



www.ugb.org.br
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 17, nº 1 (2016)

<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v17i1.497>



ESTUDOS GEOMORFOLÓGICOS EM ÁREA DE MINERAÇÃO EM PORTUGAL: CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA PARA ANÁLISE DO IMPACTO SOBRE O RELEVO

GEOMORPHOLOGICAL STUDIES MINING AREA IN PORTUGAL: GEOMORPHOLOGICAL CARTOGRAPHIC FOR IMPACT ANALYSIS ON RELIEF

Letícia Giuliana Paschoal

*Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento, Universidade Estadual Paulista
Av. 24-A, 1515, Rio Claro, São Paulo, CEP: 13.506-900, Brasil
Email: leticiagiulianapaschoal@gmail.com*

Anabela Martins Ramos

*Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Coimbra
Largo da Porta Férrea, Colégio de São Jerónimo, Coimbra, CEP: 3004-530, Portugal
Email: ana-baia@sapo.pt*

Lúcio José Sobral da Cunha

*Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, Departamento de Geografia, Universidade de Coimbra
Largo da Porta Férrea, Colégio de São Jerónimo, Coimbra, CEP: 3004-530, Portugal
Email: luciogeo@fl.uc.pt*

Cenira Maria Lupinacci Cunha

*Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento, Universidade Estadual Paulista
Av. 24-A, 1515, Rio Claro, São Paulo, CEP: 13.506-900, Brasil
Email: cenira@rc.unesp.br*

Informações sobre o Artigo

Recebido (Received):
15/07/2015
Aceito (Accepted):
03/11/2015

Palavras-chave:

Cartografia Geomorfológica;
Técnica de Mapeamento; Área de
Mineração; Análise Ambiental.

Keywords:

Geomorphological Mapping;
Mapping Technique, Mining
Area; Environmental Analysis.

Resumo:

O mapeamento geomorfológico de detalhe fornece informações que permitem realizar uma análise minuciosa dos elementos que compõem o relevo, sejam esses elementos naturais ou derivados da ação antrópica. Este artigo tem como objetivo apresentar uma proposta de cartografia geomorfológica de detalhe aplicada à análise do relevo em área afetada pela atividade de mineração em território português. A proposta baseia-se na adaptação das orientações da escola francesa de geomorfologia, a qual fundamenta diversos mapeamentos geomorfológicos desenvolvidos pelo Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT) da Universidade de Coimbra, em Portugal, e também norteia os mapeamentos geomorfológicos desenvolvidos no Laboratório de Geomorfologia (LAGEO) da Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro, Brasil. Para tanto, uma área de estudo em território português foi selecionada, por se apresentar impactada por unidades extrativas de calcário, areia e argila. O mapeamento

geomorfológico geral de uma área de 177 km², situada a Sul de Coimbra, na escala 1:25.000, foi realizado com o intuito de reconhecimento das formas e processos que ali operam. Com base nesse mapeamento, dois setores afetados pela atividade de mineração foram identificados e mapeados na escala de detalhe de 1:10.000 para os anos de 1958, 1995 e 2013. As modificações sobre a superfície e sub-superfície terrestre causada pelo ser humano em áreas de mineração implicaram na alteração nas dimensões de elementos passíveis de serem mensurados. A comparação desses valores permitiu apontar a existência de alterações antrópicas nos locais destinados às atividades mineiras. Como resultado, realizou-se uma avaliação da potencialidade da aplicação desta técnica na obtenção de parâmetros geoindicadores alusivos às formas, materiais e processos geomorfológicos, identificados por meio da quantificação de dados.

Abstract:

The detailed geomorphological mapping provides information that allows one to make an detailed analysis of the elements which form the relief. These elements can be natural or derived from the anthropic action. The objective of this paper is to present a proposal of geomorphological cartographic detail applied to the relief analysis in an area affected by mining in Portuguese territory. The proposal presented here is based in the adaptation of the orientations of the french Geomorphology school wich underlie various geomorphologic mappings developed by the Center for the Study of Geography and Spatial Planning (CEGOT in portuguese) of the University of Coimbra, in Portugal, and also guides the geomorphologic mappings developed in the Geomorphology Laboratory (LAGEO in portuguese) of the São Paulo State University, Rio Claro Campus, Brasil. An area of study in Portuguese territory was selected due to it's impacts caused by external extrative calcary, sand and clay units for that. The general geomorphologic mappings of an 177 km² area situated south of Coimbra, in the 1:25.000 scale, was made aiming to recognize the forms and processes that operate there. Based on this mapping, two affected sectors by mining were identified and mappings in the detail scale of 1:10.000 for the 1958, 1995 and 2013 years were made. The modifications above the earth surface and bellow the earth surface by the human being in mining areas resulted in the change of dimensions of elements that can be measured. Comparison of these values allowed the identification of the of anthropogenic changes at the places destined to mining. As a result, an evaluation of the application of this technique potential to obtain parameters allusive the forms, materials and geomorphological processes, identified by data quantification parameters was done.

1. Introdução

Vários são os trabalhos desenvolvidos e publicados por investigadores do Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT) que se baseiam na cartografia geomorfológica com a finalidade de auxiliar em ações de planejamento ambiental e territorial (RAMOS 2000, 2008; CUNHA, 2007; CUNHA e ALMEIDA, 2008; TAVARES e CUNHA, 2008; SANTOS, 2009; CUNHA e LEAL, 2012; RAMOS *et al.*, 2012a; RAMOS *et al.*, 2012b). Da mesma forma, a técnica de mapeamento geomorfológico se constitui em foco de análise em pesquisas desenvolvidas pelo Laboratório de Geomorfologia (LAGEO) da Universidade Estadual Paulista, Campus Rio Claro (SIMON e CUNHA, 2007, 2008; PASCHOAL, 2011, 2014; SILVEIRA; CUNHA, 2011, 2012; SIMON, 2011; CUNHA, 2012; PASCHOAL, *et al.*, 2012a, 2012b; THOMAZINI *et al.*, 2012; CUNHA; PINTON, 2013;

SATO, 2013). Diante do desenvolvimento de atividades conjuntas entre as duas partes, esse artigo apresenta uma proposta de cartografia geomorfológica de detalhe que integra fundamentos utilizados pelos dois grupos de estudo. Tal proposta foi aplicada à análise do relevo em área afetada pela atividade de mineração a céu aberto de pequeno e médio porte, a fim de obter parâmetros geoindicadores de alterações antrópicas.

As técnicas de apropriação e transformação do espaço geográfico intensificaram-se nos últimos séculos, principalmente após a Revolução Industrial, século XVIII (SHERLOCK, 1922; GOUDIE, 1977, 1986, 1993; CASSETI, 1994, CUNHA, 1997; PRICE *et al.*, 2011). Como consequência, as atividades de uso da terra, motivadas pelas necessidades socioeconômicas, interferem cada vez mais na quantidade de sedimentos realocados dentro dos sistemas ambientais físicos, alterando a dinâmica dos processos denudativos, a

quantidade de sedimentos transportados e a configuração das áreas de deposição, o que modifica a dinâmica natural dos sistemas fluviais e das formas de relevo (NIR, 1983; DREW, 1986; CASSETI, 1994; SZABÓ, 2010; PASCHOAL, 2011, 2014). Considerando tais pressupostos, foi realizado um estudo de caso em território português. Uma área de 177 km² localizada a Sul de Coimbra, na borda ocidental do Maciço de Sicó foi selecionada por se apresentar intensamente impactada pela exploração de calcário, areia e argila, principais recursos minerais não metálicos utilizados pela indústria da construção civil. Foi realizado um mapeamento geomorfológico geral dessa área, na escala 1:25.000, voltado, sobretudo, para o entendimento da gênese do relevo e identificação de áreas de atividade minerária. Com base nesse mapeamento, dois setores onde ocorrem extrações minerais foram identificados e mapeados de acordo com a perspectiva da cartografia geomorfológica retrospectiva, por meio da qual se produziram mapeamentos geomorfológicos referentes a três cenários, na escala de detalhe 1:10.000. O primeiro, de 1958, retrata feições de uma situação de pré-intervenção, ou seja, anterior à exploração de grandes quantidades de calcário, areia e argila e, as situações seguintes, nos anos de 1995 e 2013, são já representativas de uma fase de perturbação ativa. Ao utilizarem-se instrumentos clássicos da geomorfologia para a identificação das alterações causadas pelas ações antrópicas ao longo do espaço e do tempo, torna-se possível, por meio da aplicação de técnicas de mapeamento geomorfológico evolutivo, a identificação de determinados parâmetros, denominados de geoindicadores, que comprovem essas modificações (RODRIGUES e COLTRINARI, 2004; RODRIGUES, 2005; PASCHOAL, 2011, 2012a, 2012b; SIMON, 2011).

Discussões relacionadas à temática ambiental e que enfatizam os controles que os sistemas socioeconômicos causam sobre os atributos dos sistemas físicos, tornaram-se expressivas entre os pesquisadores das últimas décadas, principalmente entre estudiosos vinculados às Geociências (TRICART, 1953; CAILLEUX e TRICART, 1965; BROWN, 1971; NIR, 1983; GOUDIE, 1993; SUERTEGARAY e NUNES, 2001; HAFF, 2001). Assim, essa ênfase ganha destaque também dentro das análises geomorfológicas, que passam a conceber o ser humano como um agente geomorfológico independente, capaz de mobilizar matéria, dinamizar, intensificar e/ou retardar e estagnar processos, interferir nos sistemas

naturais e, conseqüentemente, gerar novas formas de relevo, guiado, sobretudo por necessidades intrínsecas do sistema socioeconômico em vigência (NIR, 1983).

Coltrinari (2001) e Coltrinari e McCall (1997) salientam que a distinção entre a origem dessas transformações não é algo simples de ser identificado. Os sistemas ambientais físicos encontram-se naturalmente em constante transformação na busca de um equilíbrio dinâmico que se ajuste às mudanças climáticas, hidrológicas e marinhas; assim, nem todas as mudanças ocorridas no ambiente podem ser atribuídas à ação antrópica (COLTRINARI; MCCALL, 1997). Desta forma, para estabelecer essa diferenciação é necessário recorrer a parâmetros que permitam avaliar os componentes naturais envolvidos em cada mudança, para posteriormente identificar as estimativas das alterações provocadas pela ação humana, pois, conforme enfatizam Coltrinari e McCall (1997, p.5), “[...] quando os componentes naturais não são corretamente considerados as estimativas são inválidas”. De acordo com Gupta (2002), Coltrinari (2001) e Rodrigues e Coltrinari (2004, 2005), os geoindicadores ambientais são concebidos com a finalidade de permitir a compreensão das alterações ambientais ocorridas na superfície da Terra em curta escala de tempo, cem anos ou menos, por meio da geração de dados quantitativos, como os de medida de magnitude, taxas, frequências e ainda permitem realizar análises de tendências de processos ou fenômenos geológicos e/ou geomorfológicos.

Desta maneira, além de apresentar uma proposta de mapeamento geomorfológico adaptada às particularidades do território português e áreas de mineração a céu aberto de pequeno e médio porte, foi possível também avaliar a potencialidade dessa técnica para fornecer parâmetros geoindicadores que comprovem as modificações causadas pelas ações antrópicas. Esses parâmetros geoindicadores são passíveis de serem identificados por meio da quantificação de feições do relevo, expressos em km e km² nos diversos cenários e, referem-se, por exemplo, à identificação da área em que ocorre a atividade minerária, formação de lagoas artificiais, alteração na extensão e localização de processos erosivos, além do surgimento de novas feições em áreas de mineração, como é o caso de patamares em cavas de mineração, abruptos ou suaves, e do surgimento de colinas residuais derivadas da atividade minerária (ESTAIANO, 2007; PASCHOAL, 2011, 2014; PASCHOAL *et al.*, 2012).

2. Caracterização da Área

A área de estudo localiza-se na borda ocidental de Portugal Central, onde foi selecionado um quadrante localizado entre as coordenadas 40°3'49" e 40°3'50" de Latitude N e 8°39'12" e 8°30'23" de Longitude W, que totalizam 177 km² de área (Figura 1). Grande parte desta

área (96,2%) encontra-se inserida na bacia hidrográfica do rio Mondego e apenas 3,8%, na bacia hidrográfica do rio Tejo, no extremo SE da área. Este setor do território situa-se nos Concelhos de Pombal, Soure, Ansião e Condeixa-a-Nova e foi selecionado por apresentar áreas intensamente impactadas pela extração de calcário, areia e argila.

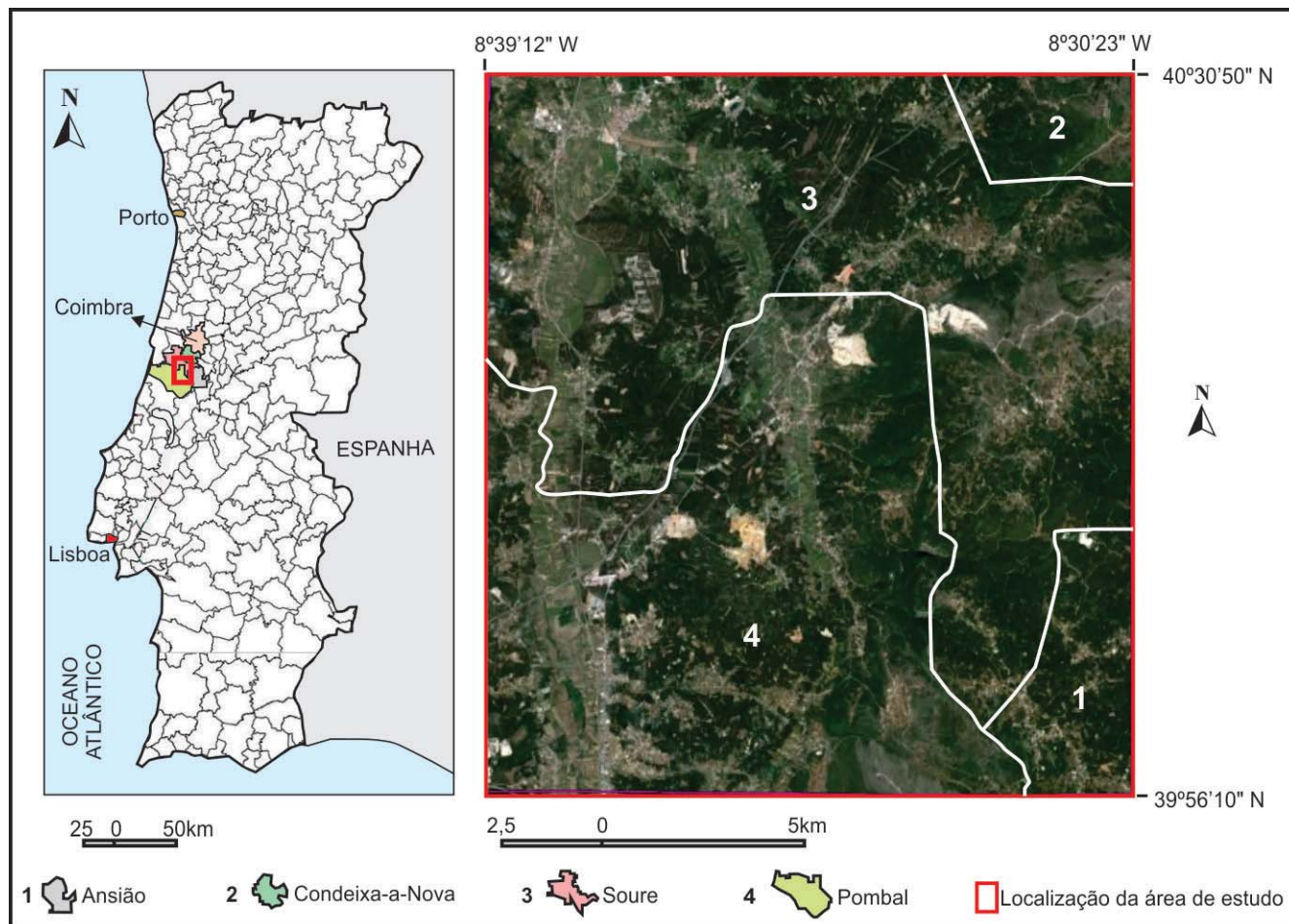


Figura 1- Enquadramento Geográfico dos Concelhos de Pombal, Soure, Ansião e Condeixa-a-Nova com ênfase para a área de estudo. Org. Paschoal L. G. (2015).

A área de estudo situa-se na Orla Meso-Cenozóica Ocidental Portuguesa, e está, sob o ponto de vista geológico, integrada na denominada Bacia Lusitânica, uma bacia sedimentar cujo aparecimento e individualização se relaciona com as diferentes fases de abertura e evolução do Oceano Atlântico desde há cerca de 250 milhões de anos (CUNHA, 1990).

Em termos de enquadramento litostratigráfico, pode-se afirmar que na área afloram formações geológicas, cujas idades vão do Jurássico à atualidade. Existe um claro predomínio de rochas sedimentares, de natureza

carbonatada e siliciclástica. Existem também rochas vulcânicas básicas (doleritos), em domos e filões, e também, rochas evaporíticas (gesso e salgema), estas, intimamente relacionadas com os aparelhos diapíricos que ocorrem na região (CUNHA, 1990; RAMOS, 2008).

Do ponto de vista estrutural, a região abrangida no mapa geológico da área apresenta dois setores distintos de Leste para Oeste, situados na borda ocidental do Maciço de Sicó. O primeiro, a Leste, corresponde a um conjunto de rochas calcárias nas proximidades de Redinha e Degracias e corresponde ao setor mais

exposto e exumado do paleocarroso do Maciço de Sicó (CUNHA, 1990). Nesta frente ocidental do Maciço, o relevo apresenta as altitudes mais elevadas, como nas Serras do Rabaçal e no Planalto de Degraças – Alvorge, onde se atingem cotas que ultrapassam os 400 metros.

O segundo, para Oeste, corresponde à chamada Plataforma Litoral, com uma topografia que se estende entre os 20 metros do fundo dos vales e os 200 metros das

superfícies planas somitais que representam o enchimento detrítico marinho e continental da plataforma pliocênica que se estende desde o litoral até ao Maciço de Sicó e onde se faz o encaixe quaternário dos cursos de água da região (ZBYSZEWSKI *et al.*, 1978). Esta plataforma encontra-se ligeiramente inclinada para oeste, com compartimentos desigualmente desnivelados, muito provavelmente devido à ação da neotectônica (RAMOS, 2008).

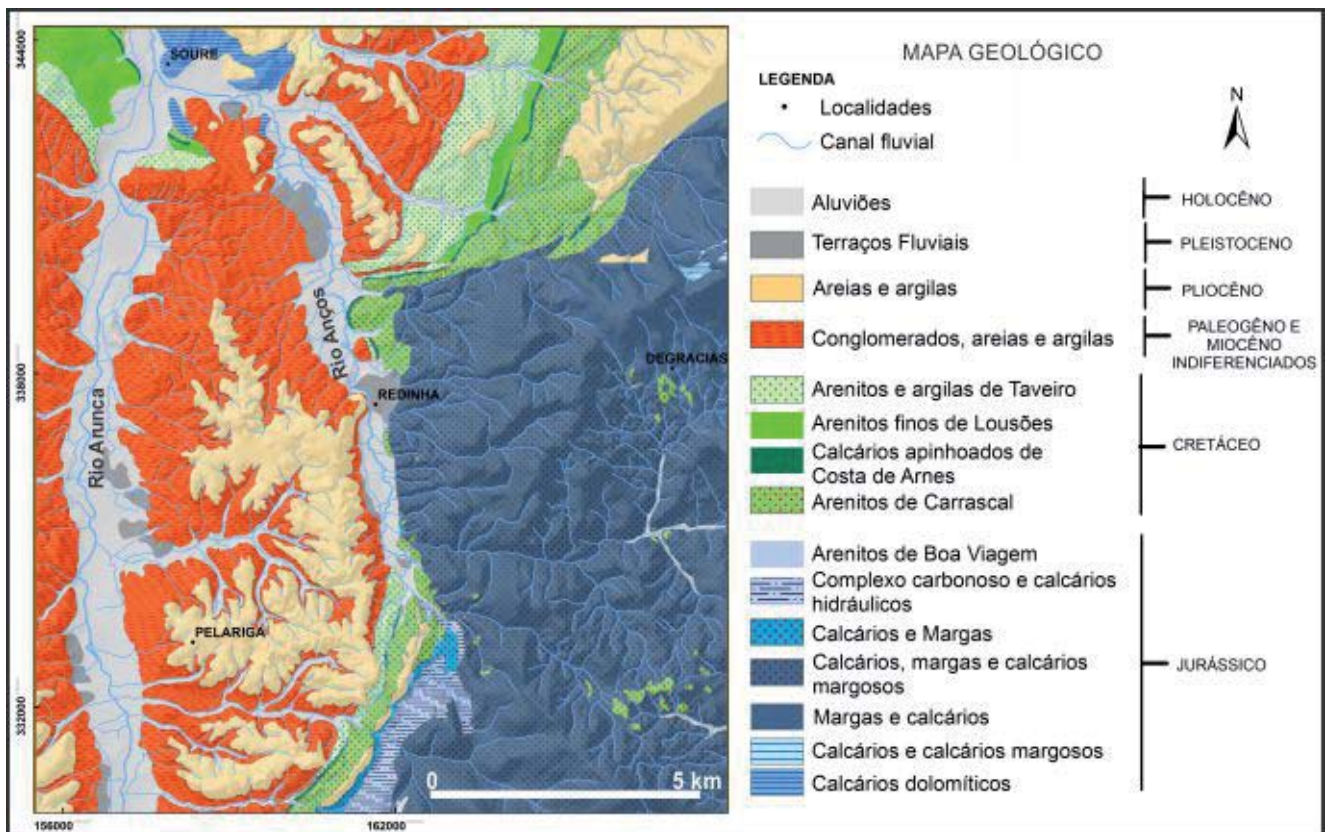


Figura 2 - Principais unidades geológicas que afloram na área de estudo. Dados projetados sobre o Modelo Sombreado do Relevo (Hillshade) com sobre-elevação vertical de 10 vezes. Fonte: Carta Geológica de Portugal, escala 1:50.000, Folha 19-C, 19-A, Direção Geral de Minas e Serviços Geológicos de Portugal. Org. Paschoal L. G. (2015).

3. Método e técnicas

A pesquisa desenvolveu-se sob a perspectiva da Teoria Geral dos Sistemas com ênfase na Geomorfologia Antrópica (GOLOMB e EDER, 1964; GOUDIE, 1986, 1993; NIR, 1983; ROGRIGUES, 1997, 2005; SZABÓ *et al.*, 2010). Este tipo de abordagem possibilita, de acordo com Rodrigues (2001), entender as influências antropogênicas sobre os processos naturais, que resultam num estado derivado do sistema original, configurando-se tais influências como focos de análise desta pesquisa.

A ação antrópica exercida sobre os sistemas ambientais físicos, no que se refere à geomorfologia, pode criar novas formas de relevo, direta ou indiretamente. O controle direto é exercido de forma consciente pela sociedade e pode claramente ser observado na paisagem, como é o caso das formas de relevo produzidas por obras de engenharia: cortes e aterros para a implantação de infraestruturas; escavações para a retirada de minerais; alteração nas redes de drenagem, por meio da retificação dos canais fluviais ou da criação de barragens; ou ainda vinculado à agricultura e áreas de pastagens,

por meio da implantação de técnicas de manejo e conservação do solo, como terraceamento em curvas de nível (TRICART, 1953; BROWN, 1971; NIR, 1983; DREW, 1989; HAFF, 2001; SIMON, 2007; GOUDIE, 2010; SZABÓ, 2010; PASCHOAL, 2011; PRICE *et al.*, 2011; PASCHOAL *et al.*, 2012).

O controle indireto, por outro lado, é mais difícil de ser reconhecido por se tratar de uma consequência das ações diretas descritas anteriormente. Ao modificar a cobertura vegetal original, os processos naturais podem ser intensificados e novos processos podem ser desencadeados, como é o caso das alterações nas taxas de erosão e sedimentação, das inundações extremas, da alteração dos processos químicos por meio do aumento da acidez das águas pluviais e fluviais, dos casos de subsidência do terreno provocado por exploração de águas subterrâneas, dos sistemas fluviais e lacustres que podem secar devido à retirada ou transferência de água para outras bacias hidrográficas de maneira inapropriada, da aceleração de processos erosivos em vertentes, entre outros (TRICART, 1953; BROWN, 1971; SIMON, 2007; GOUDIE, 2010; SZABÓ, 2010; PASCHOAL, 2011; PRICE *et al.*, 2011; PASCHOAL *et al.*, 2012).

Nesse sentido, os geoindicadores foram desenvolvidos para serem utilizados na avaliação e monitoramento ambiental, nas mais diversas escalas, por permitirem a identificação das condições naturais do ambiente e das transformações ocorridas sobre ele, bem como dos efeitos dessas mudanças sobre os elementos naturais e antrópicos (BERGER, 1996, citado por COLTRINARI, 2001; BERGER, 1997, 2002). Por isso, possuem grande valia em medidas de planejamento e na definição de políticas públicas.

Os parâmetros geoindicadores podem ser obtidos através da adequação de instrumentos clássicos da geomorfologia, como a aplicação de técnicas de mapeamento geomorfológico evolutivo, que permitem identificar e comprovar as alterações causadas pelas ações antrópicas ao longo do espaço e do tempo (RODRIGUES, 2005; PASCHOAL, 2011; SIMON, 2011).

Esses parâmetros, passíveis de serem identificados por meio de mapeamentos geomorfológicos, referem-se, por exemplo, à área ocupada em diferentes cenários por planícies de inundações, represamentos, diques marginais, meandros abandonados, padrão do canal, ou ainda pela alteração na extensão da largura e comprimento

de um canal de drenagem, rupturas íngremes e suaves, sulcos, cortes e aterros, além do surgimento de novas feições no relevo passíveis de serem medidos, como é o caso de patamares em explorações de mineração, abruptos ou suaves, e do surgimento de colinas residuais derivadas da atividade mineira (ESTAIANO, 2007; PASCHOAL, 2011; PASCHOAL *et al.*, 2012).

Assim, recorreu-se a técnicas da cartografia temática com o objetivo de gerar mapeamentos geomorfológicos evolutivos, para posterior obtenção de dados quantitativos que comprovem a existência de alterações no meio físico de cunho antrópico. Dessa forma, foi possível contribuir com discussões sobre a influência do comportamento antrópico sobre os processos geomorfológicos, considerando o procedimento teórico exposto.

3.1. Cartografia geomorfológica

Inicialmente foi elaborado um mapa geomorfológico, na escala 1:25.000, para uma área selecionada na fachada Oeste do Maciço de Sicó e seu confronto com a superfície pliocênica, onde se encontram explorações de calcário, areia e argila, totalizando 177km² de área. A orientação técnica utilizada em sua elaboração é a mesma que fundamenta os diversos mapeamentos geomorfológicos desenvolvidos pelo CEGOT da Universidade de Coimbra e que, portanto, segue a proposta de trabalho do grupo francês RCP 77 (CNRS, 1971), parcialmente modificada de acordo com as especificidades identificadas na área, sendo as cores utilizadas sugeridas pela convenção em cartografia geomorfológica (PENVEN *et al.*, 1998).

Esse mapeamento comporta informações de naturezas diferentes como a cronologia, morfometria, morfografia e morfogênese (FIGURA 3). Elementos referentes à cronologia foram representados parcialmente, por meio da interpretação dos dados que compõem a carta geológica, o que permitiu identificar o tipo de litologia que aflora na área de estudo, além de remeter ao período em que se formaram as rochas que dão sustentação ao relevo. Esses dados foram obtidos com base nas folhas 19-C e 23-A da Carta Geológica de Portugal, escala 1:50.000, que foram compilados e reambulados para a escala 1:25.000 a partir de análise da topografia e de dados observados em campo. Os dados morfométricos representam valores quantitativos e foram compilados da base cartográfica, de escala

1:25.000 e representados por meio das curvas de nível com equidistância de 50 metros, pontos altimétricos e vértices geodésicos. As informações morfográficas foram obtidas a partir da interpretação da base cartográfica, que permite identificar fortes variações na altitude da área analisada, e assim estabelecer diferentes níveis de superfícies de aplainamento, que compuseram 5 classes com variação entre 20 a 100, 100 a 200, 200 a 300, 300 a 400 e 400 a 500 metros. Vertentes côncavas, convexas e retilíneas também foram identificadas nos setores mais movimentados do

relevo, tendo como base a análise das curvas de nível. Os elementos relacionados à morfogênese encontram-se associados aos símbolos utilizados na morfografia, que além das formas indicam o agente responsável por sua origem. Finalmente, todas as informações que compõem o mapa foram projetadas sobre o Modelo Sombreado do Relevo (*Hillshade*) com sobre-elevação vertical de 10 vezes, elaborado com base no Modelo Numérico do Terreno (MDT) no ambiente computacional do ArcMap, e que, portanto, constitui-se em mais um dado morfométrico que compõe o mapa.

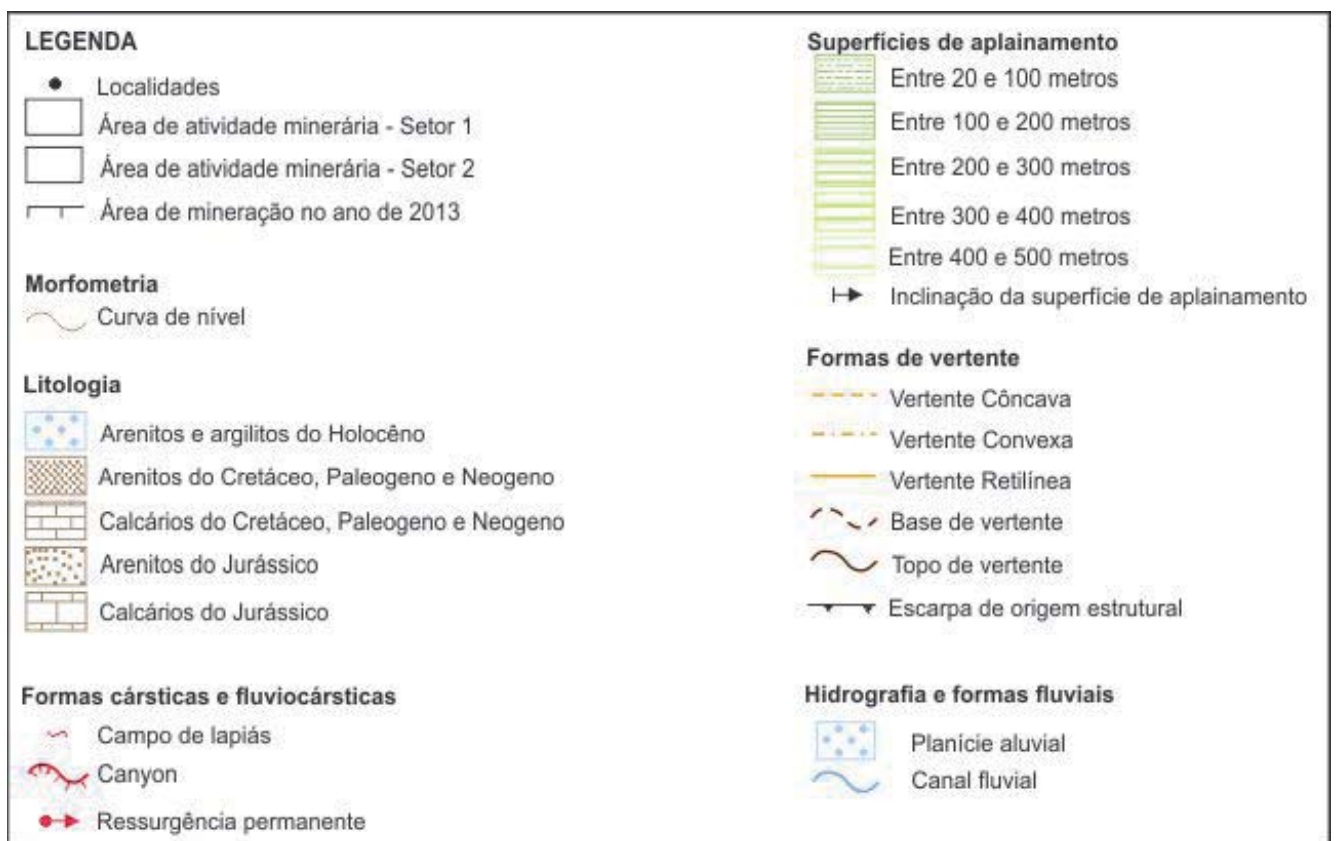


Figura 3 - Legenda contendo os dados de cronologia, morfometria, morfografia e morfogênese que compõem a carta geomorfológica da área de estudo, situada entre a fachada Oeste do Maciço de Sicó e a superfície Pliocênica. Org.: Paschoal, L. G. (2015).

O mapeamento geomorfológico, na escala 1:25.000, foi realizado com o intuito de reconhecimento das formas e processos que operam na área e serviu de base para a seleção de dois setores afetados pela atividade mineira, inseridos no interior dessa área (FIGURA 4). Porém, para que fosse possível identificar e mapear as modificações sobre a superfície e sub-superfície terrestre causada pelo ser humano em áreas de mineração de pequeno e médio porte, que implicaram em alterações nas dimensões de elementos do relevo passíveis de serem mensurados, o

mapeamento geomorfológico desses dois setores, foi realizado em escala de detalhe, 1:10.000, para os anos de 1958, 1995 e 2013 e, pautou-se na junção de seguimentos das orientações da escola francesa de geomorfologia enfatizadas pelo Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT) da Universidade de Coimbra, em Portugal, e pelo Laboratório de Geomorfologia (LAGEO) da Universidade Estadual Paulista, Campus Rio Claro, Brasil, que baseiam-se na adaptação das técnicas de RCP 77 (1972) e Tricart (1965), respectivamente.

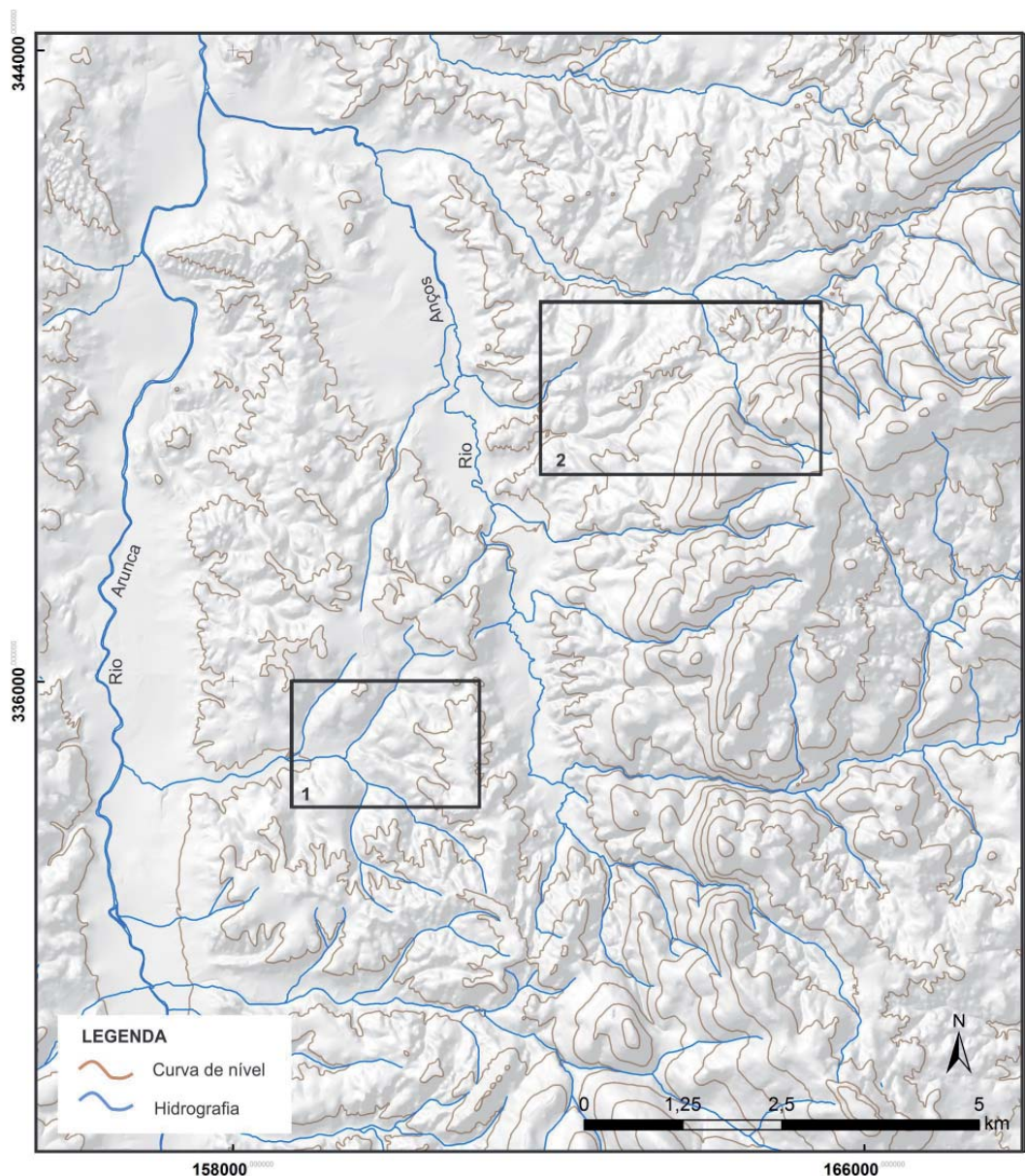


Figura 4 - Localização dos setores de mineração 1 e 2 no contexto geral da área mapeada. Dados projetados sobre o Modelo Sombreado do Relevo (Hillshade) com sobre-elevação vertical de 10 vezes. Org. Paschoal, L. G. (2015).

A proposta de realização do mapeamento geomorfológico de detalhe seguiu as orientações anteriormente descritas, porém com um nível de detalhamento maior, no qual além de se utilizar curvas de nível com equidistância de 10 metros e dados de hidrografia compatíveis com essa escala de detalhe, as análises fizeram uso de novos dados de literatura e trabalho de campo.

Os dados morfométricos continuaram sendo representados por meio das curvas de nível, pontos cotados e superfícies de aplainamento. As informações morfográficas nos dois setores que apresentam áreas de mineração, diferentemente da forma com que ocorreu no mapeamento geral da área, foram obtidas a partir da interpretação de pares estereoscópicos de fotografias aéreas, dos anos de 1958 e 1995, nas escalas aproximadas de 1:26.000 e 1:25.000 respectivamente, e imagens disponibilizadas no Google Earth®, do ano de 2013. Da mesma forma, conforme explicitado no mapeamento geral da área, os elementos relacionados à morfogênese associam-se aos símbolos utilizados na morfografia que, por meio das formas, tornam possível inferir o agente responsável por sua origem e, os dados cronológicos e litológicos foram extraídos da interpretação do mapa geológico e trabalhos de campo para a reambulação de dados. Diante dos poucos símbolos vinculados ao modelado antrópico que constam nas obras de referência, como a de Tricart (1965), e da ação antrópica cada vez mais intensa sobre a superfície terrestre, que tem dado origem a novas formas de relevo, sobretudo em áreas de mineração, recorreu-se a trabalhos mais atuais como os desenvolvidos por Paschoal (2011, 2014) e Paschoal *et al.* (2012a, 2012b) para utilizar-se de simbologias vinculadas a áreas em que esse tipo de atividade ocorre.

No ambiente computacional do ArcMap, o mapeamento baseado na adaptação das técnicas de RCP 77 (1972) e Tricart (1965), aplicada aos dois setores de mineração, tiveram sua simbologia disposta da seguinte maneira: sobre o Modelo Sombreado do Relevo (*Hillshade*), elaborado com base no Modelo Numérico do Terreno (MDT) dos setores, os dados que compõem a litologia (áreas) foram dispostos, seguidos pelas informações morfométricas (linhas e pontos), até que as informações derivadas da ação das águas correntes

e antrópicas se apresentassem em primeiro plano.

O mapeamento das formas do relevo em áreas de mineração para três momentos distintos (1958, 1995 e 2013) está de acordo com a perspectiva da geomorfologia antropogênica, a qual recomenda partir “[...] do reconhecimento cartográfico das unidades morfológicas originais para posteriormente considerar a seqüência de intervenções antrópicas nas formas e na distribuição de materiais superficiais” (RODRIGUES, 2005, p. 101). Para tanto, pares estereoscópicos de fotografias aéreas de 1958, na escala aproximada 1:26.000, foram utilizados para a fotointerpretação de feições representativas da geomorfologia mais próxima do original da área vinculada às minerações existentes nesses dois setores.

As fotografias aéreas de 1958 e 1995 foram transformadas em imagens de três dimensões (3D) pela técnica Anaglifo, seguindo as orientações técnicas de Souza e Oliveira (2012) e os dados de 2013 foram interpretados em tela diretamente da interface do ArcMap com as imagens disponibilizadas pelo Google Earth®. A elaboração das simbologias utilizadas no mapeamento geomorfológico no ambiente computacional do ArcMap seguiu as orientações de Paschoal *et al.* (2010).

4. Resultados e Discussões

As características do mapeamento geral da área (Figura 5) priorizam as feições estruturais do relevo. Isso é possível diante da escala em que o mapa foi construído (1:25.000). Para que a estrutura geomorfológica de uma área seja mapeada e compreendida, é preciso analisar uma extensão espacial maior, o que resulta em um mapeamento de menor detalhe, fato esse que contrasta com as necessidades de mapeamento voltado para áreas de mineração de pequeno e médio porte e a obtenção de parâmetros geoindicadores. Esse mapa permite realçar o contraste tectônico entre as duas unidades geomorfológicas presentes, o Maciço de Sicó e a Plataforma Litoral Pliocénica, sublinhado pelo vale do Rio Anços e pelo conjunto de exurgências cársicas que lhe dão origem, bem como pelo conjunto de pequenas escarpas de falha que se estabelecem no

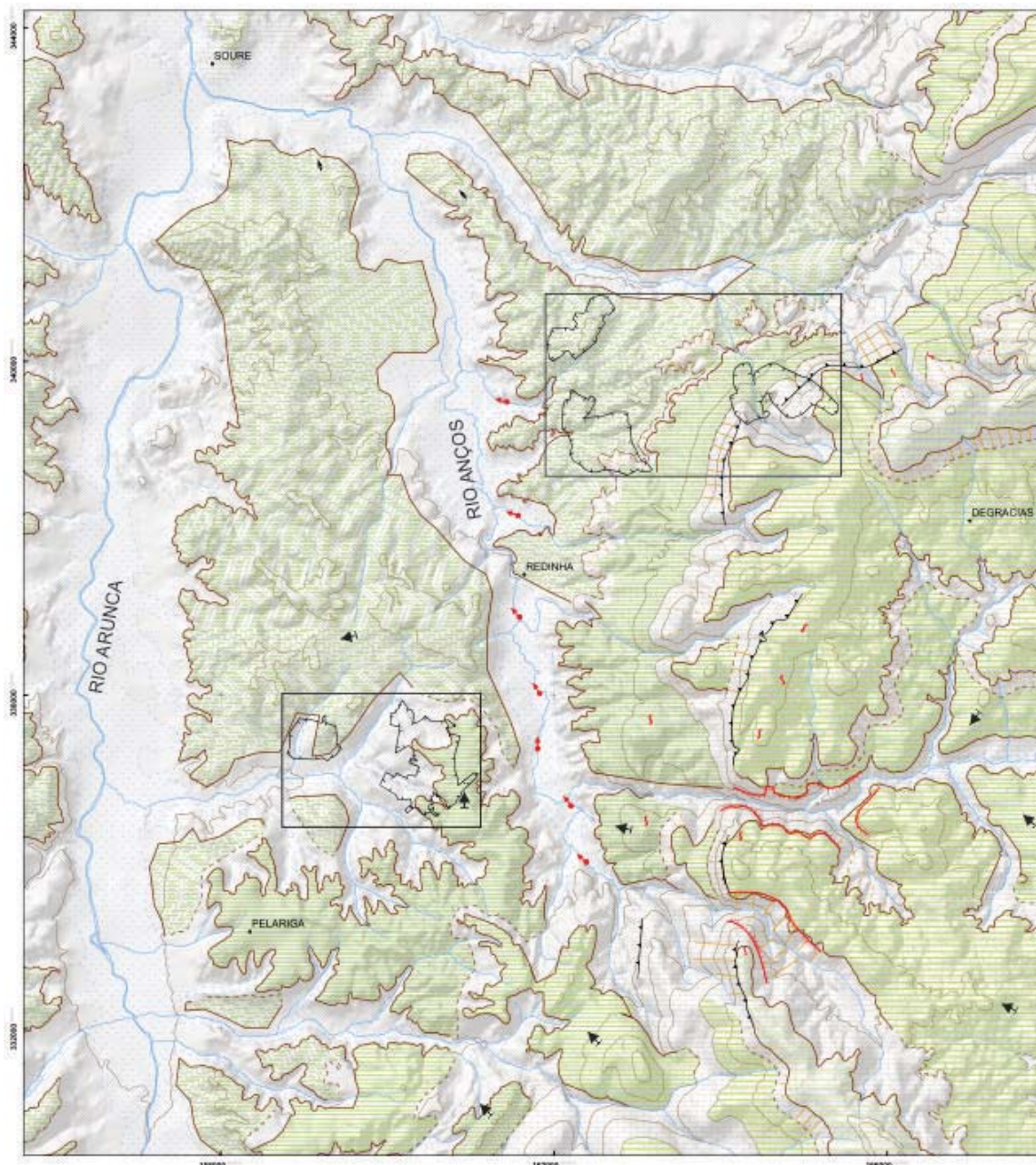


Figura 5 - Mapa geomorfológico da área de estudo. A legenda referente a essa carta geomorfológica encontra-se na Figura 3. Org. Paschoal, L. G. (2014).

setor ocidental do Maciço, o que permite apreender os principais processos operantes sobre o relevo da área de estudo.

Diante da compreensão dos processos que ocorrem no contexto geral da área, e da seleção de dois setores afetados pela atividade minerária, mapeados em escala de detalhe de 1:10.000, nos anos de 1958, 1995 e 2013 (Figura 6 e 7), tornou-se possível a análise

comparativa das situações encontradas entre esses três cenários, o que possibilitou observar os mecanismos de alteração impostos pela ação antrópica aos sistemas naturais nas áreas de mineração de cada setor, além de permitir identificar parâmetros geoindicadores que comprovam as modificações no relevo causadas pela ação antrópica (Tabela 1).

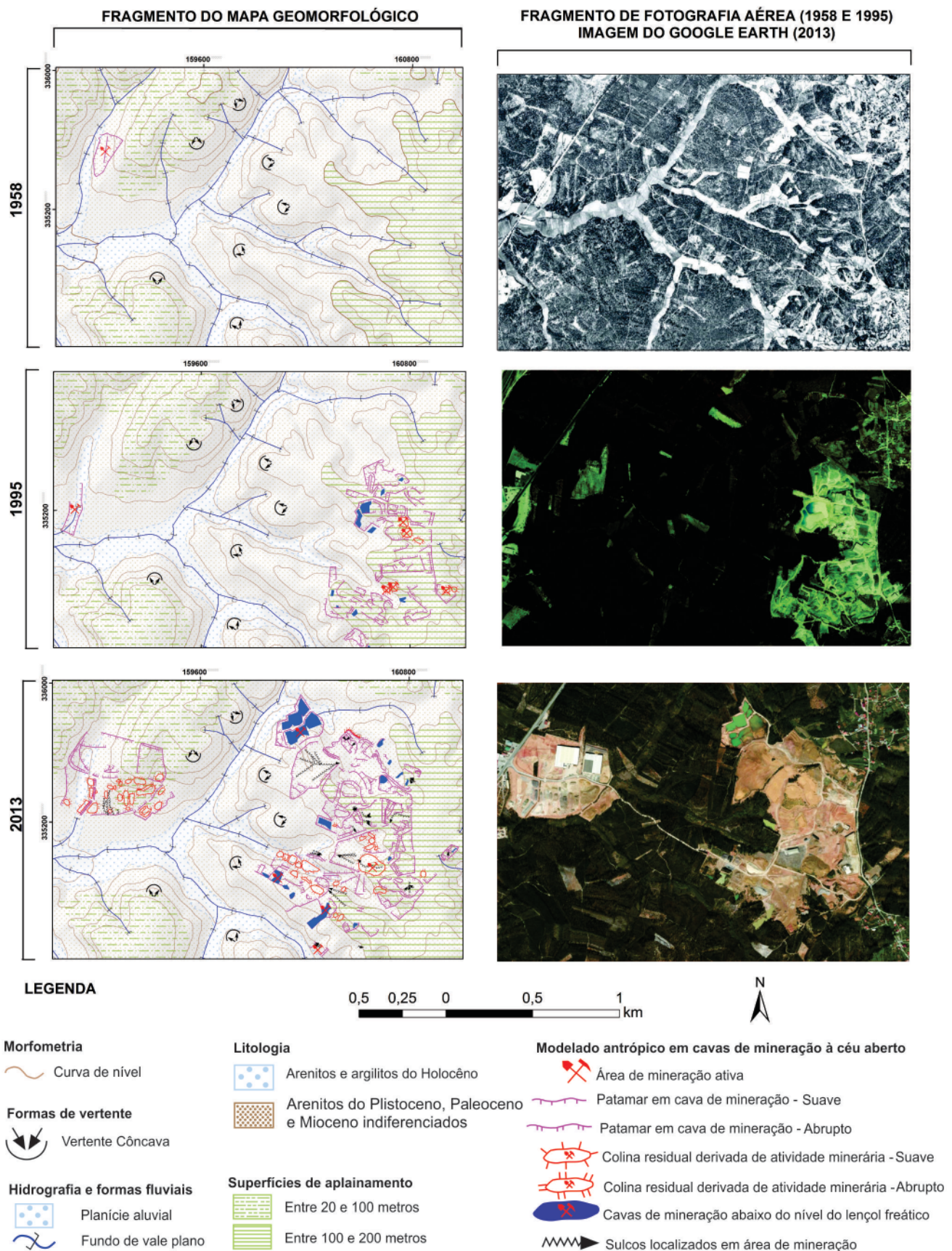


Figura 6 - Fragmento do mapa geomorfológico onde ocorre atividade minerária na área de estudo (Setor 1). Org. Paschoal, L. G. (2014).

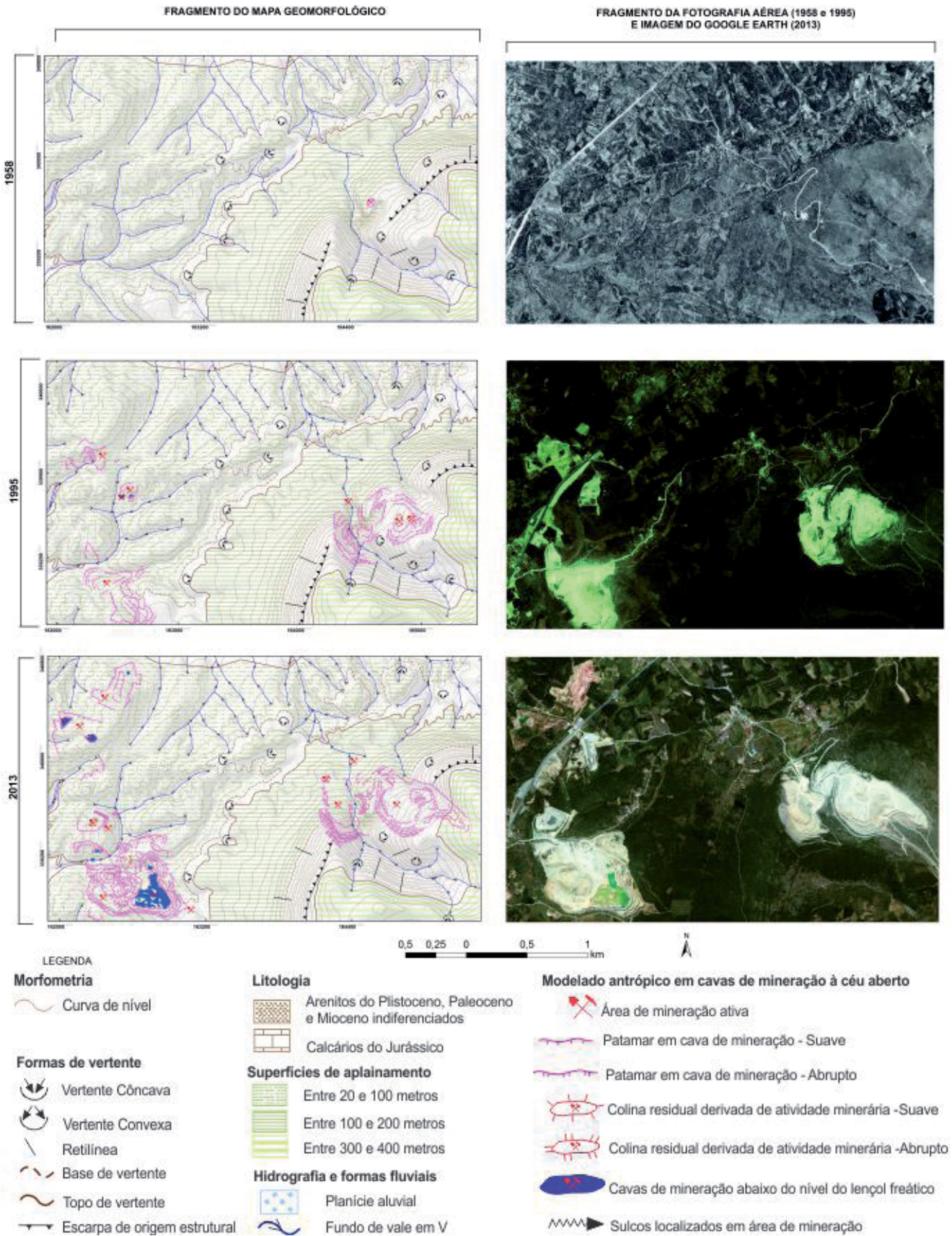


Figura 7 - Fragmento do mapa geomorfológico onde ocorre atividade minerária na área de estudo (Setor 2). Org. Paschoal, L. G. (2014).

Tabela 1: Parâmetros geoindicadores extraídos dos mapas geomorfológicos (Setores 1 e 2) que comprovam modificações no relevo causados pela ação antrópica.

ELEMENTOS	Geoindicadores adquiridos a partir da aplicação da técnica utilizada no desenvolvimento da pesquisa					
	SETOR 1			SETOR 2		
	1958	1995	2013	1958	1995	2013
Área em que ocorre atividade minerária (km ²)	0,02	0,45	1	0,003	0,7	1,25
Colina residual suave derivada de atividade minerária (km ²)	-	-	0,004	-	0,006	0,004
Colina residual abrupta derivada de atividade minerária (km ²)	-	0,01	0,6	-	-	-
Patamares em cava de mineração – suave (km)	0,79	3,37	1,22	0,2	3,47	6,23
Patamares em cava de mineração – abrupto (km)	-	6,1	20,18	-	9	25,63
Sulcos (km)	-		2,7	-	-	-
Lagoas artificiais (km ²)	-	0,01	0,04	-	0,001	0,05

O crescimento de atividades vinculadas à exploração do calcário, areia e argila, alterou consideravelmente as características do relevo entre os anos de 1958, 1995 e 2013, nos setores selecionados para análise. Os dados da Tabela 1, permitem constatar que no ano de 1958 a atividade mineradora nos setores 1 e 2 apresentava-se em estágio inicial, ocupando 0,02km² e 0,003km² de área, respectivamente. Assim, considera-se que as informações relativas ao ano de 1958, referem-se a um quadro de pré-intervenção ou intervenção inicial, no qual é possível identificar as formas de relevo mais aproximadas do cenário original da área.

Os dados quantitativos dos anos de 1995 e 2013 apontam para um incremento na área ocupada pela mineração, motivado, sobretudo pela exploração de recursos com a finalidade de utilização pela indústria da construção civil. Nesse período, as áreas destinadas à mineração passaram de 0,45 km² para 1 km² no setor 1, e de 0,7 para 1,25km² no setor 2, respectivamente (Tabela 1, Figuras 6 e 7). Dessa forma, os dados de 1995 e 2013 retratam uma fase de perturbação ativa e revelam características que permitem configurar os setores de mineração como representativos da geomorfologia antropogênica.

A técnica de mapeamento aplicada às áreas de mineração, na escala 1:10.000, permitiu realizar análises mensuráveis nos setores 1 e 2, para os anos de 1958, 1995 e 2013, averiguadas a partir de geoindicadores extraídos, por exemplo, da quantificação de extensões de sulcos erosivos, patamares em cavas de mineração, áreas

ocupadas por minerações, colinas residuais derivadas de atividade minerária e o surgimento de reservatórios artificiais nessas mesmas áreas. Estes valores permitiram comprovar a existência de relevos antropogênicos nos setores em análise.

A área de atividade minerária do setor 1 (Figura 6) ocorre sobre formações sedimentares de idade Pliocênica. Essas áreas são conhecidas em Portugal como “areiros” ou “barreiros”, de onde são extraídos, respectivamente, areia e argila. Diante da localização da área e das características do material geológico, ocorre o predomínio de canais fluviais com fundo de vale plano nesta área.

A atividade minerária no setor 2 (Figura 7) ocorre na borda Oeste da Serra de Sicó, de onde se extraem rochas calcárias, cuja idade é atribuída ao Jurássico Médio, as quais são utilizadas principalmente para obtenção de britas. As altitudes mais elevadas e seu posicionamento na borda da Serra de Sicó fazem com que os vales fluviais, nesse setor, quase sempre relacionados com fases climáticas anteriores à atual, possuam características de vale em V, ou seja, de grande capacidade erosiva.

Vinculadas à atividade de mineração, novas feições do relevo tiveram origem. É o caso dos patamares topográficos gerados nas pedreiras, fruto da ação antrópica que retirou grandes quantidades de matéria-prima, capaz de descaracterizar extensos interflúvios e superfícies de aplainamento. Esses patamares são delimitados

por vertentes verticalizadas ou sub-verticais e foram classificados como suaves, quando os taludes são mais curtos, e abruptos, no caso daqueles mais longos (Figura 8). Assim, foi possível constatar que, no ano de 1958, o único dado relacionado com a atividade minerária, refere-se à existência de 0,79 km e 0,2 km de patamares em cava de mineração de característica suave nos setores 1 e 2, respectivamente.

Os dados geomorfológicos dos anos de 1995 e 2013, nos setores 1 e 2 (Tabela 1), permitem afirmar que ocorreu a dinamização da exploração de recursos minerais nas áreas de areeiros, barreiros e de pedreiras calcárias, bem como o conseqüente aumento na extensão desses patamares em **áreas** de mineração. No setor 1, os patamares em cava de mineração de característica suave, entre os anos de 1958, 1995 e 2013, evoluíram de

0,79km, para 3,37km e 1,22km respectivamente (Tabela 1, Figura 6). Os dados do ano de 1995 e 2013 permitem identificar também a existência de patamares em **área** de mineração de característica abrupta que, no setor 1, aumentou sua extensão de 6,1km, para 20,18km e no setor 2, de 9km para 25,63km, respectivamente (Tabela 1, Figura 7).

A interpretação da análise dos mapeamentos geomorfológicos e desses valores permitem concluir que o aumento na extensão dos patamares em cava de mineração de característica suave no ano de 1995 e posterior declínio para o ano de 2013 não significam uma diminuição na área minerada, pois nesses cenários surgiram feições de cava de mineração de característica abrupta, o que sugere o aprofundamento da exploração mineral no terreno, alterando as características desses patamares.



Figura 8 - Fotografia da área de mineração de calcário (Setor 2), que demonstra patamares em cava de mineração de característica abrupta e colinas residuais também de característica abrupta, com a simbologia representante de cada feição sobreposta, conforme consta na legenda da figura 6 e 7. Fonte: Paschoal, L. G. (2014).

Esses patamares em cava de mineração, muitas vezes atingem o nível do lençol freático ou ocorrem mesmo abaixo dele. Assim, ao analisar o setor 1, onde ocorre a presença de areiros e barreiros, entre os anos de 1995 e 2013, constata-se a existência de lagoas originadas nessa situação, que passam de 0,01 km² a 0,04km², respectivamente (Figura 6). No setor 2, onde ocorre a mineração em pedreiras de calcário, neste mesmo período foi possível constatar o aumento da área ocupada por lagoas artificiais que subiu da ordem de 0,001 km² para 0,05 km². Porém, as lagoas artificiais neste setor possuem outra origem, que não está associada ao afloramento do lençol freático. Nas pedreiras calcárias, a exploração do mineral disponibiliza muitos resíduos finos, que impermeabilizam a superfície do relevo e permitem o acúmulo de águas superficiais. Esse acúmulo de água em superfície, ao ser mapeado, aparece com a designação de lagoas artificiais.

Também foi possível identificar locais onde há deposição de argila, areia, calcário ou material estéril, os quais promovem alterações na morfologia da área. Essas feições foram denominadas de colinas residuais derivadas de atividade minerária e foram identificadas nos setores 1 e 2, nos anos de 1995 e 2013. As colinas residuais com bordas de características abruptas totalizaram 0,01 km² e 0,06km² de área no setor 1, nos anos de 1995 e 2013, respectivamente. As colinas residuais com bordas de características suaves, totalizaram 0,004 km², no ano de 2013, no setor 1. No setor 2, essa feição diminuiu de 0,006km² no ano de 1995 para 0,004 km² (Tabela 1). Essas formas artificiais de relevo, constituídas por material inconsolidado, propiciaram o surgimento de novas feições erosivas devido à reorganização da dinâmica de escoamento da água pluvial em superfície nesses locais. Associado a essa característica das colinas residuais, no Setor 1, a própria constituição litológica, composta por arenitos e argilitos, bem como a retirada da cobertura vegetal natural nas áreas de mineração contribuíram para que fosse possível mapear a existência de 2,7km de sulcos no cenário de 2013 dessa área (Tabela 1).

Além dessas feições, a exploração mineral em cavas a céu aberto pode causar outras alterações morfo-hidrográficas fazendo, por exemplo, com que pequenos canais fluviais sejam soterrados pela deposição de inertes, como é possível constatar no Setor 1 no ano de 2013 (Figura 6). Ou, ainda, afetar o curso dos canais fluviais em áreas que não possuem contato direto com as

minerações, devido aos novos limites impostos aos sistemas ambientais físicos que provocam uma reação em cadeia. Assim, ao disponibilizar uma maior quantidade de sedimentos à montante, que podem ser transportados até as áreas de fundo de vale, pelos canais fluviais, águas pluviais ou mesmo por gravidade, alteram-se padrões de drenagem em determinados setores, que antes eram erosivos e passam a ser deposicionais (PASCHOAL, 2012).

5. Considerações finais

O mapeamento geral da área de estudo, realizado segundo as orientações da norma RCP 77 (CNRS, 1971), a qual fundamenta diversos mapeamentos geomorfológicos desenvolvidos pelo Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT) da Universidade de Coimbra, em Portugal, foi realizado na escala 1:25.000, e mostrou-se eficaz para a análise da morfogênese do relevo. Esse tipo de mapeamento permite a compreensão da organização dos terrenos, embasando outras análises importantes no contexto da apropriação cada vez mais acelerada da terra pelo ser humano, como por exemplo, nas questões de análise de risco e do ordenamento territorial.

Porém, a escala 1:25.000 revelou-se demasiado pequena para a identificação de parâmetros geoindicadores das alterações antrópicas em áreas de mineração a céu aberto de pequeno e médio porte, características da área. Além disso, as orientações do RCP 77 (CNRS, 1971) não especificam uma simbologia adequada para o mapeamento dessas áreas que possam fornecer esses parâmetros. Por esse motivo, dois setores afetados por essa atividade foram selecionados e mapeados na escala 1:10.000 de acordo com as orientações adaptadas da norma RCP 77 (CNRS, 1971) e Tricart (1965), no qual se baseiam os mapeamentos geomorfológicos aplicados à área de mineração de Paschoal (2011) e Paschoal *et al.* (2012a, 2012b), que desenvolveu uma simbologia adequada para esse tipo de atividade, a qual permite a identificação dos parâmetros geoindicadores.

As modificações sobre a superfície e sub-superfície terrestre causada pelo ser humano em áreas de mineração implicaram uma alteração nas dimensões de elementos passíveis de serem mensurados. Os pares estereoscópicos de fotografias aéreas do ano de 1995, na escala aproximada de 1:25.000 e imagens disponíveis no Google Earth®, do ano de 2013, possibilitaram identifi-

car uma fase de perturbação ativa, em que foi possível retratar modificações expressivas na paisagem e que implicam em alterações nas dimensões de elementos do relevo, permitindo configurá-lo como representativo da geomorfologia antropogênica. Assim, a união adaptada das duas técnicas de mapeamento permitiu a obtenção de parâmetros geoindicadores, como a área ocupada por colinas residuais derivada de atividade minerária e por lagoas artificiais geradas em área de mineração, ambos com medidas expressas em km². Também foram considerados patamares em cava de mineração de características suaves e abruptas e a presença de sulcos erosivos, com unidade métrica expressa em km.

A comparação entre os parâmetros geoindicadores dos anos de 1958, 1995 e 2013 permitiu identificar interflúvios descaracterizados, a dinamização dos processos de denudação e de sedimentação, alterações no escoamento pluvial e cursos d'água, afloramento do lençol freático, entre outros, nos quais o ser humano se torna responsável pelo esculpimento da paisagem por meio da imposição de mecanismos de controle aos processos naturais. Desta forma, a técnica utilizada permitiu comprovar a existência de alterações antrópicas nos locais destinados às atividades minerárias.

Por fim, salienta-se que a proposta de fusão entre as duas técnicas apresentadas neste artigo, permitiu a obtenção de um mapeamento geomorfológico minucioso para a análise do relevo em áreas de mineração a céu aberto de pequeno e médio porte. Essa afirmação se comprova, sobretudo, diante do resultado obtido por meio da sobreposição das simbologias desenvolvidas e aplicadas em áreas de mineração por pesquisadores do LAGEO da UNESP/Campus Rio Claro, sobre o Modelo Sombreado do Relevo (*Hillshade*), utilizado nos mapeamentos de investigadores do CEGOT, da Universidade de Coimbra, o que torna possível observar, por meio da análise de um único cenário, as formas originais do relevo, como fundos de vales, vertentes e topos, e compreender as alterações provocadas sobre essas feições pela atividade mineradora.

6. Referências Bibliográficas

ATLAS do Ambiente de Portugal. Mapa pedológico. Disponível em: <<http://sniamb.apambiente.pt/atlas/>>. Acesso em 23 Nov. 2013.

BERGER A. R. Assessing rapid environmental change using

geoindicators. **Environment Geology**, Springer, Berlin, v. 32, n.1, p. 36-44, 1997.

BERGER A.R.; J. SATKUNAS. Introduction to special issue of Environmental Geology journal on geoindicators. **Environment Geology**, Springer, Berlin, v. 42, p. 709-710, 2002.

BROWN, E. H. O Homem modela a terra. **Boletim Geográfico**. Rio de Janeiro, v. 30, n. 222, p. 3 – 18, Maio/Jun. 1971.

CAILLEUX, A.; TRICART. J. O problema de classificação dos fatos geomorfológicos. **Boletim Geográfico**. Rio de Janeiro, v.24, n.188, p. 643 – 709, 1965.

CASSETI, V. **Elementos de geomorfologia**. Goiânia: Editora de UFG, 1994, 137 p.

COLTRINARI, L.; MCCALL, G. J. H. Geoindicadores: Ciências da Terra e mudanças ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo DG/FFLCH-USP, n.9, p. 5 – 11, 1997.

COLTRINARI, L. Mudanças ambientais globais e geoindicadores. **Pesquisa em Geociências**, Porto Alegre - RS, v. 28, n. 2, p. 307 – 314, 2001.

CNRS. **Mémoires et Documents**. Cartographie geomorphologique travaux de la R.C.P. 77. Paris: Nouvelle Série, vol. 12, 1971, 119 p.

CUNHA, C. M. L. ; PINTON, L. G . A cartografia do relevo como subsídio para a análise morfogenética de setor cuestasiforme. **Mercator** (Fortaleza. Online), v. 12, p. 149-158, 2013.

CUNHA, C. M. L; A cartografia geomorfológica como instrumento de análise das fragilidades ambientais: Um exemplo no litoral brasileiro. **Revista GeoNorte**, v. 2, p. 01-10, 2012.

_____. **Quantificação e mapeamento das perdas de solo por erosão com base na malha fundiária**. Dissertação (Mestrado em Organização do Espaço) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1997.

CUNHA, L. **As serras calcárias de Condeixa-Sicó-Alvaiázere**. Coimbra: Instituto Nacional de Investigação Científica, 1990, 329 p.

CUNHA, L.; ALMEIDA, António Campar de - António Ferreira Soares e a geomorfologia do Baixo Mondego. In Callapez, Pedro Miguel (ed.) - **A terra: conflitos e ordem**: homenagem ao Professor Ferreira Soares. Coimbra, 2008, p. 17-24.

CUNHA, L. Portugal's mountain regions .Challenges for the 21st century. In: JONES, G.; LEIMGRUBER, W.; NEL, E., editors. **“Issues in Geographical Marginality : papers presented during the Meetings of the Commission on Evolving Issues of Geographical Marginality in the Early 21st Century**

- World, 2001- 2004". Grahamstown: Rhodes University, p. 2001–2004, 2007.
- CUNHA, L.; LEAL, C.; Natureza e sociedade no estudo dos riscos naturais. Exemplos de aplicação ao ordenamento do território no município de Torres Novas (Portugal). In Passos, M. M., Cunha, L. e Jacinto, R. **As novas geografias dos países de língua portuguesa. Paisagens territórios e políticas no Brasil e em Portugal**, Geografia em Movimento, S. Paulo, 2012, pp. 47-66.
- DREW, D. **Processos Interativos Homem-Meio Ambiente**. Trad. SANTOS, J. A. do. Rio de Janeiro: Bertrand, 2. ed., 1989, 206 p.
- ESTAIANO, J. C. **Impactos da Mineração em planícies da mineração de areia em planícies fluviais meândricas da bacia hidrográfica do alto Tietê: O caso do rio Embu-Guaçu, São Paulo –SP**. 2007, 185 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – FFLCH, USP, São Paulo, 2007.
- GOLOMB, B.; EDER, H. M. Landforms made by man. **Landscape**, n. 14, p. 4-7, 1964.
- GOUDIE, A. *Environmental Change*. New York : Clarendon Press, 1977. 244 p.
- _____. Foreword. In: SZABÓ, J.; LÓRANT, D.; LÓCZY, D. **Anthropogenic Geomorphology: a guide to man made landforms**. London: Springer, 2010. 260 p.
- _____. Human influence in geomorphology. **Geomorphology**, v. 7, 1993, p. 37 – 59.
- _____. **The human impact on the natural environment**. Cambridge: The MIT Press, 1986, 338 p.
- GUPTA, A. Geoinicators for tropical Urbanization. **Environmental Geology**, v. 42, p. 736–742, 2002.
- HAFF , P. K. **Neogeomorphology, prediction, and the anthropic landscape**. Durham: Division of Earth and Ocean Sciences, Nicholas School of the Environment and Earth Sciences, Duke University, 2001, p. 1 – 22. Disponível em: <http://people.duke.edu/~haff/geomorph_abs/neogeomorph%20paper/neogeomorphology.pdf>. Acesso em 01 Nov. 2012.
- NIR, D. **Man, a geomorphological agent**. Jerusalém: Keter Publishing House, 1983, 165 p.
- PASCHOAL, L. G.; CONCEIÇÃO, F. T.; CUNHA, C. M. L. Utilização do ArcGis 9.3 na elaboração de simbologias para mapeamentos geomorfológicos: Uma aplicação na área do Complexo Argileiro de Santa Gertrudes/SP. 2010. In: **VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia**. Recife: 2010, 13 p.
- PASCHOAL, L. G. **Dinâmica do uso e ocupação da terra em área de mineração de argila: O caso da bacia hidrígrfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP**. 2010, 90 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011.
- _____. Estudo dos efeitos da criação de morfologias antropogênicas em área de mineração. 2014, 177f. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2014.
- PASCHOAL, L. G.; CONCEIÇÃO, F. T.; CUNHA, M. L. Alterações hidrogeomorfológicas devido à dinâmica de uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes (SP). **Revista Brasileira de Geociências**, Paraná, 42 (Suppl 1), 2012a, p. 69-82.
- PASCHOAL, L. G.; CUNHA, M. L., CONCEIÇÃO, F. T.; A cartografia geomorfológica como subsídio para a análise do relevo geomorfológica como subsídio para a análise do relevo antropogênico em área de mineração. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.13, n.4, (Out-Dez), 2012b, p.379-391.
- PENVEN, M. J.; MONTIER, C.; BRUNSTEIN, T.; MUXART, T.; SEBBAB, H. La cartographie géomorphologique. **Géochronique**, Société Géologique de France, n.65, 1998, p. 17 – 37.
- PRICE, S. J.; FORD, J. R.; COOPER, A. H.; NEAL, C. Humans as major geological and geomorphological agents in the Anthropocene: the significance of artificial ground in Great Britain. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London A**, n. 369, v. 1938, 2011, p. 1056-1084.
- RAMOS A. M.; CUNHA L.; CUNHA P. P. Cartografia geomorfológica aplicada ao ordenamento do território área da figueira da foz – Nazaré (Portugal central) **Revista Geonorte**, Manaus/AM, Edição Especial, v.3, n.4, p. 1433-1449, 2012a.
- RAMOS A. M.; CUNHA P. P.; CUNHA L. S., GOMES A., LOPES F. C.; BUYLAERT J. P., MURRAY A. S. The River Mondego terraces at the Figueira da Foz coastal area (western central Portugal): Geomorphological and sedimentological characterization of a terrace staircase affected by differential uplift and glacio-eustasy. **Geomorphology**, v. 165–166, 2012b, p. 107–123.
- RAMOS, A. 2000. **Organização e significado dos depósitos mais recentes do estuário do rio Mondego**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Coimbra, 200 p.
- RAMOS, A. 2008. **O Pliocénico e o Plistocénico da plataforma litoral entre os palarelos do Cabo Mondego e da Nazaré**. Tese de Doutorado. Universidade de Coimbra. 329 p.

- RODRIGUES, C. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos Geográficos e ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, FFLCH, USP, São Paulo, n. 14, p. 69 – 77, 2001.
- _____. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de Planejamento Urbano: exemplo da metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia**, Presidente Prudente, v. 17, p. 101–111, 2005.
- RODRIGUES, C.; COLTRINARI, L. Geoindicators of urbanization effects in humid tropical environment: São Paulo (Brazil) Metropolitan Area. In: 32nd International Geological Congress, 2004. **Proceedings of 32nd International Geological Congress**, 2004, p. 976-976.
- _____. Urbanization and geomorphologic changes in humid tropical environment: methodological propose for Sao Paulo/Brazil. In: Sixth International Conference on Geomorphology, 2005, Zaragoza. **Proceedings of Sixth International Conference on Geomorphology**, 2005, p. 418.
- SANTOS, P. M. P. 2009. **Cartografia de áreas inundáveis a partir do método de reconstituição hidrogeomorfológica e do método hidrológico-hidráulico. Estudo comparativo na bacia hidrográfica do rio Arunca**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Coimbra. 163 p.
- SANTOS, J. A. B. **Geomorfologia fluvial e evolução quaternária da bacia do Mondego**. Tese em Geografia. Instituto de Estudos Geográficos, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, 202 p., 2009.
- SATO, S. E.; CUNHA, C. M. L.; O mapeamento geomorfológico em áreas litorâneas: O caso do município de Mongaguá (SP). **CLIMEP. Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 7, p. 1-23, 2013.
- SHERLOCK, R. L. **Man as a geological agent: an account of his action on inanimate nature**. London: High Holborn, 1922. 404 p.
- SILVEIRA, A.; CUNHA, C. M. L. Caracterização Geomorfológica em Área de Expansão Urbana: uma Contribuição ao Planejamento Territorial. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, p. 235-244, 2012.
- SILVEIRA, A.; CUNHA, C. M. L. . Cartografia Geomorfológica como Subsídio para a Análise das Interferências do Uso da Terra no Desencadeamento dos Processos Erosivos: um Estudo em Área Canavieira. **Ra'e ga (UFPR)**, v. 21, p. 365-391, 2011.
- SIMON, A. L. H. ; CUNHA, C. M. L. da . Alterações Geomorfológicas Derivadas da Intervenção de Atividades Antrópicas: análise temporal na Bacia do Arroio Santa Bárbara - Pelotas (RS). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 9, p. 29-38, 2008.
- SIMON, A. L. H. ; CUNHA, C. M. L. da . As alterações na dinâmica fluvial da bacia hidrográfica do Arroio Santa Bárbara - Pelotas (RS). **Geografia (Rio Claro)**, v. 32, p. 629-644, 2007.
- SIMON A.L.H. **Influência do reservatório de Barra Bonita sobre a morfohidrografia da baixa bacia do Rio Piracicaba: contribuições a Geomorfologia Antropogênica**. 2010. 150 p. Tese (Doutorado em Geografia) - IGCE/UNESP Rio Claro, 2011.
- SUERTEGARAY, D. M. A; NUNES, J. O. R. A natureza da geografia física na geografia. **Terra Livre**, São Paulo, n. 17, 2 sem. 2001, 182 p.
- SZABÓ, J. Anthropogenic Geomorphology: Subject and System. In: SZABÓ, J.; LÓRANT, D.; LÓCZY, D. **Anthropogenic Geomorphology: a guide to man made landforms**. London: Springer, 2010. 260 p.
- TAVARES, A. O.; CUNHA, L. Perigosidade natural na gestão territorial: o caso do Município de Coimbra. In Callapez, Pedro Miguel (ed.) - **A terra: conflitos e ordem - Homenagem ao Professor Ferreira Soares**. Coimbra, 2008, p. 89-100.
- THOMAZINI, L. S. ; SILVESTRE, E. R. ; CUNHA, C. M. L.; Análise comparativa de técnicas cartográficas para o mapeamento clinográfico. **Revista GeoNorte**, v. 2, p. 1206-1216, 2012.
- TRICART, J. La Geomorphologie et les hommes. **Rev. Geom. Dynamique**. v. 4, 1953, p. 154 – 156.
- TRICART, J. **Principes et méthodes de la géomorphologie**. Paris: Masson, 1965.
- ZBYSZEWSKI, G. M.; FERREIRA, O. V. **Carta Geológica de Portugal na escala de 1:50.000**. Notícia Explicativa da Folha 23-A Pombal. Lisboa: Direção Geral de Minas e serviços geológicos, 1978, 62 p.