

GEOMORFOLOGIA ANTRÓPICA, EROSÃO E MOVIMENTOS DE MASSA NA CONSTRUÇÃO DA GO-132

ANTHROPIC GEOMORPHOLOGY, EROSION AND LANDSLIDES IN THE GO-132 CONSTRUCTION

FERNANDO RODRIGUES DA COSTA

Graduado em Geografia, UEG - Campus Minaçu

fonte9costa@gmail.com

JOSÉ CARLOS DE SOUZA

Docente do Curso de Geografia, UEG – Campus Minaçu (GO) e Doutorando em

Ciências Ambientais, UNESP – Campus Sorocaba (SP)

jcsouza1974@gmail.com

Resumo: Este estudo tem por objetivo apresentar uma avaliação das alterações na paisagem provocadas pela construção da Rodovia GO-132, no município de Minaçu, Goiás, e diagnosticar os impactos no meio físico da área de influência direta da obra. O método aplicado foi o de análise integrada da paisagem. Foram levantadas todas as alterações e impactos da área de influência direta do canteiro de obras e procedeu-se com base nos aspectos geológicos, morfológicos, morfométricos e pedológicos as análises diagnósticas. O corte em taludes, a retirada de material em áreas de empréstimo, os aterros e as canalizações são as principais causas dos processos erosivos (ravinas), movimentos de massa (escorregamentos e queda de blocos) e assoreamento dos cursos d'água identificados na área de influência direta da rodovia.

Palavras-chave: Geomorfologia antrópica. Paisagem alterada. Impactos no meio físico. Rodovia GO-132.

Abstract: This study it has for objective to present an evaluation of the alterations in the landscape provoked by the construction of Highway GO-132, in the city of Minaçu, Goiás, and to diagnosis the impacts in the environment of the area of direct influence of the workmanship. The applied method was of analysis integrated of the landscape. The alterations and impacts of the area of direct influence of the seedbed of workmanships had been raised all and proceeded geologic, morphologic, morphometric and pedologic the aspects on the basis of analyses disgnostic. The cut in slopes, the withdrawal of material in loan areas, the landfill and the canalizations are the main causes of the erosive processes (ravine), movements of mass (slippings and fall of blocks) and siltation of the identified water courses in the area of influence direct of the highway.

Keywords: Anthropic geomorphology. Modified landscape. Impacts in the environment. Highway GO-132.

INTRODUÇÃO

A implantação de uma rodovia altera significativamente as condições ambientais e a dinâmica socioeconômica de uma localidade ou região. A rodovia GO-132 (Figura 1) é uma via estratégica para o desenvolvimento do Norte do estado, pois fará a integração da região ao Nordeste goiano e facilitará o fluxo da população destas a Brasília e região do entorno. A expectativa é que a atividade de ecoturismo, potencial econômico da região, se estenda ao município de Minaçu, a partir da conclusão da obra.

A rodovia GO-132 está sendo construída em uma região onde se encontra as mais extensas áreas de Cerrado preservadas no estado de Goiás, e seu trajeto passará nas

proximidades de importantes áreas patrimonializadas do norte goiano, como a Chapada dos Veadeiros, territórios quilombolas e a terra indígena Avá-Canoeiro, áreas que atribuem à região um grande valor histórico, cultural e ambiental.

A rodovia interceptará uma região de topografia extremamente acidentada, com rochas expostas e relevos dobrados, que podem ser as explicações para o fato da vegetação de Cerrado nesta região estar ainda preservada. Em função dessas características do meio físico, a implantação da rodovia está provocando alterações significativas na paisagem, modificando os modelados e elaborando morfologias antrópicas. Em vista disso, é que se propõe neste trabalho apresentar uma avaliação das alterações na paisagem provocadas pela construção da Rodovia GO-132, bem como diagnosticar os impactos no meio físico da área de influência direta do canteiro de obras. O trecho analisado são os 35 quilômetros que estão sendo construídos nos domínios do município de Minaçu.

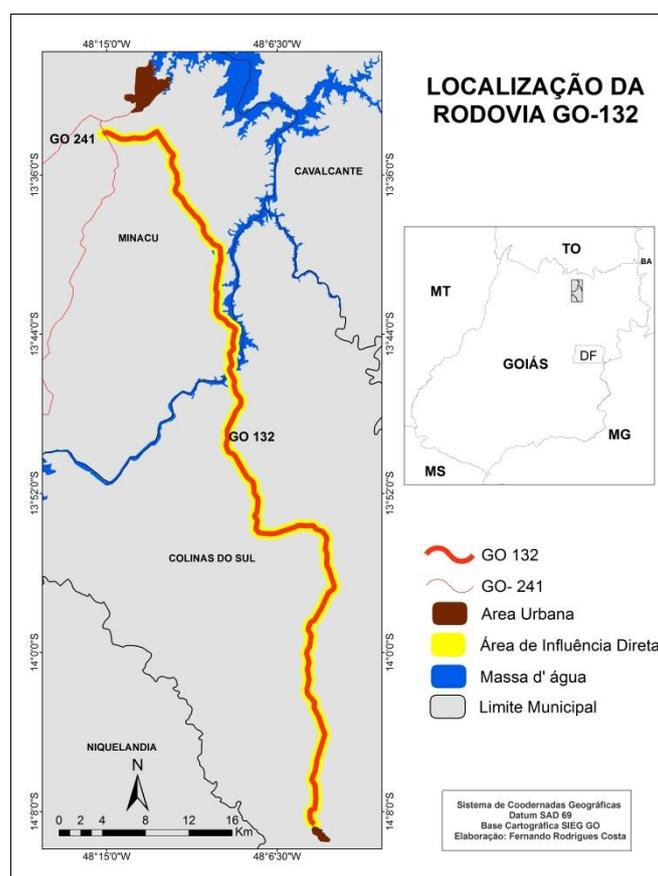


Figura 1: Mapa de localização da Rodovia GO-132. Fonte: SIEG-GO, 2014.

A evolução tecnológica e a crescente necessidade humana de adaptar a natureza às suas necessidades têm provocado alterações significativas no meio físico e essas alterações, sejam propositais ou não, são objetos de estudo da Geomorfologia Antrópica. A

Geomorfologia Antrópica é uma especialidade da geomorfologia que tem como objetivo analisar os impactos e as alterações nos sistemas rocha, relevo e solos provocados pela ação humana (SANTOS FILHO, 2007).

A ação antrópica atribui características artificiais à estrutura do sistema físico ambiental, atuando, conseqüentemente, na alteração dos processos naturais, entre eles a morfodinâmica (CHRISTOFOLETTI, 2001). O autor explica que deve existir uma preocupação latente por parte das ciências naturais em analisar as repercussões que a atividade humana desencadeia nos processos geomorfológicos.

Os processos geomorfológicos antrópicos podem ser considerados diretos, quando se trata de intervenções humanas propositais, como aragem da terra, construções diversas, escavações, corte de encostas, mineração, modificação de canais fluviais, entre outros, e indiretos, quando as conseqüências de alguma intervenção não são propositais, como processos erosivos acelerados, movimentos de massa, subsidência, assoreamento, dentre outros (GIRÃO e CORRÊA, 2004).

MATERIAIS E MÉTODO

As análises foram norteadas pelas concepções teórico-metodológicas da análise integrada da paisagem e da geomorfologia antrópica (RODRIGUES, 2005). Para isso procedeu-se inicialmente o levantamento da estrutura da paisagem. A caracterização geológica foi feita com base em Moreira et al. (2008), a classificação das unidades geomorfológicas em Goiás (2006) e a descrição teórica dos solos foi fundamentada em Reatto et al., (2008) e IBGE (2007).

Os produtos cartográficos foram elaborados no software ArcGis 10. Para a elaboração do mapa de geologia, geomorfologia e solos utilizou-se a base da Superintendência de Geologia e Mineração-SIC/GO, que estão disponíveis no sítio <http://www.sieg.go.gov.br/>. O mapa de declividades foi elaborado a partir Modelo Digital do Terreno (MDT) – SRTM – TOPODATA/INPE, disponível no sítio <http://www.dsr.inpe.br/topodata/documentos.php>.

Na pesquisa de campo foi percorrido todo o trajeto da obra para registro das alterações na paisagem como cortes de talude, áreas de empréstimo, canalização de cursos d'água e construção de pontes. Levantou-se também os impactos decorrentes, como ravinas, movimentos de massa, desmatamento, desvio dos cursos d'água e assoreamento. A etapa final do trabalho foi à elaboração de um diagnóstico das alterações e impactos na paisagem, a partir de uma análise integrada, de acordo com a abordagem apresentada por Tricart (1977).

Os parâmetros para definição de erosões e movimentos de massa foram baseados em Infanti Júnior e Fornasari Filho (1998). A erosão linear é causada pela concentração das linhas de fluxo das águas de escoamento superficial, resultando em pequenas incisões na superfície do terreno (sulcos), que podem evoluir por aprofundamento a ravinas. O movimento de massa é o processo que envolve a transferência de materiais das encostas para partes mais baixas do terreno, sob a influência da gravidade, sem, necessariamente, a participação de água, vento ou gelo, podendo ser classificados como quedas de blocos, escorregamentos, deslizamentos, fluxo ou rastejamento.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As unidades geológicas identificadas no trajeto da rodovia são o Grupo Paranoá, o Grupo serra da mesa e o Complexo Rio Maranhão (Figura 2). O Grupo Paranoá é composto por uma espessa sucessão psamo-pelítica e importante contribuição de rochas carbonáticas. O Grupo Serra da Mesa é constituído por rochas metassedimentares que sustentam a serra homônima. No trajeto da rodovia foram identificadas as unidades A quartzítica e B metapsamo-pelítica. Unidade A é constituída de quartzitos finos a médios e biotita-quartzo xistos preservados nas costas mais elevadas da serra. A unidade B consiste de quartzo xisto, clorita muscovita-quartzo xisto, magnetita-clorita-muscovita xistos e granada-clorita-muscovita xisto com intercalações de quartzitos e lentes de calcixisto (MOREIRA et al., (2008).

O Complexo Rio Maranhão é denominado de Zona de Empurrão e se caracteriza por faixa de milonitos com corpos locais de metadiorito, metaquartzo diorito e metagranodiorito, granulares ou porfiriticos, anfíbolito, metatonalito, talco xisto e rochas metassedimentares. Os gnaisses contêm dobras assimétricas isoclinais recumbentes resultantes de cisalhamento (MOREIRA et al., 2008).

O traçado da rodovia se assenta sobre três tipos de morfologias, a Superfície Regional de Aplainamento, com dissecação fraca desenvolvida sobre rocha Pré-Cambriana; Relevos de Morros e Colinas, com dissecação forte e forte controle estrutural e Estrutura Braquianticlinal (Figura 3). Os Morros e colinas são remanescentes de litologias mais resistentes à erosão, que foram preservados à medida que a Superfície Regional de Aplainamento evoluiu com tendência recuante, com forte controle estrutural (paisagens dobradas, rochas metamórficas com estruturas bem marcadas). A Estrutura braquianticlinal foi gerada pela ação de rochas intrusivas plutônicas que formam o núcleo destas estruturas. Tratam-se de geoformas relacionadas à estruturas sinclinais e anticlinais da Sequência Palmeirópolis (GOIÁS, 2006).

A área apresenta relevos bem movimentados, resultados dos processos de dobramentos e a forte dissecação. O mapa de declividades (Figura 4) demonstra que em grande parte da rodovia, predomina altas declividades entre 20 e 45% e trechos que ultrapassam 45%. As partes mais planas estão no extremo norte do traçado, com declividades inferiores que 8%.

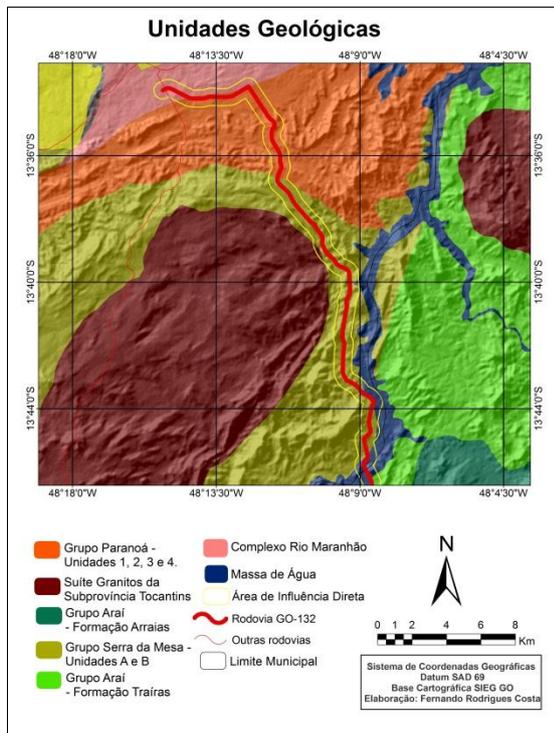


Figura 2: Mapa de unidades geológicas da Rodovia GO-132. Fonte: SIC-GO, 2014.

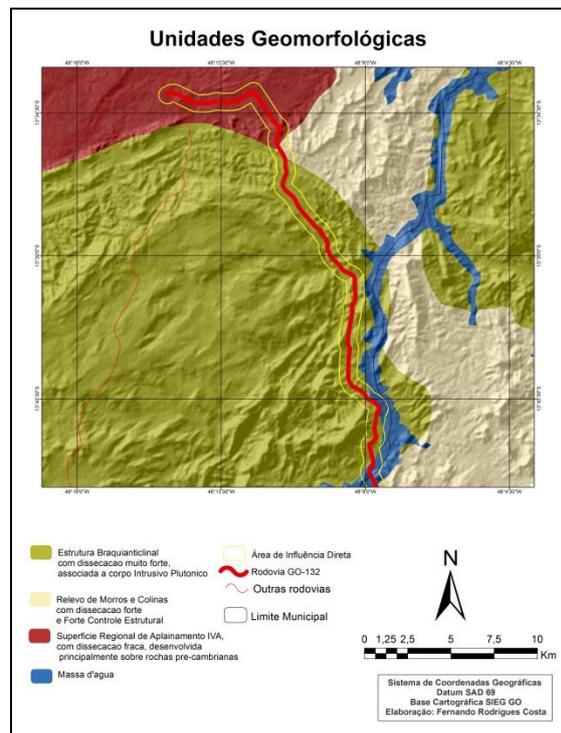


Figura 3: Mapa de unidades geomorfológicas da Rodovia GO-132. Fonte: SIC-GO, 2014.

Os solos identificados são os Argissolos Vermelhos e os Neossolos Litólicos (Figura 5). Os Argissolos Vermelhos possuem horizonte B textural (Bt), caracterizado por acumulação de argila. Em geral, apresentam diferenças significativas no teor de argila entre os horizontes A e B, com a infiltração da água ao longo do perfil, diminuindo sua permeabilidade e favorecendo o escoamento subsuperficial na zona de contato entre os diferentes materiais. Formam uma classe de solo bastante heterogênea e bem distinta pela sua coloração avermelhada com um teor de óxidos de ferro mais elevado (REATTO, 2008; IBGE, 2007). Na área de estudo ocupam na paisagem a porção inferior das encostas, geralmente nas encostas côncavas, onde o relevo se apresenta ondulado ou forte ondulado, possui caráter cascalho/argila, com horizonte A moderado e textura média.

Os Neossolos Litólicos ocorrem geralmente em áreas de topografia acidentadas associadas a afloramentos de rocha. São solos poucos evoluídos, rasos, com no máximo 50cm

até o contato com o substrato rochoso, contém alto teor de minerais primários facilmente intemperizados e fragmentos de rocha. Caracterizam-se pela presença do horizonte A sobre a rocha ou sobre o horizonte C pouco espesso. Devido a pequena espessura desses solos, o fluxo d'água em seu interior é precocemente interrompido, facilitando o escoamento em superfície, gerado pela rápida saturação do solo (REATTO et al., 2008; IBGE, 2007).

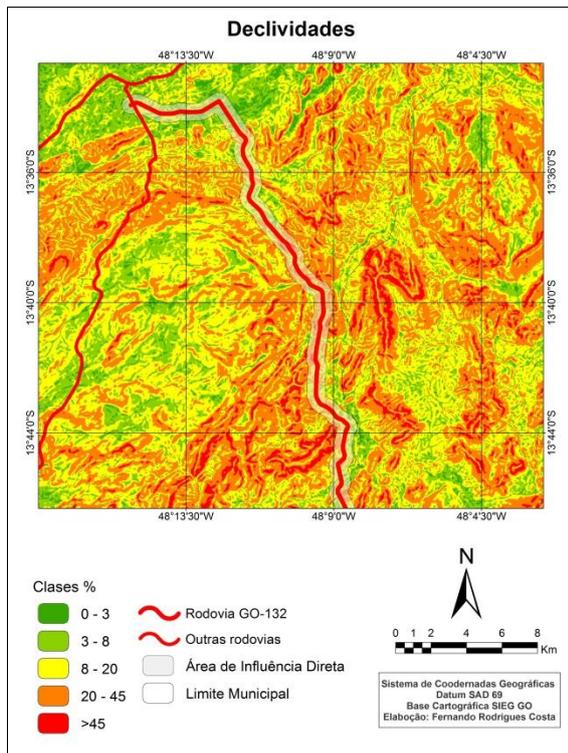


Figura 4: Mapa de declividades da Rodovia GO-132. Fonte: TOPODATA/INPE, 2014.

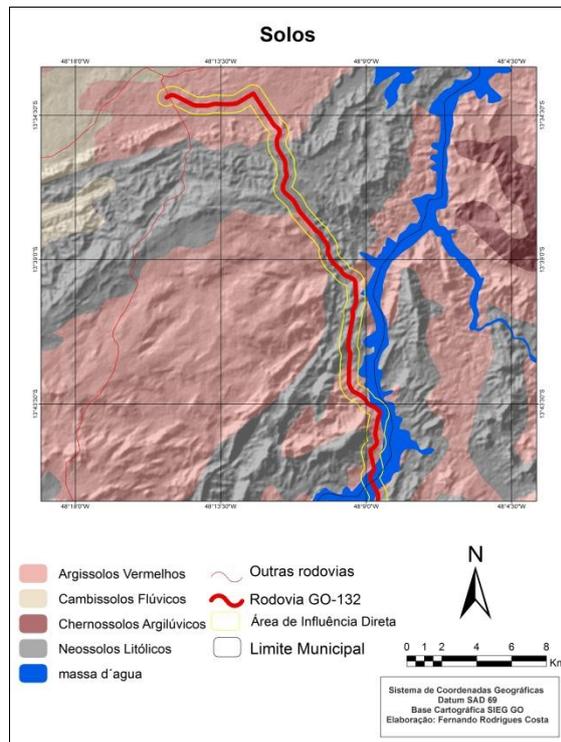
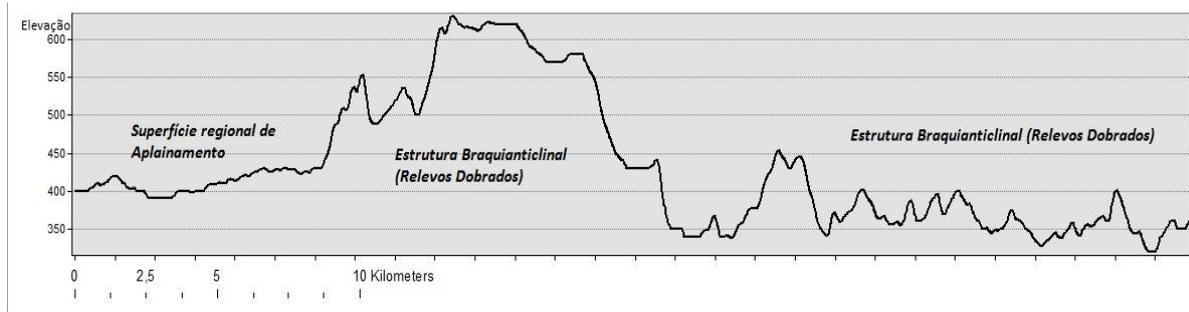


Figura 5: Mapa de solos da Rodovia GO-132. Fonte: Agência Ambiental de Goiás (2006).

A partir do perfil topográfico da rodovia (Figura 6) é possível avaliar a dimensão das alterações provocadas na paisagem para instalação da rodovia. Os relevos dobrados e altamente dissecados produziram desníveis topográficos que necessitaram de intervenções, como corte de talude e aterramentos, para tornar o trecho seguramente transitável. Na porção norte, o trecho mais plano, relacionado à Superfície de Aplainamento, em rochas sedimentares e metamórficas do Grupo Paranoá e Complexo Rio Maranhão. No entanto, a maior parte do trecho está sobre rochas dobradas em xistos e quartzitos.



PERFIL NORTE-SUL DA GO-132

Figura 6: Perfil topogeomorfológico, norte-sul da Rodovia GO-132, no município de Minaçu. Fonte: Fernando Rodrigues Costa, 2014.

No mapa da (Figura 7) estão representados pontualmente as alterações na paisagem e os impactos decorrentes da construção da rodovia. Os cortes de talude representam as maiores ocorrências, são vinte ao todo, e em função dos aspectos morfológicos e morfométricos do relevo, surpreendem por suas dimensões (Figuras 8 e 9). Segundo Ross (2000) os cortes de talude em estruturas cristalofilianas, sob regime de climas tropicais úmidos, podem potencializar a instabilidade das vertentes.

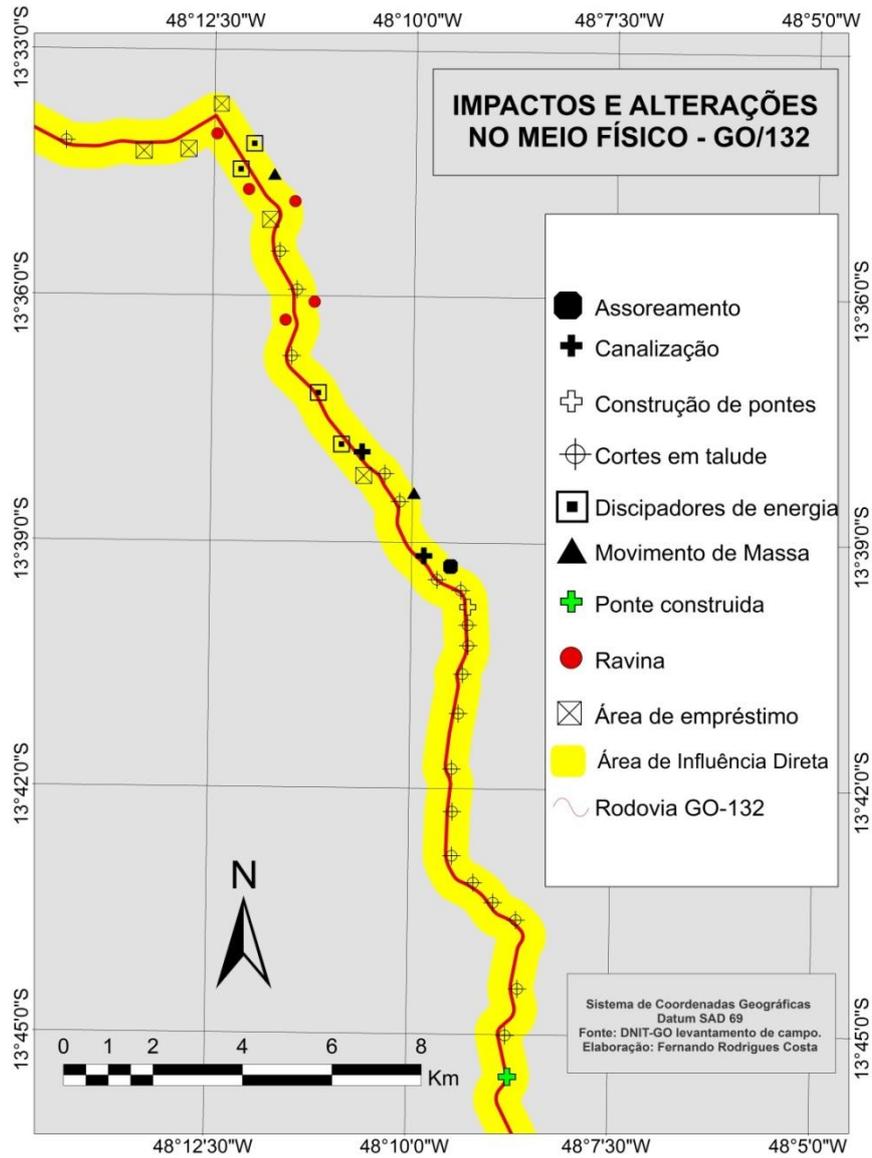


Figura 7: Mapa de localização dos impactos e alterações no meio físico, da Rodovia GO-132, no trecho localizado no município de Minaçu-GO. Fonte: Fernando Rodrigues Costa, 2014.



Figura 8: Ocorrência de processo erosivo em corte de talude, na Rodovia GO-132. Foto: José Carlos de Souza, 2014.



Figura 9: Corte de talude na Rodovia GO-132. Foto: José Carlos de Souza, 2014.



Figura 10: Ocorrência de queda de blocos em corte de talude, na Rodovia GO-132. Foto: José Carlos de Souza, 2014.



Figura 11: Ocorrência de escorregamento de material em corte de talude, na Rodovia GO-132. Foto: José Carlos de Souza, 2014.

A rodovia está sendo instalada predominantemente na borda de uma Estrutura Braquianticlinal, dobrada, com dissecação muito forte. Essa estrutura é formada por cristas de quartzito e xistos, com declividades que variam de 20 a maior que 45 %. Os cortes realizados em área com afloramento de quartzito têm desencadeado queda de blocos (Figura 10) em função da clivagem e orientação das dobras. Nas encostas que ocorrem quartzito, calcoxisto e calcário intemperizados, tem ocorrido escorregamento de material (Figura 11).

Como os Neossolos Litólicos são predominantes na área de influência da rodovia, os Argissolos Vermelhos estão sendo amplamente explorados na construção dos aterros. Estes solos se assentam sobre superfícies de aplainamento, com declividades inferiores a 20%, facilitando assim a retirada de material. Porém, na maioria dos casos, nenhuma medida de

mitigação ainda está sendo aplicada e processos erosivos lineares estão sendo desencadeados, como pode ser observado na Figura 12.

Ao longo de toda a rodovia foram identificadas várias áreas de empréstimo. No mapa da Figura 7 estão registradas as cinco áreas onde ocorreram a retirada das maiores quantidades de materiais. Na Figura 13, pode se observar uma dessas áreas, onde ocorreu inicialmente a retirada da vegetação e posterior perfuração do solo a uma profundidade superior a dois metros, alcançando o horizonte C.



Figura 12: Ocorrência de erosão linear (Ravina), com 53 metros de comprimento e 1,5 de largura, na Rodovia GO-132. Foto: José Carlos de Souza, 2014.



Figura 13: Área de empréstimo em Argissolo Vermelho, na Rodovia GO-132. Foto: José Carlos de Souza, 2014.

Nos seus trinta e dois quilômetros, dentro do município de Minaçu, a rodovia intercepta onze cursos d'água, dos quais em apenas um, sobre o córrego Lageado, a construção de ponte está sendo necessária (Figura 14). Este córrego teve seu volume de água aumentando com o represamento do rio Tocantins para construção da Usina Hidrelétrica de Cana Brava. Nos demais cursos estão sendo realizados processos de canalização com utilização de tubos celulares de concreto pré-moldado como pode ser observado na Figura 15.

Os processos de canalização provocaram alterações significativas, para a instalação dos tubos celulares houve a necessidade de desviar temporariamente o curso dos córregos e fazer aterros. Essas intervenções criaram linhas preferenciais de escoamento superficial, em especial nos Argissolos Vermelhos, provocando erosões e escorregamento de material, além de alterar a dinâmica das águas, represamento a montante e ressecamento do leito a jusante.

No mapa de localização dos impactos e alterações foram apresentadas somente duas ocorrências de canalização e a localização da construção da ponte, priorizamos estes casos em

função dos impactos associados. Para a construção da ponte houve a necessidade de fazer cortes de talude e aterramento, como esses procedimentos ocorreram no período chuvoso, entre janeiro e março de 2014, o escoamento superficial transportou uma grande quantidade de sedimentos, assoreando uma extensa área às margens do Córrego Lageado.

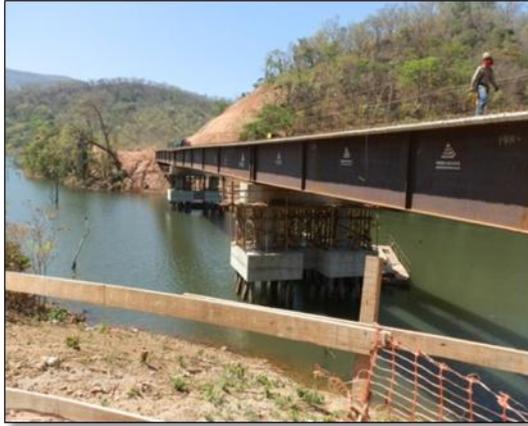


Figura 14: Construção de ponte sobre o Córrego Lageado, na Rodovia GO-132. Foto: José Carlos de Souza, 2014.



Figura 15: Processo de canalização de cursos d'água com tubos celulares, na Rodovia GO-132. Foto: José Carlos de Souza, 2014.

Os processos de canalização provocaram alterações significativas, para a instalação dos tubos celulares houve a necessidade de desviar temporariamente o curso dos córregos e fazer aterros. Essas intervenções criaram linhas preferenciais de escoamento superficial, em especial nos Argissolos Vermelhos, provocando erosões e escorregamento de material além de alterar a dinâmica das águas, represamento a montante e ressecamento do leito a jusante.

Os processos erosivos lineares identificados são ravinas e sulcos. As ravinas estão associadas às áreas de empréstimo, como dito anteriormente, e também á instalação de bueiros em Argissolos Vermelhos, solo este extremamente vulnerável a erosão pela textura e declividade acentuada. Na figura 16 a seguir temos um processo de erosão em sulcos onde houve o corte de talude. Na figura 17 temos processos de ravinamento ocorrendo em função da perfuração do solo para implatação de bueiros.

O desmatamento é outra alteração significativa na paisagem. Na área de estudo foram identificadas varias áreas desmatadas, a retirada da vegetação esta sendo feita ou para abrir o leito de implantação da rodovia ou para retirada de solo em área de empréstimo.

Algumas medidas mitigadoras de processos erosivos foram identificadas, como dissipadores de energia em formato de terraços para conter o fluxo de água superficial e evitar o avanço de erosões já instaladas. Áreas de revegetação com aplicação de geotêxtil, também no intuito de estabilização da vertente. Essas medidas são importantes em função da declividade e do alto teor de areia presentes nos solos da área.



Figura 16: Ocorrências de erosões em sulcos, na Rodovia GO-132. Foto: José Carlos de Souza, 2014.



Figura 17: Ocorrência de processos de ravinamento, na Rodovia GO-132. Foto: José Carlos de Souza, 2014.

Segundo Christofolletti (2001) a avaliação inadequada dos condicionantes geomorfológicos na construção de rodovias pode ocasionar inúmeros problemas na fase de construção, envolvendo prejuízos e inviabilização da obra. Esta avaliação deve promover um diagnóstico que considere os impactos indiretos como processos erosivos, movimentos de massa, inundações e assoreamento, e diretos como cortes, aterros, desmontes, canalização e outros (ROSS, 2000).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na construção da GO-132 foram previstos no Relatório de Impacto Ambiental – RIMA (GOIÁS, 2007) que as alterações na paisagem seriam expressivas em função da predominância dos relevos dobrados e os possíveis impactos como erosões, movimentos de massa, assoreamento e alteração nos canais fluviais poderiam ocorrer. Os resultados da pesquisa demonstram que estes impactos previstos, ocorreram. Os cortes de talude em rochas intemperizadas, a retirada de material em áreas de empréstimo sobre solos arenosos, a construção dos aterros e as canalizações são as causas destes processos.

Em função dos aspectos morfológicos e morfométricos da paisagem, a implantação da rodovia induziu uma alteração significativa na paisagem. Os relevos dobrados e altamente dissecados produziram desníveis topográficos que necessitaram de muitas intervenções como corte de taludes e aterramentos, que surpreendem por suas dimensões.

A construção de rodovias é uma das atividades que mais causam alterações no substrato rocha-relevo-solo e o ser humano, figura neste contexto, como um agente geomorfológico. Auxiliado pelo aparato tecnológico moderno, formas de relevos são desfeitas

e/ou criadas, demonstrando a capacidade humana em modificar os sistemas morfológicos naturais e adaptá-los às suas necessidades. Observou-se que com a construção da rodovia, vários impactos foram desencadeados, entre eles: processos erosivos, movimentos de massa e assoreamentos de corpos hídricos.

REFERÊNCIAS

- CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistema em Geografia**. São Paulo: Hucitec/Edusp, 2001.
- GIRÃO, O.; CORRÊA, A. C. B. A contribuição da geomorfologia para o planejamento da ocupação de novas áreas. **Revista de Geografia**, Recife, v. 21, n. 2, jul./dez. 2004.
- GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.
- GOIÁS. Secretaria da Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Goiânia: SIC/SGM, 2006.
- GOIÁS. Secretaria da Infraestrutura. Agência Goiana de Transporte e Obras. **Projeto Executivo de Engenharia. Relatório de Impacto Ambiental - RIMA**. 2007.
- IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual Técnico de Pedologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.
- INFANTE JÚNIOR, N. FORANSARI FILHO, N. Processos de Dinâmica Superficial. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998.
- MOREIRA, M. L. O. et al. **Geologia do Estado de Goiás e do Distrito Federal**. Goiânia: CPRM/SIC – FUNMINERAL, 2008.
- SANTOS FILHO, R. D. **Antropogeomorfologia da ocupação de áreas de risco em Petrópolis (RJ): análise ambiental urbana**. 2007. 271p. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.
- REATTO, A. et al. Solos do Bioma Cerrado: Aspectos pedológicos. In: SANO, S. M; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO J. F. **Cerrado: Ecologia e Flora**. Brasília: Embrapa Cerrados, 2008.
- ROSS, J. L. S. Geomorfologia aplicada aos EIAs-RIMAs. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.
- RODRIGUES, C. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo (USP)**, São Paulo, v. 17, p. 101-111, 2005.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.