



## EVOLUÇÃO ANTROPOGENICA DO RELEVO EM ÁREAS DE MINERAÇÃO DO DISTRITO DE ITAOCA, CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM (ES), BRASIL

## ANTHROPOGENIC EVOLUTION OF THE RELIEF IN SOME MINING AREAS ON THE DISTRICT ITAOCA, IN THE CITY OF CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM (ES), BRAZIL

**Juliana Mendes Frechiani**

Universidade Federal do Espírito Santo - UFES  
Av. Fernando Ferrari, 514 - Goiabeiras, Vitória - ES, 29075-910  
E-mail: julianamfrechiani@gmail.com

**Eberval Marchioro**

Universidade Federal do Espírito Santo - UFES  
Av. Fernando Ferrari, 514 - Goiabeiras, Vitória - ES, 29075-910  
E-mail: ebervalm@gmail.com

### Informações sobre o Artigo

Data de Recebimento:  
10/2016  
Data de Aprovação:  
02/2017

### Resumo

Esse trabalho visa analisar a evolução antropogênica do relevo em algumas áreas de mineração no distrito de Itaoca, município de Cachoeiro de Itapemirim (ES). Para a obtenção das variáveis geomorfológicas declividade, curvatura horizontal (Convergente, Planar e Divergente), curvatura vertical (Côncavo, Retilínea e Convexa) e formas de terreno, foram utilizadas curvas de nível com equidistância de 10 em 10 metros de três áreas escolhidas no distrito. Para a elaboração do mapeamento do uso e cobertura da terra do

distrito na escala de 1:5.000, foram utilizadas fotografias aéreas obtidas junto ao Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal (IDAF) no primeiro período, denominado de 1970 e, da Hiparc Geotecnologias Ltda., no segundo período, denominado ano de 2012; sua classificação foi realizada a partir da tabela de classificação utilizada pela HIPARC Geotecnologia Ltda, a serviço do Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA) no ano de 2012. Todo o processamento e geração de mapas foi realizado no ArcGisTM 10.2. Os resultados evidenciam o predomínio do uso e cobertura da terra de Pastagem nos dois períodos, a duplicação da área de mineração de 2,07% em 1970, para 4, 65% em 2012, a ampliação da massa de água associada a exploração em lavra de 2,40% em 1970 para 2.63% no ano de 2012. As variáveis geomorfológicas das três áreas escolhidas sofreram profundas alterações de um período para o outro devido a exploração mineral, gerando em alguns casos “Lagoa antropogênica ou antrópica de mineração” e “escarpa de mineração”, bem como, modificações na dinâmica hidrológica superficial e subsuperficial.

**Palavras-chave:** Geomorfologia. Antropogeomorfologia. Mineração.

### Abstract

This main goal of this work was to analyze the anthropogenic evolution of the relief (topography) of some mining areas of the Itaoca district, in the city of Cachoeiro de Itapemirim, at the Espírito Santo State, Brazil. To obtain the geomorphological variables [such as: slope, horizontal curvature (convergent, planar and divergent), vertical curvature (concave, rectilinear and convex) and terrain forms], level curves, recorded for equidistance steps of 10 meters, were obtained for three areas of the Itaoca district previously chosen. To the elaboration of the mapping of the use and covering of the district land, for a scale of 1:5.000, aerial photographs, recorded by the Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal (IDAF) during the first period (year of 1970) and, at the second period (year of 2012) by the Hiparc Geotecnologias Ltda., were systematically used in this work. The aerial photograph classifications were done following the experimental procedures established by the HIPARC Geotecnologia Ltda.; an agency that worked for the Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA) at the year of 2012. The ArcGisTM 10.2 program has been used to process and to perform the map generations. The main results can be organized as: (i) it has been demonstrated that the predominance of the use and covering of the pastureland occur on both periods, (ii)

there was, during the analyzed periods, a significant increasing of the mining area from 2,07% in 1970, to 4,65% in 2012, (iii) the amplification of the water mass, associated with the exploration in mining, has also increased from 2,40% in 1970 to 2,63% in the year of 2012. So, these results suggested that the geomorphological variables of the three chosen areas have suffered deep transformations from one period to the other mainly caused by the mineral exploitation, which, in fact, generates, in some cases, "anthropogenic or anthropic lagoon of mining" and/or "mining scarp", together with superficial and sub-superficial modifications on the hydrological dynamic of the analyzed areas.

**Keywords:** Geomorphology. Antropogeomorphology. Mining.

---

## 1. Introdução

Levando-se em consideração a diversidade de fatores envolvidos em sua evolução, as formas do relevo apresentam enorme variação devido aos processos que atuaram ao longo das diversas escalas temporais e, que durante décadas estiveram atreladas as causas naturais e, a escala de tempo geológico, representando um ajuste dinâmico (YOUNG, 1978; SUMMERFIELD, 1991).

Apesar disto, desde o último século, o homem tem se colocado numa posição de destaque como agente geomorfológico (RODRIGUES, 2005). Desta forma, intervenções antrópicas provocaram a criação de ambientes antrópicos, isto é, aqueles que não possuem mais as características da morfologia original.

A partir deste novo agente transformador da paisagem, os processos antes manifestados em escala de tempo geológico, passam a ocorrer num intervalo curto de tempo, denominado de histórico (PEREZ-FILHO; QUARESMA, 2011), corroborando para, por exemplo, o aumento das taxas de perda de solo, poluição dos rios, o surgimento de feições erosivas, promovendo alterações na morfologia do relevo da terra.

Nesta linha, diversos trabalhos salientam como os fatores antrópicos atuam na morfologia do relevo, que podem ser agrupados genericamente naqueles relacionados ao escoamento superficial e a erosão em áreas agrícolas e urbanas (KILMARTIN, 1989; COELHO NETO, 1987 e 1995; GUERRA, 1995; BOTELHO, 1999; D'AGOSTINI, 1999; CROKE et al., 2005; NEGLEY; ESHLEMAN, 2006; STEVENS et al., 2009; KATPATAL; PATIL, 2010; NACINOVIC et al., 2014; os associando a subsidência (WHITTAKER; REDDISH, 1989; JAMBRIK, 1995; WOLKERSDORFER; THIEM, 1999; HERRERA et al., 2012; aos escorregamentos e as corridas (CARSON; KIRKBY, 1972; De PLOEY; CRUZ, 1979; SELBY, 1993; FERNANDES; AMARAL, 1996; GUERRERO et al., 2008; RICO et al., 2008) e, mais recentemente, aqueles relacionados a erosão e mudanças na morfologia do relevo pela atividade de mineração (THURMAN; SENCINDIVER, 1986; BRIERLEY; FRYIRS, 2006; ROGICH; MATOS, 2008; HANCOCK et al., 2006 e 2008; HE et al., 2009; HERRERA et al., 2010; VIDAL et al., 2013; KOBAYASHI et al., 2014) entre diversos outros.

Diante da diversidade de fatores antropogênicos atuantes na evolução das vertentes, ultimamente tem se destacado aqueles relacionados a atividade de mineração, que tem promovido a escavação e o deslocamento de materiais da superfície da Terra para diferentes fins.

Guerra e Marçal (2006), salientam que de todas as alterações antrópicas, a mineração é uma das que mais altera o relevo em curto espaço de tempo, sendo espacialmente pontuais.

Luttig (1987) enfatiza que, a larga atividade de mineração associado a construção civil, moveu aproximadamente 20 t pers<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> nas nações industrializadas. Na década de 1990, no Estados Unidos da América foi confirmado uma retirada de 16,8 t pers<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> (HOOKE, 1999), 16,5 t pers<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> na Inglaterra (DOUGLAS; LAWSON, 2000). Ainda segundo esses últimos autores, a taxa média global anual de extração de rochas é de ~9.3 t pers<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>. Por outro lado, Guthrie (2015), salienta que na literatura internacional, a remoção de sedimentos pela atividade de mineração varia entre <0,1 e > 10mmy<sup>-1</sup>.

No Brasil, os estudos geomorfológicos associados a atividade de mineração, estão sendo desenvolvidos a luz da geomorfologia antropogênica com diferentes enfoques, tais como aqueles voltados ao mapeamento geomorfológico, a identificação de problemas socioambientais, as transformações no uso e cobertura da terra, modificações sobre a morfologia dos rios e a geoquímica das águas superficiais, como destacados nos trabalhos de Ferreira (1991), Fujimoto (2005), Penteado e Fujimoto (2006); Vieira e Cunha (2008), Raposo et al. (2009) e Barros et al. (2009), Pinto e Passos (2011), Andrade (2012), Andrade-Silva et al (2014), Paschoal e Cunha (2012), Pereira (2013), Pontes et al. (2013), Bruch (2014), Paschoal et al. (2015), Paula e Castro (2015), Frechiani (2015), Zanatta et al. (2015).

Diante do exposto e, visando contribuir com a temática, este trabalho tem por objetivo analisar a evolução morfológica das vertentes associado a mineração de Mármore e Granito no Distrito de Itaoca no município de Cachoeiro de Itapemirim (ES).

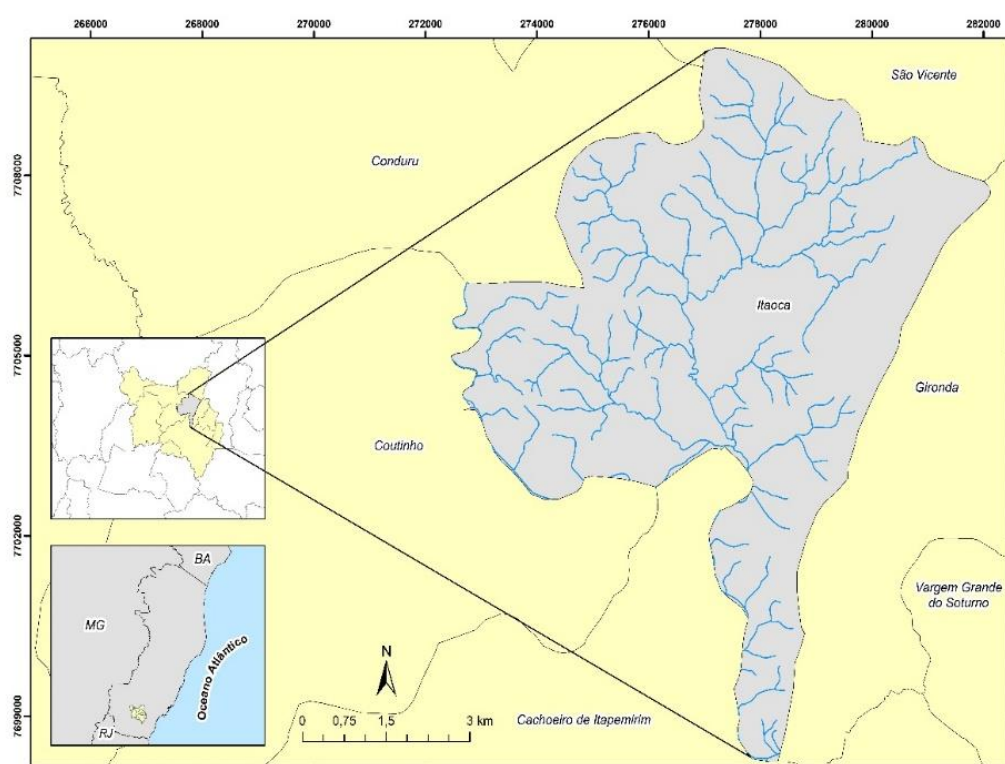
A escolha dessa área, deve-se ao fato de que o distrito de Itaoca, no Município de Cachoeiro de Itapemirim (ES), é responsável por 12,58% de exportações capixabas de blocos (CENTRO ROCHAS, 2014). Outro aspecto que corrobora para o desenvolvimento desse estudo em território capixaba, é o fato de que a exploração de rochas ornamentais é o terceiro maior gerador de receita para o Espírito Santo e, responde por 7% do produto interno bruto (PIB) capixaba. De acordo com o Atlas de Rochas Ornamentais do Estado do Espírito, das 26 maiores empresas brasileiras exportadoras de rochas ornamentais com faturamento superior a US\$ 10 milhões em 2007, 21 encontram-se instaladas no Espírito Santo e, concentra mais da metade do parque industrial brasileiro (SARDOU-FILHO, 2013).

## **2. Área de Estudo**

O Distrito de Itaoca é parte integrante do município de Cachoeiro de Itapemirim que está localizado ao sul do Espírito Santo e, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), possui uma área de 878,179 km<sup>2</sup> e uma população estimada para o ano de 2016 de acordo com o mesmo de 210,325 habitantes (Figura 1).

O histórico minerador do município de Cachoeiro de Itapemirim remonta-se a 1874, com a produção de cal a partir do calcário extraído das jazidas da região denominada Campo de São Felipe, hoje bairro Aeroporto. Com isso, as atividades foram intensificadas e houve a descoberta de jazidas de calcário, de grande potencial produtivo na região da Serra de Itaoca e Prosperidade, que passaram a abastecer a fábrica de cimento, que iniciou as atividades em 1924 (QUALHANO, 2005).

De acordo PROATER (2011), elaborado pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), o município de Cachoeiro apresenta um total médio anual de precipitação de 1.200mm, havendo duas estações distintas, a seca, correspondente aos meses de abril a setembro e, a chuvosa, abrangendo o período de outubro a março e, temperatura média anual de 25°.



**FIGURA 1:** Localização do Distrito de Itaoca em relação ao município de Cachoeiro de Itapemirim (ES).

De acordo PROATER (2011), elaborado pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), o município de Cachoeiro apresenta um total médio anual de precipitação de 1.200mm, havendo duas estações distintas, a seca, correspondente aos meses de abril a setembro e, a chuvosa, abrangendo o período de outubro a março e, temperatura média anual de 25°.

O clima do município é fortemente influenciado pela incidência das massas de ar Polar Atlântica, Massa Equatorial Continental e Tropical Atlântica e Continental ao longo dos diferentes períodos do ano, repercutindo-se na modificação da temperatura, umidade, vento e pressão atmosférica (MARCHIORO, 2012). A confluência entre as massas de ar Polar Atlântica e

Equatorial Continental formam a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que, segundo Marchioro et al. (2016), ocasiona elevado total pluviométrico ao longo de alguns dias para o Estado do Espírito Santo.

No distrito de Itaoca, ao norte, predominam os granitoides foliados a gnáissicos predominantemente metaluminosos, calcialcalinos do tipo tonalito Alto Guandu. Na parte central do distrito, encontra-se o Maciço Santa Angélica com predomínio de granito. Na porção nordeste e leste, encontram-se mármore, calcita e calcário, que são substâncias extraídas para mineração (CPRM, 2013) (Figura 2).

O relevo de Itaoca é oriundo de processos desnudacionais fracos a muito fortes, com diferentes morfologias e ocupações. A pedologia de acordo com o Diagnóstico geo-biofísico e Carta temática de Vulnerabilidade Natural Convênio nº 013/2008 (2010), Itaoca possui as classes Chernossolos e Argissolos.

Em relação à hidrografia, Itaoca faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim, que tem como principais afluentes os rios Itapemirim e Castelo.

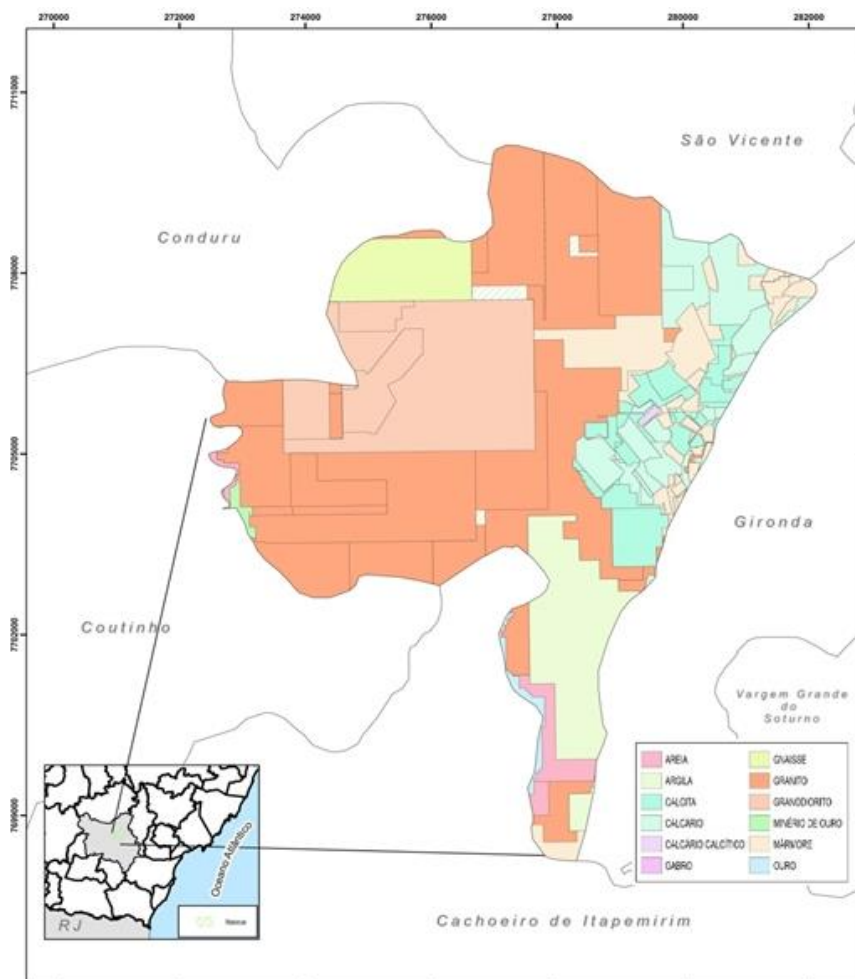


FIGURA 2: Distribuição de minerais e rochas do distrito de Itaoca, em Cachoeiro de Itapemirim (ES).

### 3. Metodologia

A orientação metodológica do presente trabalho está vinculada a Teoria Geral dos Sistemas aplicada à Geografia e, a Geomorfologia Antropogênica, conforme proposta de Nir (1983), que coloca em pauta a influência do homem sobre a morfologia do relevo, e, também nos fluxos e na dinâmica local.

Neste sentido, a área selecionada para estudo se enquadra nas características dos sistemas controlados, devido à atuação do homem sobre os mecanismos de processos-respostas, cuja complexidade passa a ser aumentada.

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizadas as bases cartográficas descrita na Tabela 1.

Inicialmente, foi obtida a base cartográfica a partir da delimitação do distrito de Itaoca, com a utilização de curvas de nível com equidistância e períodos diferentes: o primeiro período, denominado de ano 1970 possuía curvas dispostas num intervalo de 20 em 20 metros e, o segundo período, denominado de ano de 2012, as curvas possuíam precisão com detalhe maior com intervalo de 5 em 5 metros. Para que fosse possível a comparação métrica e morfológica dos períodos estudados, foi necessário a equivalência entre as curvas, sendo esse valor de 10 metros em ambos. O sistema geodésico de referência foi o SIRGAS 2000/UTM zone 24S.

**TABELA 1**  
Base de dados utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho.

<b>Dados Cartográficos</b>	<b>Fonte/Ano</b>	<b>Escala</b>	<b>Aspectos Analisados</b>
Fotografia Aérea	IDAF (1970)	1:20.000	Utilizadas para fazer o mapeamento do uso e cobertura da terra de 1970.
Imagens Aéreas (Ortofotos)	HIPARC (2012)	1:5.000	Reclassificação do uso e cobertura da terra.
Curvas de Nível	IBGE (1970)	20m	As curvas de nível com equidistância de 5 metros foram utilizadas para a produção do mapa hipsométrico e da declividade.
Curvas de Nível	HIPARC (2012)	5m	As curvas de nível com equidistância de 5 metros foram utilizadas para a produção do mapa hipsométrico e da declividade.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Para o mapeamento do uso e cobertura da terra do Distrito de Itaoca (ES) foram utilizadas fotografias aéreas adquiridas junto ao Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal (IDAF) no

primeiro período, denominado de 1970 e, a Hiparc Geotecnologias Ltda., no segundo período, denominado ano de 2012. O mapeamento do uso e cobertura da terra foi feito na escala de 1:5.000, a partir da tabela de classificação utilizada pela HIPARC Geotecnologia Ltda, a serviço do Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA) no ano de 2012.

- As fotografias aéreas de 1970, foram tomadas por uma câmera ZEISS RMK A 15/23, numa escala média de 1:20.000 com distância focal de 152,878 mm. As fotografias deste período foram digitalizadas por um scanner não fotogramétrico com resolução de 300 dpi, sendo necessário a utilização do software AgisoftPhotoScan 1.1.6, o qual se baseia na técnica de visão computacional Scale Invariant Feature Transform (SIFT) para o processamento das correspondências entre as imagens, onde foi possível a geração de um mosaico ortorretificado, sendo georreferenciado posteriormente no ArcGis10.2TM (ESRI, 2013). As fotografias aéreas do ano 2012 foram obtidas por uma câmera digital UltraCamLp da VEXCEL, com precisão da escala de 1:10.000, com Ground Sample Distance (GSD) de 25 cm para a banda Pancromática e e, 55 cm para as bandas multiespectral. A sobreposição longitudinal e lateral foram de 60% e 30%, respectivamente, com precisão do Ortofotomosaico gerado neste projeto de 1: 10.000.

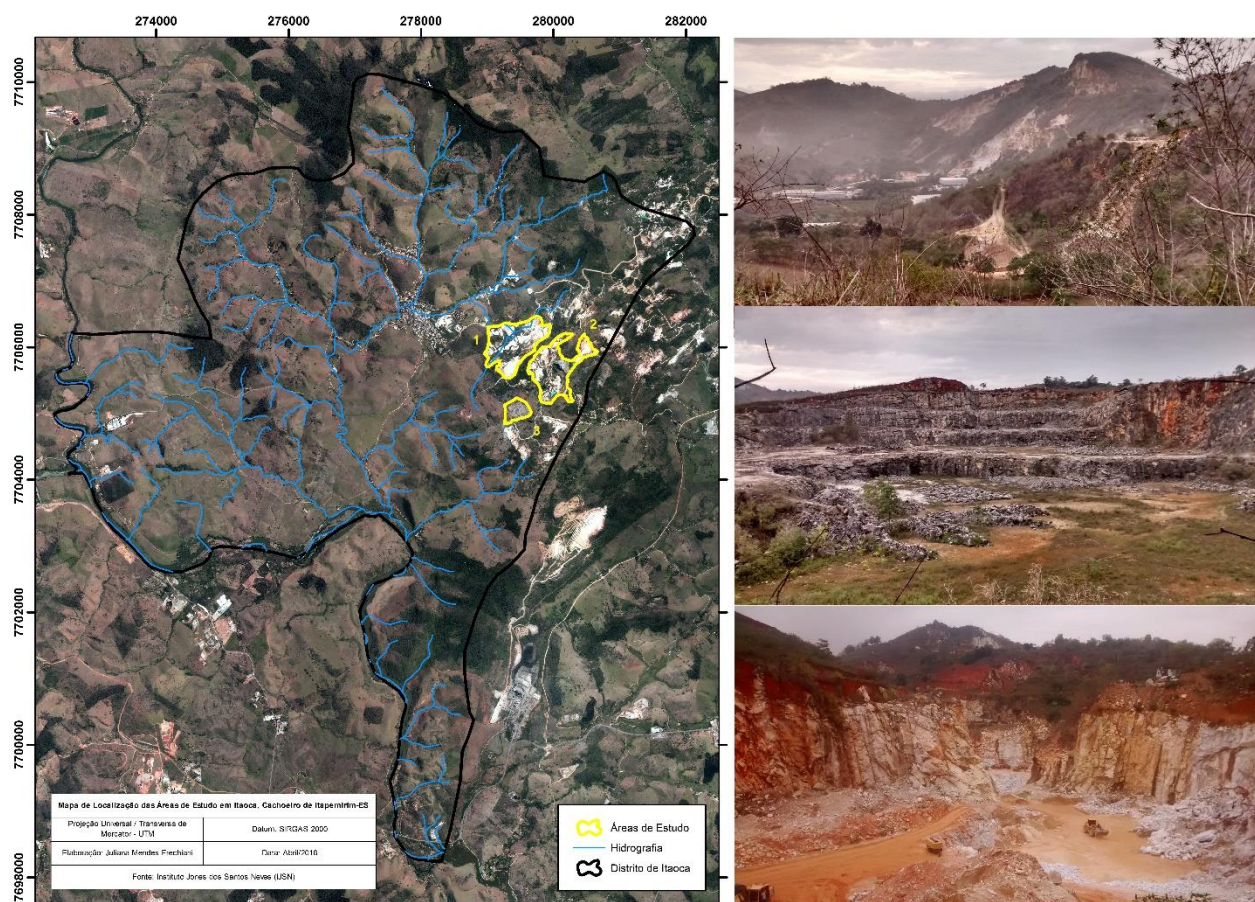
As variações geomorfológicas mapeadas para a verificação da ação antropogênica, foram: a declividade (EMBRAPA, 1999), curvatura horizontal (Convergente, Planar e Divergente), curvatura vertical (Côncavo, Retilínea e Convexa) e formas de terreno (FITZ, 2008; VALERIANO, 2010; NETO, 2013).

Para a análise das variáveis acima, foi criado um arquivo raster, onde foi permitido a opção de mudança no intervalo entre as curvas, passando a adotar o valor de 10 metros em ambos períodos como dito anteriormente. Com o raster, foi analisado primeiramente a declividade de cada área em cada ano a partir da classificação da EMBRAPA (1999).

Os dados de curvaturas e formas de terreno foram obtidos manualmente através do ArcGis10.2TM, onde foram analisados os valores mínimo e máximo que representassem a área de forma verídica. A análise das curvaturas (vertical, horizontal e formas de terreno) é um importante instrumento, pois permite observar a relação dos fluxos de água e matéria conforme a morfologia. A ferramenta operacional utilizada foi a Curvature (3d Analyst), sendo o arquivo de entrada o raster dos dois períodos, esses elaborados e analisados separadamente.

Em função do tamanho da área de estudos e, as diversas alterações presenciadas em trabalho de campo, foram escolhidas três áreas para apresentar as mudanças antropogênicas no Distrito de Itaoca (ES), sendo denominadas de área 1, 2 e 3 (Figura 3).

.



**FIGURA 3:** Áreas definidas para verificação das alterações antropogênicas entre 1970 e 2012. Fonte: Elaborado pelos autores.

#### 4. Resultados e Discussão

São apresentados e discutidos os resultados obtidos das três áreas analisadas no Distrito de Itaoca no Município de Cachoeiro de Itapemirim (ES).

##### Uso e cobertura da terra do distrito de Itaoca

No que diz respeito à evolução do uso e cobertura da terra, predomina a classe de pastagem, tanto para o ano de 1970 quanto para o ano de 2012 (Tabela 2). Contudo, é possível verificar uma redução em seu percentual de cobertura para o ano de 2012 de 16,04%.

Com relação as áreas de mineração, verificou-se que ocorre uma concentração intensa na região nordeste e leste do Distrito de Itaoca, sendo que ocorreu entre o primeiro e segundo período de análise uma mudança drástica da paisagem e, a duplicação da área de atuação da extração de 2,07% para, no ano de 2012, 4,65% (Tabela 2).



**TABELA 2**

Uso e cobertura da terra do município de Itaoca nos anos de 1970 e 2012.

<b>Classes/Ano</b>	<b>1970</b>	<b>2012</b>
Afloramento Rochoso	0,02%	0,27%
Área Edificada	0,28%	1,04%
Brejo	0,00%	0,11%
Cultivo Agrícola – Café	0,23%	0,78%
Cultivo Agrícola – Côco-Da-Baía	0,02%	0,02%
Cultivo Agrícola – Outros Cultivos Permanentes	0,80%	0,25%
Cultivo Agrícola - Outros Cultivos Temporários	0,00%	0,21%
Cultivo Agrícola - Cana-de-Açúcar	0,00%	0,08%
Extração de Mineração	<b>2,07%</b>	<b>4,65%</b>
Macega	1,23%	5,63%
Massa D'Água	<b>2,40%</b>	<b>2,63%</b>
Mata Nativa	6,94%	6,50%
Mata Nativa em Estágio Inicial de Regeneração	2,56%	5,50%
Pastagem	82,90%	66,86%
Reflorestamento – Eucalipto	0,05%	0,85%
Solo Exposto	0,23%	0,12%
Outros	0,27%	4,50%
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Elaborada pelos autores.

A área de massa de água sofreu um pequeno aumento entre os períodos estudados, passando de 2,43% no primeiro período, para 2,65% no segundo período. Em ambos os períodos, sua origem está associada à mineração, pois com o aprofundamento da exploração por meio da lavra em cava ou fossa atingiu-se o lençol freático e/ou as crateras originárias funcionarem como área de convergência de águas superficiais e subsuperficiais das encostas e, das chuvas, intitulada na mineração como “pós atividade mineradora”, ou aqui sugerido, como “Lagoa antropogênica ou antrópica de mineração”.

## Área 1

Está localizada na porção central do distrito (Figura 3) e, possui corpos d'água dentro da área de exploração e, de acordo com dados do DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral) no ano de 2015, as substâncias extraídas foram calcita e mármore.

Ao se analisar a declividade dessa área, observou-se que no ano de 1970 o relevo era predominantemente suave ondulado e fortemente ondulado, com, respectivamente 28,53% e 25,09% da área. No segundo período de 2012, ocorreu o avanço da forma fortemente ondulada

para 44,61% e, a redução do relevo suave ondulado para 11% (Tabela 3), comprovando assim a transformação da vertente ocasionada pela mineração.

**TABELA 3**  
Parâmetros físicos da área de mineração 1 no Distrito de Itaoca  
**Área 1**

Parâmetros Analisados	Períodos		
	Classificação	1970 (%)	2012 (%)
Declividade (EMBRAPA, 1999)	<i>Plano (0 a 3)</i>	13,55%	13,13%
	<i>Suave Ondulado (3 a 8)</i>	28,53%	11,00%
	<i>Ondulado (8 a 20)</i>	13,56%	23,99%
	<i>Fortemente Ondulado (20 a 45)</i>	25,09%	44,61%
	<i>Montanhoso (45 a 70)</i>	15,35%	7,13%
	<i>Escarpado (Acima de 75)</i>	3,92%	0,14%
Curvatura Vertical	<i>Convexa</i>	9,00%	17,45%
	<i>Retilínea</i>	64,20%	53,63%
	<i>Côncava</i>	26,80%	28,92%
Curvatura Horizontal	<i>Convergente</i>	6,72%	13,79%
	<i>Plana</i>	86,75%	72,79%
	<i>Divergente</i>	6,53%	13,42%
Formas de terreno	<i>Côncava Convergente</i>	4,42%	8,38%
	<i>Côncava Divergente</i>	1,93%	4,67%
	<i>Côncava Plana</i>	20,29%	15,85%
	<i>Convexa Convergente</i>	0,25%	2,62%
	<i>Convexa Divergente</i>	2,42%	5,94%
	<i>Convexa Plana</i>	6,37%	8,90%
	<i>Retilínea Convergente</i>	2,08%	2,68%
	<i>Retilínea Divergente</i>	2,15%	2,70%
	<i>Retilínea Plana</i>	60,09%	48,26%

Fonte: Elaborada pelos autores.

Ao se analisar os dados de curvatura vertical das vertentes, pode-se verificar que no primeiro momento e segundo momento predominaram as classes retilíneas e côncavas.

Contudo, em relação a classe retilínea ocorreu uma diminuição em seu percentual, passando a ter no segundo momento 53,63% da área (Tabela 3). Já com relação às áreas côncavas, verificou-se uma ligeira ampliação de 26,80% para 28,92%. Também, foi possível verificar uma ampliação considerável das áreas convexas do primeiro para o segundo momento (Tabela 3). A curvatura horizontal tem predominância da forma planar com 86,75% em 1970, sofrendo uma pequena redução em 2012 (72,79%) como demonstra a mesma tabela.

Com relação a forma do terreno, nos dois momentos predominaram a retilínea-plana e a côncava plana. Contudo, as duas formas dominantes apresentaram diminuição em sua área de abrangência espacial, tendo uma redução de 11,83% para a forma retilínea-plana e, 4,44% para a côncava plana.

A diminuição das formas planas nessa área indica o efeito da forma de apropriação do terreno em cava, com o surgimento de degraus de escavação. Tal aspecto está em consonância

com a curvatura horizontal e vertical do terreno, que apresentou uma diminuição de 23,96% e 10,57% respectivamente, do primeiro para o segundo período de análise.

## Área 2

A área está localizada a sudeste do distrito, estando atualmente abandonada pela atividade de mineração. No passado, de acordo com DNPM (2015), a substância extraída em sua maioria foi o calcário.

Em relação a declividade, esta área se configurava-se como um relevo fortemente ondulado, com 47,80% e, ondulada com 29,09% no primeiro momento, sofrendo uma redução no segundo momento de 33,50% e 8,72%. Para esse mesmo período a classe plana ampliou-se de 4,11% no primeiro momento para 20,47% no segundo momento e, a suave ondulado de 4,11% para 20,47%, indicando um aplainamento antrópico do relevo (Tabela 4).

Ao se analisar a curvatura vertical, observou-se que em 1970 a curvatura predominante era a côncava e convexa, com respectivamente, 36,44% e 33,99%, apresentado uma redução de 7,52% e 18,52% no segundo momento. Na curvatura horizontal, é válido destacar que nos dois períodos a forma predominante é a plana (81,98%).

Em relação a forma do terreno é possível verificar na tabela 4, que no primeiro momento há o predomínio das formas as côncavas plana, retilínea plana e convexa divergente. Contudo, foi possível verificar no segundo período uma redução de 7,34% para a forma côncava plana, 11,66% convexa divergente e, uma ampliação de 43,70% da forma de vertente retilínea plana, indicando novamente um aplainamento antrópico do relevo. Como reflexo das alterações promovidas pela ação antrópica junto ao relevo dessa área, foi possível identificar a ocorrência de “degraus” de mineração, ocasionado pela exploração em lavra.

**TABELA 4**  
Parâmetros físicos da área de mineração 2 no Distrito de Itaoca

<b>Área 2</b>			
<b>Parâmetros Analisados</b>	<b>Periodos</b>		
	<b>Classificação</b>	<b>1970 (%)</b>	<b>2012 (%)</b>
Declividade (EMBRAPA, 1999)	<i>Plano (0 a 3)</i>	4,11%	20,47%
	<i>Suave Ondulado (3 a 8)</i>	14,00%	38,40%
	<i>Ondulado (8 a 20)</i>	29,09%	20,37%
	<i>Fortemente Ondulado (20 a 45)</i>	47,80%	14,30%
	<i>Montanhoso (45 a 70)</i>	5,00%	6,46%
	<i>Escarpado (Acima de 75)</i>	-	-
Curvatura Vertical	<i>Convexa</i>	33,99%	15,47%
	<i>Retilínea</i>	29,57%	20,68%
	<i>Côncava</i>	36,44%	28,92%
Curvatura Horizontal	<i>Convergente</i>	16,26%	10,97%
	<i>Plana</i>	52,30%	81,98%
	<i>Divergente</i>	31,44%	7,05%
Formas de terreno	<i>Côncava Convergente</i>	7,05%	5,20%
	<i>Côncava Divergente</i>	7,94%	1,37%
	<i>Côncava Plana</i>	21,44%	14,10%
	<i>Convexa Convergente</i>	4,11%	3,91%
	<i>Convexa Divergente</i>	15,67%	4,01%
	<i>Convexa Plana</i>	14,21%	7,54%
	<i>Retilínea Convergente</i>	5,09%	1,86%
	<i>Retilínea Divergente</i>	7,84%	1,66%
	<i>Retilínea Plana</i>	16,65%	60,35%

Fonte: Elaborada pelos autores.

### Área 3

A área está localizada a sudeste do distrito, estando atualmente sem fins exploratórios de mineração. Segundo DNPM (2015) esta área era caracterizada pela exploração de calcita e mármore.

A declividade da área em questão apresentava em 1970 o predomínio das classes ondulado com 33,58%, fortemente ondulado com 26,82% e suave ondulado com 19,28%. No segundo período, de 2012, observou-se uma redução das classes suave ondulado e ondulado (Tabela 5) e, uma ampliação da fortemente ondulado. Também, foi possível verificar a expansão da classe montanhosa de 10,93% para 18,26% e, uma ampliação pequena da classe plana. Tais alterações são explicadas pela extração mineral das encostas, gerando por vezes o que se denominou de nesse trabalho de “Escarpa de mineração” (Figura 3) e, por outras, aplainamento antrópico do relevo.

**TABELA 5**  
Parâmetros físicos da área de mineração 3 no Distrito de Itaoca  
**Área 3**

Parâmetros Analisados	Periodos		
	Classificação	1970 (%)	2012 (%)
Declividade (EMBRAPA, 1999)	<i>Plano (0 a 3)</i>	2,75%	6,46%
	<i>Suave Ondulado (3 a 8)</i>	19,28%	14,73%
	<i>Ondulado (8 a 20)</i>	33,58%	23,42%
	<i>Fortemente Ondulado (20 a 45)</i>	26,82%	30,15%
	<i>Montanhoso (45 a 70)</i>	10,93%	18,26%
	<i>Escarpado (Acima de 75)</i>	6,64%	6,98%
Curvatura Vertical	<i>Convexa</i>	18,58%	42,65%
	<i>Retilínea</i>	54,09%	21,85%
	<i>Côncava</i>	27,33%	35,50%
Curvatura Horizontal	<i>Convergente</i>	12,68%	10,97%
	<i>Plana</i>	66,57%	81,98%
	<i>Divergente</i>	20,75%	7,05%
Formas de terreno	<i>Côncava Convergente</i>	5,34%	14,18%
	<i>Côncava Divergente</i>	5,21%	2,71%
	<i>Côncava Plana</i>	16,76%	8,98%
	<i>Convexa Convergente</i>	1,26%	14,20%
	<i>Convexa Divergente</i>	10,13%	22,05%
	<i>Convexa Plana</i>	7,20%	4,97%
	<i>Retilínea Convergente</i>	6,08%	6,52%
	<i>Retilínea Divergente</i>	5,40%	11,60%
	<i>Retilínea Plana</i>	42,62%	14,79%

Fonte: Elaborada pelos autores.

A análise de curvatura vertical, indica que no primeiro período, a forma predominante na década de 1970 era a retilínea (54,09%). Porém, em 2012, encontrou-se um cenário completamente diferente, com avanço das formas convexas e côncavas, sendo estas apresentando respectivamente 42,65% e 35,50%.

A curvatura horizontal refere-se ao caráter divergente e convergente dos fluxos de matéria sobre o terreno (VALERIANO, 2008). Neste sentido, foi verificado no ano de 1970 o predomínio absoluto da forma planar, com (66,57%) (Tabela 5). Tal classe ampliou-se no segundo período para 81,98%, corroborando para o efeito da ação antrópica sobre o aplainamento.

Em relação a forma do terreno, foi possível verificar que no primeiro momento, no ano de 1970 predominavam a forma retilínea com 42,62%, seguido pela forma côncava plana com 16,76%. Para o segundo período, observa-se uma redução da forma de terreno plana e côncava plana (Tabela 5) e, uma ampliação forma convergente divergente e retilínea divergente.

## 5. Considerações Finais

A extração mineral intensa na área escolhida para a realização deste estudo, permitiu verificar a modificação da paisagem, com a formação visível de “degraus” inexistentes na década de 70 e, rebaixamento da porção mais elevada do relevo com recuo antrópico. Além disso, observou-se a formação de lagoas antrópicas derivadas da extração mineral, devido a escavação que atinge o lençol freático e/ou formas côncavas que acumulam água do escoamento superficial e subsuperficial ou das chuvas.

Também é possível verificar que nas áreas 2 e 3 existe a formação da feição geomorfológica denominada nesse trabalho, como “Escarpa de mineração”, associado ao recuo antrópico devido a extração de mineral ao longo do período de tempo analisado.

A evolução de formas de terrenos em curto intervalo de tempo como aos associados a mineração, propicia a mudança de direção e velocidade de escoamento, que gera consequências na parte mais baixa das superfícies analisadas. Sendo assim, o estudo aprofundado da geomorfologia antropogênica e as transformações que provoca a mineração, deve ser analisado de forma integrada para o planejamento de paisagens.

## Referências

- ANDRADE, C. F. **Relevo antropogênico associado à mineração de ferro no quadrilátero ferrífero: uma análise espaço-temporal do Complexo Itabira (município de Itabira – MG)**. 2012, 129f. Tese (Doutorado). Pós-Graduação do Departamento de Geografia/Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Minas Gerais, 2012.
- ANDRADE-SILVA, C.F.; FONSECA FILHO, R.E.; SILVA, J.R. Estudos preliminares do impacto humano na exploração de pedra sabão no Distrito de Santa Rita – Ouro Preto – MG. **REVISTA GEONORTE**, Edição Especial 4, v.10, n.1, p.119– 124, 2014.
- BARRROS, R.S.; COELHO, A.L.; OLIVEIRA, L. F.; MELO, M.F.; CORREIA, J.D. Avaliação geométrica de imagens ALOS/PRISM níveis 1B2G e 1B2R ortorretificada – estudo de caso: Itaguaí-RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14, 2009, Natal. **Anais.....** São José dos Campos: INPE, 2009. P 1731-1738.
- BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacias hidrográficas. In: GUERRA, A. J.T. SILVA. A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1999.p 269-300.
- BRIERLEY, G.J.; FRYIRS, K.A. **Geomorphology and river management**: applications of the river styles framework. Oxford :Blackwell Publishing, 2006.
- BRUCH, A.F. **A mineração e a paisagem geoquímica na sub-bacia hidrográfica do Arroio João Dias, Minas do Camaquã, Caçapava do Sul, RS**. 2014, 303f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Geografia/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2014.
- CARSON, M. A.; KYRKBY, M. J. **Hillslope form and process**. London: Press Cambridge University, 1972. 475 p.
- CENTRO BRASILEIRO DE EXPORTAÇÕES DE ROCHAS ORNAMENTAIS. **Informativo das exportações de rochas (2014)**. Disponível em: <http://www.centrorochas.org.br/site/images/informativo%20dezembro%202014.pdf>.

- COELHO NETO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Editora Edgard Blücher., 1995. p. 93-148.
- COELHO NETO, A. L. *Overlandflow production in a tropical rainforest catchment: the role of the litter cover*. **Catena**, v. 14, n. 3, 1987. p. 213-231.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). Disponível em:< www.geobank.cprm.gov.br>. Acesso em: outubro de 2016.
- CROKE, J.; MOCKLER, S.; FOGARTY, P.; TAKKEN, I. *Sediment concentration changes in runoff pathways from a forest road network and the resultant spatial pattern of catchment connectivity*. **Geomorphology**, v 68, n 3-4, 2005, 257–268.
- D'AGOSTINI, L. R. **Erosão: o problema mais que o processo**. Florianópolis (SC): Editora UFSC. 1999. 131p.
- De PLOEY, J.; CRUZ, O. Landslides in the Serra do Mar, Brazil. **Catena**. v. 6, p111 – 122. 1979.
- DOUGLAS, I.; LAWSON, N., *The human dimensions of geomorphological work in Britain*. **J. Ind. Ecol.** v 4, p 9–33. 2000.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Solos (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa Produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- FERREIRA, S. B. A. **Geomorfologia e a recuperação ambiental em áreas de mineração de carvão: estudo de caso em Siderópolis (SC)**. 1991, 103f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Geografia/Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). 1991.
- FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de massa: uma abordagem geológicogeomorfológica. In: GUERRA, A.J.T. E CUNHA, S.B. (org.) **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro. Editora Edgard Blücher.1996. p 123- 194.
- FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo (SP). Oficina de Textos, 2008. 160p.
- FRECHIANI, J. M. *Evolução antropogênica do relevo em Itaoca, Cachoeiro de Itapemirim (ES)*. **Trabalho de Conclusão de Curso em Geografia**. Departamento de Geografia (UFES). Vitória (ES), 2015. 136p.
- FUJIMOTO, N. S. V. M. Considerações sobre o ambiente urbano: um estudo com ênfase na geomorfologia urbana. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo (SP), n. 16, p. 76-80, 2005.
- GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Editora Edgard Blücher., 1995. p. 149-210.
- GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 189 p.
- GUERRERO, F.M.; LOZANO, M.; RUEDA-CANTUCHE, J.M. *Spain's greatest and most recent mine disaster*. **Disasters**, v32, p 19–40. 2008.
- GUTHRIE, R. *The catastrophic nature of humans*. **Nat. Geosci.** v 8, 421–422. 2015.
- HANCOCK, G.R.; GRABHAM, M.K.; MARTIN, P.; EVANS, K.G.; BOLLHÖFER, A. *A Methodology for the assessment of rehabilitation success of post mining landscapes—sediment and radionuclide transport at the former Nabarlek uranium mine, Northern Territory*. **Australia. Sci. Total Environ.** V 354, p 103–119. 2006.
- HANCOCK, G.R.; LOWRY, J.B.C.; MOLIERE, D.R.; EVANS, K.G. *An evaluation of an enhanced soil erosion and landscape evolution model: a case study assessment of the former Nabarlek uranium mine, Northern Territory, Australia*. **Earth Surf. Process. Landforms.** v 33, p 2045–2063. 2008.
- HE, M.; TAO, Z.; ZHANG, B. *Application of remote monitoring technology in landslides in the Luoshan mining area*. **Min. Sci. Technol.** v 19, p 609–614. 2009.
- HERRERA, G.; ÁLVAREZ FERNÁNDEZ, M.I.; TOMÁS, R.; GONZÁLEZ-NICIEZA, C.; LÓPEZ-SÁNCHEZ, J.M.; ÁLVAREZ VIGIL, A.E. *Forensic analysis of buildings affected by mining subsidence based on Differential Interferometry (part III)*. **Eng. Fail. Anal.** v 24, p 67–76. 2012.
- HERRERA, G.; TOMÁS, R.; VICENTE, F.; LOPEZ-SANCHEZ, J.M.; MALLORQUÍ, J.J.; MULAS, J. 2010. Mapping ground movements in open pit mining areas using differential SAR interferometry. **Int. J. Rock Mech. Min. Sci.** 47, 1114–1125.

- HOOKE, R.L. *Spatial distribution of human geomorphic activity in the United States: comparison with rivers. Earth Surface Process Landforms.* v 24, p 687–692. 1999.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE, 2015). Estimativas de População de 2016. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, dados referentes ao município de Cachoeiro de Itapemirim (ES), fornecidos em meio eletrônico. Disponível em: ><http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=320120><. Acesso em: outubro em 2015.
- JAMBRIK, R. *Analysis of water level and land subsidence data from thorez open-pit mine, Hungary. Mine Water Environ.* v 14, p 13–22. 1995.
- KATPATAL, Y.B.; PATIL, S.A. *Spatial analysis on impacts of mining activities leading to flood disaster in the Erai watershed India. J. Flood Risk Manage.* v 3, p 80–87. 2010.
- KILMARTIN, M.P. *Hydrology of reclaimed opencast coal-mined land: a review. Int. J. Surf. Min. Reclam. Environ.* v 3, p 71–82. 1989.
- KOBAYASHI, H.; WATANDO, H.; KAKIMOTO, M. *A global extent site-level analysis of land cover and protected area overlap with mining activities as an indicator of biodiversity pressure. J. Cleaner Prod.* v 84 (1), p 459–468. 2014.
- LUTTIG, G.W. Approach to the problems of mineral resources extraction, environmental protection and land-use planning in the industrialized and developing countries. In: ARNDT, P., LÜTTIG, G.W. (Eds.), *Land-use Plan. Ind. Dev. Countries Miner. Resour. Extr. Environ. Prot.* E. Schweizerbart, Stuttgart, p 7–13. 1987.
- MARCHIORO, E. A incidência de Frentes Frias no Município de Vitória (ES). *Acta Geográfica*, v. 7, p. 49-60, 2012.
- MARCHIORO, E.; SILVA, G.M.; CORREA, W.S.C. A Zona de Convergência do Atlântico Sul e a precipitação pluvial do município de Vila Velha (es): repercussões sobre as inundações. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 31, p101-117. 2016.
- MEIS, M. R.M.; XAVIER, J. X. Considerações geomorfológicas a propósito dos movimentos de massa ocorridos no Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Geografia*, v.1, n. 30, p 55-73. 1968.
- NACINOVIC, M. G. G.; MAHLER, C. F.; AVELAR, A. S. *Soil erosion as a function of different agricultural land use in Rio de Janeiro. Soil & Tillage Research*, v. 144, p. 164-173, 2014.
- NEGLEY, T.L.; ESHLEMAN, K.N. *Comparison of stormflow responses of surface-mined and forested watersheds in the Appalachian Mountains USA. Hydrol. Process.* v 20, p 3467–3483. 2006.
- NETO, J. C. A. S. Avaliação da vulnerabilidade à perda de solos na bacia do rio Salobra, MS, com base nas formas do terreno. *Revista Geografia*. v. 22, n. 1, p. 5-25. 2013.
- NIR, D. *Man, a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology.* Jerusalem, **Ketem Pub. House.** (1983)
- PASCHOAL, L. G. **Dinâmica do uso e ocupação da terra em área de mineração de argila:** o caso da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP. 2010, 90 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010, 90 p
- PASCHOAL, L. G.; CUNHA, C. M. L. Conceição, F. T. da. A Cartografia Geomorfológica como Subsídio para a Análise do Relevo Antropogênico em Área de Mineração. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 13, 2012, p. 379-391.
- PASCHOAL, L.G.; SIMON, A. L. H.; CUNHA, C. M. L. Geomorfologia antropogênica e sua inserção em pesquisas brasileiras. *Geographia Meridionalis*, v. 01, n. 01, 2015. p. 95–126.
- PAULA, S. F.; CASTRO, P. T. A., Geomorfologia antropogênica em função da mineração de ouro no século XVIII: bases científicas e educativas na proposição de uma Trilha Geoturística Urbana na Sede no Município de Ouro Preto (MG). *Revista Brasileira de Ecoturismo*, São Paulo, v.8, n.4, 2015. p. 432-443.
- PENTEADO, A. F.; FUJIMOTO, N. S.V. Análise dos aspectos físicos e das intervenções antrópicas da bacia hidrográfica do Arroio Kruze – RS. *Revista Eletrônica Geografar*. Curitiba, v.1, n.1, 2006. p. 01 – 19.
- PEREIRA, U. C. Paisagem alterada: o homem como agente geomorfológico-mudança no relevo através da mineração em Minaçu-GO. *Espaço em Revista*, v. 15, 2013, p. 40-55.
- PEREZ-FILHO, A.; QUARESMA, C. C. Ação antrópica sobre as escalas temporais dos fenômenos geomorfológicos. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 12, n. 3, 2011, p. 83-90.



- PINTO, R. C; PASSOS, E. Alterações geomorfológicas ocasionadas pela extração de calcário no município de rio Branco do Sul – PR. **Geoingá**. v. 3, n. 2, 2011. p. 3-20.
- PONTES, J. C.; FARIAS, M. S. S.; LIMA, V. L. A Mineração e seus reflexos socioambientais: estudo de impactos de vizinhança (eiv) causados pelo desmonte de rochas com uso de explosivos. **Revista Polêmica**, v. 12, n. 1, 2013. p 77-90.
- Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural. PROATER 2011 – 2013: Planejamento e Programação de Ações. ES, 2011. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Caparao/Cachoeiro.pdf>.
- QUALHANO, M.Â.L. O arranjo produtivo local do setor de rochas ornamentais no município de Cachoeiro de Itapemirim – ES. 2005. 113 f. Dissertação (Mestrado) – Programa em Planejamento Regional e Gestão de Cidades/Universidade Cândido Mendes, Campos. Campos dos Goytacazes, RJ, 2005.
- RAPOSO, A. A.; CARVALHO, A.; OLIVEIRA, L. A. F.; RIGHI, R.B.S.; MAGALHÃES JR, A. P. Reflexos de pressões antrópicas e da erosão acelerada sobre a dinâmica fluvial da bacia do ribeirão Sardinha – Quadrilátero Ferrífero/MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13., Viçosa. **Anais...** Viçosa, 2009. p. 230-245.
- RICO, M.; BENITO, G.; SALGUEIRO, A.R.; DíEZ-HERRERO, A.; PEREIRA, H.G. *Reported tailings dam failures. A review of the European incidents in the worldwide context*. **J. Hazard. Mater.** v 152, p 846–852. 2008.
- RODRIGUES, C. Morfologia Original e Morfologia Antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: um exemplo na metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, v. 17, p. 101-111, 2005.
- ROGICH, D.G.; MATOS, G.R. 2008. The global flows of metals and minerals. **U.S. Geol. Surv. Open File Rep.** (2008–1355).
- SARDOU-FILHO, R. Atlas de Rochas Ornamentais do estado do Espírito Santo/Ruben Sardou-Filho...[et al]...- Escala:1.400.000. – Brasília: CPRM, 2013. 1 Atlas.
- SELBY, M. J. **Hillslope Materials and Processes**. Oxford University Press, 1993. 451p.
- STEVENS, C.J.; QUINTON, J.N.; BAILEY, A.P.; DEASY, C.; SILGRAM, M., JACKSON, D.R. *The effects of minimal tillage, contour cultivation and in-field vegetative barriers on soil erosion and phosphorus loss*. **Soil & Tillage Research**. v 106. 2009. p 145–151.
- SUM SUMMERFIELD, M. A., **Global geomorphology**. Editora Longman. 1991.
- THURMAN, N.C.; SENCINDIVER, J.C. *Properties, classification, and interpretations of minesoils at two sites in West Virginia*. **Soil Sci. Soc. Am. J.** v 50, p181–185. 1986.
- VALERIANO, M. M. **Topodata**: guia para utilização de dados geomorfológicos locais. São José dos Campos: INPE, 2008. (INPE-15318-RPE/818).
- VIDAL, O.; GOFFE, B.; ARNDT, N. Metals for a low-carbon society. **Nat. Geosci.** 6, 894–896. 2013.
- VIEIRA V.T.; CUNHA S. B. Mudanças na morfologia dos canais urbanos: Alto curso do rio Paquequer, Teresópolis – RJ (1997/98 – 2001). **Revista Brasileira de Geomorfologia**: n. 9, v. 1, 2008, p. 3-22.
- WHITTAKER, B.N.; REDDISH, D.J. Subsidence. Occurrence, Prediction and Control. **Elsevier** ([online] Available from).1989.
- WOLKERSDORFER, C.; THIEM, G. Ground water withdrawal and land subsidence in northeastern Saxony (Germany). **Mine Water Environ.** v 18, p 81–92. 1999.
- YOUNG, A. **Slope**. Oliver and Boyd. 1978. 278p.
- ZANATTA, F. A. S.; LUPINACCI, C. M.; BOIN, M. N. O uso da terra e alterações do relevo na alta bacia do ribeirão Areia Dourada, Marabá Paulista (SP): um estudo a partir de princípios da antropogeomorfologia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.16, n.1, 2015. p.03-17.