deslizamentos deflagrados nas encostas mais elevadas. Essa mesma premissa se adequa às rampas de colúvio/tálus que serão unidades geotécnicas específicas. E, no caso de Castelo, em que sua ocorrência é bem recorrente, devem ser muito bem delimitados, devido ao perigo de rastejo e rolamento de blocos. O mapeamento de relevo detalhado se torna um produto de grande importância para a gestão territorial, pois fornece informações para a elaboração de

produtos voltados para auxiliar e orientar os gestores para uma melhor ocupação do território.

AGRADECIMENTOS

Ao SGB/CPRM pela oportunidade de participar do Projeto de Cartas Geotécnicas de aptidão à urbanização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ANTONELLI, T.; MENEZES, Í. P.; BISPO FILHO, I.; SILVA, D. R. de A.; CONCEIÇÃO, R. A. C.; JESUS, D.; FERREIRA, C. E. O. (org.). Cartas geotécnicas de aptidão para urbanização. Guia de procedimentos técnicos do Departamento de Gestão Territorial, Brasília, v. 2, versão 1. CPRM, p. 1-20, 2021.

BARROS, P. H. C. R.; VALADÃO, R. C. Aquisição e produção do conhecimento em geomorfologia: a investigação geomorfológica e seus conceitos fundantes. *Geosp – Espaço e Tempo* (online), V.22, n.2, p. 416-436, 2018. Doi: 10.11606/issn. 2179-0892geosp.2018.123896.

BITAR, O. Y.; FREITAS, C.G.L.; SEPE, P.M. Cartografia geotécnica, plano diretor e prevenção de desastres. *Téchne*, v.20, n.180, p. 68-74, 2012.

BRASIL, Lei nº 12.340, de 1 de dezembro de 2010. Dispõe sobre as transferências de recursos da União aos órgãos e entidades dos Estados, Distrito Federal e Municípios para a execução de ações de prevenção em áreas de risco de desastres e de resposta e de recuperação em áreas atingidas por desastres e sobre o Fundo Nacional para Calamidades Públicas, Proteção e Defesa Civil; e dá outras providências. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12340.htm. Acesso em 15 jan. 2023

CREMON, E. H.; BETTIOL, G.M.; MAGNA JÚNIOR, J. P.; MACEDO, F. C.; RABELO, M. W. O. Avaliação da altimetria do MDE COP-30 no Centro-Oeste do Brasil. *Revista Brasileira de Cartografia*. V.74, n.3, p. 536-546, 2022. Doi: 10.14393/rbcv74n3-60846.

DANTAS, Marcelo Eduardo (Org.). Biblioteca de padrões de relevo: carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação. Rio de Janeiro, CPRM, 2016.

FERRASSOLI, M. A.; JORGE, M. Q. Carta de Suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações, Castelo, ES. SGB-CPRM, 2018. Mapa.

HACK, John T. Interpretation of erosional topography in humid temperate regions. *American Journal of Science*, 258^a, p. 80-97, 1960.

OLIVEIRA FILHO, I. B.; SIMÕES, P. M. L.; PEDRAZZI, A. C.; OLIVEIRA FILHO, J. M. Carta geotécnica de aptidão à urbanização: Castelo, ES, SGB-CPRM, 2022. 6 mapas

PRANDINI, F. L.; NAKAZAWA, V. A.; FREITAS, C. G. L.; DINIZ, N. C. Cartografia geotécnica nos planos diretores regionais e municipais. In: BITAR, O. Y. (Coord.). Curso de geologia aplicada ao meio ambiente. São Paulo: ABGE/IPT, p. 187-202, 1995.

SOUZA, L. A.; Sobreira, F. G. Guia para elaboração de Cartas Geotécnicas de aptidão à urbanização frente aos desastres naturais, p. 1-68, 2014.