

## **Identificação e avaliação dos impactos ambientais resultantes da erosão do solo na área do Câmpus da UFCG em Pombal - PB**

### *Identification and environmental impacts assessment caused by soil erosion in the area of the Campus from UFCG in Pombal – PB, Brazil.*

Fernanda Carolina Monteiro Ismael<sup>1\*</sup>; José Cleidimário Araújo Leite<sup>2</sup>; Naiara Angelo Gomes<sup>3</sup>; Welson e Silva Medeiros<sup>4</sup>; Ricardo Lins Vale<sup>5</sup>

**Resumo:** Neste trabalho teve-se por objetivo identificar e avaliar os impactos ambientais resultantes da erosão do solo na área do Câmpus da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) em Pombal-PB, bem como propor medidas de controle ambiental e planos de monitoramento para os impactos identificados. Para realizar esta pesquisa, a área de estudo foi dividida em duas parcelas: *Área natural* e *Área antropizada*, na qual foram realizados um diagnóstico ambiental simplificado, a identificação e proposta de controle de impactos ambientais. A metodologia utilizada teve por base a realização de consulta bibliográfica e a órgãos públicos, visitas de campo e aplicação de métodos de avaliação de impactos ambientais. De acordo com os resultados, verificou-se que as atividades realizadas na área de estudo têm causado diversos impactos ambientais, entre eles, alguns significativos, para os quais foram propostas medidas de controle para atenuar os efeitos desses impactos sobre o meio ambiente. Para o acompanhamento dos impactos e execução das medidas de controle foram propostos planos de monitoramento, que têm por finalidade manter a qualidade ambiental da área de estudo.

**Palavras-chave:** diagnóstico ambiental, medidas mitigadoras, meio ambiente.

**Abstract:** In this work it was aimed to identify and assess the environmental impacts caused by soil erosion on the area of the Campus from Federal University of *Campina Grande* in *Pombal-PB*, Brazil, and propose environmental control measures and monitoring plans for the impacts identified. To conduct this research, the study area was divided into two parts: natural area and anthropized area, where a simplified environmental diagnosis, identification and proposal of control for environmental impacts have been performed. The methodology used was based on the realization of bibliographic consultation and at public agencies, field visits and application of methods for environmental impacts assessment. According to the results, it was observed that the activities carried out in the study area have caused several environmental impacts, including some significant, for which environmental control measures were proposed to mitigate the effects of these impacts on environment. For monitoring of impacts and implementing the environmental control measures were proposed monitoring plans, which are intended to ensure the environmental quality of the study area.

**Key words:** environmental diagnosis, mitigation measures, environment.

## **INTRODUÇÃO**

A ação de fatores naturais sobre o solo é um processo que ocorre de forma permanente desde a sua formação, o qual promove o desprendimento, transporte e deposição do solo, caracterizando um processo denominado por “erosão geológica” ou “erosão natural”.

Essa forma de erosão, apesar de alterar as condições de equilíbrio do solo, não é a que mais contribui para a sua degradação, uma vez que estas perdas de solo ocorrem de forma bastante lenta e em períodos longos, o que permite que a própria natureza, a partir dos processos de formação do solo, o reconstitua.

Ao longo de sua história, o ser antrópico tem intensificado as diversas formas de uso e ocupação do solo a partir de manejos inadequados que causam a exposição,

a compactação e/ou a desagregação do solo, acelerando assim a ação dos fatores naturais sobre este e, conseqüentemente, aumentando os efeitos da erosão. Esse tipo de erosão, que é intensificado pela ação antrópica, é conhecido como “erosão acelerada” ou “erosão antrópica”, sendo considerada na literatura (ARAÚJO et al., 2008) uma das principais causas da degradação do solo no mundo.

As perdas de solo no Brasil e no mundo, causadas por processos erosivos, são bem preocupantes. De acordo com Guerra et al. (2007), 56% da degradação dos solos no mundo é causada pela erosão hídrica, enquanto que 28% desta degradação resulta da erosão eólica. Essa problemática também é evidenciada nos solos brasileiros,

\*autor para correspondência

Recebido para publicação em 28/01/2013; aprovado em 30/09/2013

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental, Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental, UFCG. E-mail: fernanda\_monheiro@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor Adjunto II, Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental, UFCG, Pombal - PB, E-mail: cleidimario@ccta.ufcg.edu.br

<sup>3</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental, Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental, UFCG. E-mail: naiaraangelocz@hotmail.com

<sup>4</sup> Graduando em Agronomia, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG. E-mail: welsonmedeiros3@gmail.com

<sup>5</sup> Graduando em Engenharia Ambiental, Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental, UFCG. E-mail: ricardo\_duvale@hotmail.com

onde grandes áreas encontram-se degradadas, a exemplo de parte da região do semiárido.

Além de ser apontada como uma das principais causas da degradação dos solos (ARAÚJO et al., 2008), a erosão causa impactos na qualidade de diversos fatores ambientais, como, por exemplo, a água, a flora, a fauna, o ar, etc.

Diante desse contexto, neste trabalho objetivou-se identificar e avaliar os impactos ambientais resultantes da erosão do solo na área do Campus da UFCG, em Pombal - PB, bem como propor medidas de mitigação e planos de monitoramento para os impactos identificados.

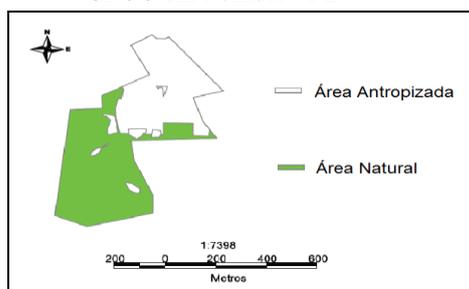
## MATERIAL E MÉTODOS

### Metodologia

A metodologia adotada nesse estudo foi fundamentada em pesquisas bibliográficas em livros e outras fontes científicas, as quais permitiram uma abordagem teórica do tema principal.

Para execução dessa pesquisa, a área de estudo foi dividida em duas parcelas: a Área I, denominada por *Área natural*, e a Área II, denominada *Área antropizada*, de acordo com a Figura 1.

Figura 1: *Área antropizada e Área natural no Câmpus da UFCG em Pombal - PB.*



A metodologia adotada foi aplicada nas duas áreas consideradas: Área I e Área II. A ideia de realizar o estudo nas áreas de forma separada foi avaliar os impactos ambientais resultantes da erosão nas duas parcelas da área, o que possibilitou uma análise dos efeitos das ações e atividades antrópicas do empreendimento, principalmente na área ocupada pelas construções.

### Diagnóstico ambiental simplificado

O diagnóstico ambiental foi realizado na área de influência direta (área do Câmpus da UFCG em Pombal - PB). Para a área de influência indireta do empreendimento adotou-se o limite geográfico da zona urbana de Pombal - PB. Este diagnóstico foi realizado mediante visitas técnicas na área de estudo e consultas a estudos científicos, sobretudo, a Lima e Leite (2011) e Ismael e Leite (2012) que realizaram diagnósticos ambientais na mesma área.

As características ambientais diagnosticadas foram enquadradas na seguinte classificação:

**Meio físico:** foram avaliados o clima (temperatura, precipitação e radiação solar), a geologia, os solos, os recursos hídricos e o uso da terra.

**Meio biótico:** deu-se ênfase à cobertura vegetal e à fauna.

**Meio antrópico:** foi observado o perfil dos usuários do campus universitário (professores, funcionários, alunos e demais usuários) e as relações entre o meio antrópico e os demais fatores ambientais da área de estudo.

### Identificação dos impactos ambientais

Para a identificação e avaliação dos impactos ambientais foram adotados os seguintes modelos clássicos citados na literatura (FOGLIATTI et al., 2004; SÁNCHEZ, 2008; CUNHA e GUERRA, 2010): *Ad Hoc* e *Check Lists* (listagem de controle).

### Classificação dos impactos ambientais

Os impactos ambientais identificados foram classificados de acordo com a classificação adaptada de Weitzenfeld (1996), citado em Philippi Jr. et al. (2004), conforme apresentado no Quadro 1.

**Quadro 1:** Classificação de impactos ambientais.

Classificação	Tipo
▪ Em relação aos impactos	- Benéficos ou prejudiciais - Diretos ou indiretos - Cumulativos ou simples
▪ Em relação ao tempo de duração	- Reversíveis ou irreversíveis - Curto ou longo prazo - Temporários ou contínuos
▪ Em relação à área de abrangência	- Local - Regional - Nacional - Internacional (regional ou global)
▪ Em relação ao potencial de mitigação	- Mitigáveis - Não - mitigáveis

Fonte: Weitzenfeld (1996), citado por Philippi Jr. et al. (2004).

### Mitigação e compensação dos impactos ambientais

De acordo com os impactos ambientais identificados, foram propostas medidas de controle ambiental, mitigação ou compensatórias, principalmente para aqueles considerados significativos, que foram pesquisadas na literatura (FOGLIATTI et al., 2004; SÁNCHEZ, 2008).

Como parte das medidas de mitigação foram propostas práticas de controle e correção dos processos erosivos, citadas na literatura (LEPSCH, 2002; BERTONI e LOMBARDI NETO, 2008): práticas vegetativas, edáficas e mecânicas.

## Proposição de planos de monitoramento ambiental

A partir da definição das medidas de mitigação ou compensatórias para os impactos ambientais, foram propostos planos de monitoramento ambiental para se avaliar a ocorrência dos impactos ambientais e a eficiência das medidas mitigadoras aplicadas e assim garantir a prevenção ou recuperação de tais impactos. Entre eles, citam-se: plano de monitoramento da qualidade do solo; monitoramento da qualidade da água; monitoramento de atividades com potencial erosivo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Diagnóstico ambiental simplificado

A seguir, será apresentado o diagnóstico ambiental realizado na área de estudo para os meios físico, biótico e antrópico.

Meio físico:

- Clima

A caracterização do clima da área de estudo é apresentada, de forma geral, na Tabela 1.

**Tabela 1:** Características climáticas da área do Câmpus da UFCG em Pombal - PB.

Característica	Descrição
Tipo	De acordo com a classificação climática de Köppen é do tipo Aw (denominado clima de savanas, com inverno seco e chuvas máximas no verão).
Temperatura	Mínima de 21,3 °C, máxima de 33,2 °C e média de 27 °C.
Precipitação	Varia entre 601 e 800 mm, com período chuvoso entre novembro e abril.
Insolação	Em torno de 8,4 h.
Radiação	Média de 450 cal/cm <sup>3</sup> /dia

Fonte: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESPA) e Departamento de Ciências Atmosféricas da UFCG, citado por Lima e Leite (2011).

- Geologia

O Serviço Geológico do Brasil (CPRM) realizou no ano de 2005 um diagnóstico do município de Pombal - PB, gerando informações sobre a geologia deste município. De acordo com os dados apresentados pela CPRM (2005), a geologia predominante na área de estudo é constituída por material da Era Neoproterozóica, denominada "Suíte calcialcalina" de médio a alto potássio, composta por granito e granodiorito porfirítico associado à diorito (588 Ma U-Pb).

- Solos

As informações referentes à caracterização do solo da área de estudo foram obtidas em Ismael e Leite (2012) e se encontram apresentadas nas Tabelas 2 e 3.

**Tabela 2:** Valores médios de análises físicas para os solos das Áreas antropizada (Aa) e natural (An).

Propriedade	Aa	An
Densidade aparente (g cm <sup>-3</sup> )	1,36	1,31
Densidade real (g cm <sup>-3</sup> )	2,60	2,57
Porosidade total (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	0,48	0,50
Areia (g kg <sup>-1</sup> )	781	800,7
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	111	97,3
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	109	102
Classe textural	Franco Arenoso	Franco Arenoso

Fonte: Ismael e Leite (2012).

**Tabela 3.** Valores médios de análises químicas para os solos das Áreas antropizada (Aa) e natural (An).

Propriedade	Aa	An
pH (H <sub>2</sub> O 1:2,5)	7,18	5,80
CE (mg dm <sup>-1</sup> )	0,02	0,02
P (mg dm <sup>-3</sup> )	8,30	5,70
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,16	0,35
Ca <sup>+2</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	6,20	4,70
Mg <sup>+2</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5,00	4,50
Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,08	0,09
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,00	0,00
H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,50	2,15
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	11,40	9,51
T (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	8,14	9,60
V (%)	99,30	93,84
m (%)	0,00	0,00
PST (%)	0,69	mente3,53
M.O. (g kg <sup>-1</sup> )	16,30	28,00

Fonte: Ismael e Leite (2012).

Com base nos dados apresentados nas Tabelas 2 e 3, observa-se que: os solos da Área antropizada (Aa) e da Área natural (An) possuem, em média, classe textural franco arenosa; o teor de matéria orgânica é superior nos solos da Área natural, quando comparada à Área

*antropizada*; a porosidade total do solo é superior na *Área natural*, quando comparada à *Área antropizada*. Estudos realizados por Lemos et al. (2007) e Zalamea (2008), nos quais avaliaram alguns atributos do solo, também identificaram que as atividades antrópicas modificam algumas características do solo, resultado semelhante ao encontrado nesta pesquisa..

Os solos da área de estudo apresentam, em parte, afloramento de rochas, conforme é mostrado na Figura 2, o que indica que estes são pouco intemperizados e com limitação para o desenvolvimento vegetal.

Figura 2: Aspecto da superfície do solo na solos da área do Câmpus da UFCG em Pombal - PB.



De acordo com os estudos realizados por Ismael e Leite (2012), tais solos estão susceptíveis à erosão, sobretudo, nas áreas afetadas pela construção da infraestrutura do empreendimento. Foram diagnosticados nessas áreas vários focos erosivos, principalmente em sulcos, sendo o índice erosivo mais elevado nas áreas em que são realizadas as atividades antrópicas, principalmente as que expõem o solo.

#### - Recursos hídricos

No interior da área de estudo, especificamente na *Área natural*, encontra-se o principal curso d'água natural de regime intermitente: um riacho. Na Figura 3a apresenta-se esse corpo hídrico no período chuvoso e, na Figura 3b, retirar no período de estiagem.

Figura 3. Corpo d'água na área do campus em período chuvoso (a) e em período de estiagem (b).



#### - Uso da terra

Em muitas áreas no interior do câmpus percebe-se o uso da terra de forma inadequada, por exemplo, nas áreas que deveriam ser destinadas para mata ciliar.

De acordo com a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que intitulou, o “novo Código Florestal Brasileiro”, as faixas marginais de cursos d'água natural perene e intermitente são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APPs). No entanto, verificou-se que parte da área da mata ciliar encontrava-se desmatada (Figura 4a). Atividades agrícolas, com fins experimentais, também foram verificadas próximas do curso d'água (Figura 4b).

Figura 4: Desmatamento (a) e atividade agrícola (b) em APPs no Câmpus da UFCG em Pombal - PB.



#### Meio biótico

#### - Vegetação

Na Figura 5 encontram-se apresentadas as espécies vegetais diagnosticadas na área de estudo.

Figura 5: Espécies vegetais diagnosticadas na área do Câmpus da UFCG em Pombal - PB.

	
<b>Nome popular:</b> Juazeiro <b>Nome científico:</b> <i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	<b>Nome popular:</b> Xique xique <b>Nome científico:</b> <i>P. gounelleii</i>
	
<b>Nome popular:</b> Jurema preta <b>Nome científico:</b> <i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	<b>Nome popular:</b> Mandacaru <b>Nome científico:</b> <i>Cereus jamacaru</i>
	
<b>Nome popular:</b> Oiticica <b>Nome científico:</b> <i>Licania rígida</i> Benth.	<b>Nome popular:</b> Pau de serrote <b>Nome científico:</b> <i>Hoffmanseggia Falcaria</i>
	
<b>Nome popular:</b> Mofumbo <b>Nome científico:</b> <i>Combretum leprosum</i>	<b>Nome popular:</b> Pereiro <b>Nome científico:</b> <i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.

Ao se realizar o diagnóstico da fauna foram encontradas principalmente as espécies mostradas na Figura 6.

Figura 6: Algumas espécies animais da área do Câmpus da UFCG em Pombal - PB.

	
<b>Nome popular:</b> Anum-branco <b>Nome científico:</b> <i>Crotophaga ani</i>	<b>Nome popular:</b> Rolinha-branca <b>Nome científico:</b> <i>Columbina Passerina</i> .

Outras espécies vegetais e animais foram diagnosticadas por Lima e Leite (2011), conforme demonstrado na Tabela 4.

**Tabela 4:** Espécies vegetais e animais diagnosticadas por Lima e Leite (2011) na área do Câmpus da UFCG em Pombal - PB.

Espécies vegetais (nome popular)	Nome científico	Espécies animais (nome popular)	Nome científico
Jurema-branca	<i>Piptadenea stipulacea</i> (Benth)	Tejo	<i>Tupinambis merianae</i>
Marmeleiro	<i>Croton blanchatianus</i> Baill	Calango	<i>Cnemidophorus ocellifer</i>
Angico	<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.)	Lagartixa	<i>Tropidurus torquatus</i>
Catingueira	<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	Teu-téu	<i>Vanellus chilensis</i>
Aroeira	<i>Astronium urendeuva</i>	Golado	<i>Sporophila albogularis</i>
Braúna	<i>Schinopsis brasiliensis</i>	Papa-lagarta	<i>Coccyzus melacoryphus</i>
Craibeira	<i>Tabebuia caraiba</i>	Bem-te-vi	<i>Pitangus sulphuratus</i>
Quixabeira	<i>Bumelia sartorum</i>	Cancã	<i>Cyanocorax cyanopogon</i>
Faveira	<i>Cnidocolus phyllacanthus</i>	Coruja	<i>Tyto alba</i>

Fonte: Lima e Leite (2011).

Meio antrópico

- Perfil dos usuários do câmpus universitário

As informações referentes ao número de usuários do câmpus universitário estão apresentadas na Tabela 5:

**Tabela 5:** Número de usuários do Câmpus da UFCG em Pombal - PB.

Curso	Nº de estudantes	Nº de professores	Nº de técnicos
Engenharia Ambiental	275	21	7
Engenharia de Alimentos	257	19	6
Agronomia	294	21	7
Mestrado em Sistemas Agroindustriais	41	28	0
Mestrado em Horticultura Tropical	8	13	0

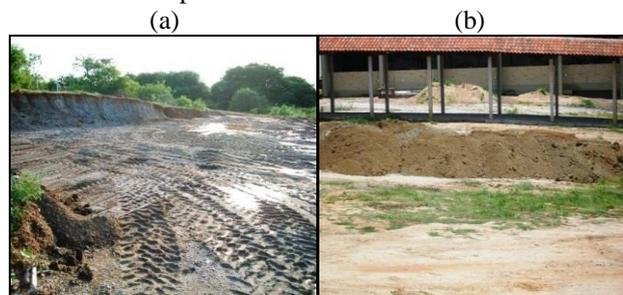
Vale salientar que a maioria dos professores vinculados aos cursos de mestrado são os mesmos daqueles vinculados aos cursos de graduação.

Além dos usuários apresentados na Tabela 5, o câmpus conta também com 18 funcionários na direção e 58 terceirizados. Deve-se ressaltar que outras pessoas, além das citadas, têm contato (indireto) com o câmpus, como por exemplo, os residentes do bairro dos Pereiros (bairro onde está localizada a UFCG).

- Relações entre o meio antrópico e os demais fatores ambientais da área de estudo.

Em muitos casos, a relação existente entre o meio antrópico e os outros fatores ambientais existentes na área de estudo é desarmônica, uma vez que, muitas vezes, o solo e a água, por exemplo, são utilizados de forma a não atender sua capacidade de uso e de suporte. Isso pode ser verificado nas atividades de extração e disposição de solo para fins da construção civil (Figura 7), tendo em vista que o solo utilizado para esse fim poderia ser menos nobre, diferente do que se mostra na citada figura, onde se trata de um ambiente de floresta, ocorrendo vários impactos ambientais negativos.

Figura 7. Extração (a) e disposição (b) de solo na área do Câmpus da UFCG em Pombal - PB.



### Identificação dos impactos ambientais

Na Tabela 6 é apresentada uma lista dos principais impactos ambientais e respectivas atividades que têm relação com os processos erosivos.

**Tabela 6:** Impactos ambientais e atividades diagnosticados na área do Campus da UFCG em Pombal - PB.

Impacto ambiental	Atividade (s)
Desvio do curso d'água	Construção de edificações e caminhos de acesso
Compactação do solo	Terraplanagem Serviços de transporte de material
Compactação do solo resultante da erosão acelerada	Atividades diversas que aceleram os processos erosivos, tais como o desmatamento
Contaminação do solo	Atividades agrícolas de projetos Usos que geram efluentes
Modificações na estrutura do solo	Utilização de ferramentas manuais e mecanizadas Construção em áreas de maior declividade
Alterações nas condições químicas do solo	Bota-fora
Contaminação da água	Aulas e atividades em laboratório

Brito (2012) constatou em seus estudos que além de causar o assoreamento de corpos hídricos e outros danos ao meio ambiente, a erosão também ocasiona prejuízos às populações, sendo, portanto, também um problema de ordem política, social e econômica.

### Classificação dos impactos ambientais

A classificação dos impactos ambientais diagnosticados em um empreendimento é importante para se selecionar as medidas de controle ambiental de forma mais confiável, pois, ao se conhecer os impactos diagnosticados, as ações a serem executadas serão mais facilmente idealizadas e, posteriormente, executadas. Na Tabela 7 é apresentada a classificação dos impactos ambientais diagnosticados na área do Câmpus da UFCG em Pombal - PB.

**Tabela 7:** Classificação dos impactos ambientais diagnosticados na área do Câmpus da UFCG em Pombal-PB.

Impacto / Critérios de Classificação	Em relação aos impactos	Em relação ao tempo de duração	Em relação à área de abrangência	Em relação ao potencial de mitigação
Desvio do curso d'água	P Pl D S	Ir Cp Co	L	M
Compactação do solo por terraplanagem	P Pl D C	Ir Cp Co	L	Nm ou M
Compactação do solo resultante da erosão	P Pl I C	R Lp T	L	M
Contaminação do solo	P Pl D ou I C	R Mlp T	L	M
Modificações na estrutura do solo	P Pl D S	R Cp T	L	M
Alterações nas condições químicas do solo	P Pl I C	R Cp T	L	M
Contaminação da água	P Pl I C	R Cp Co	L	M
Aumento na deposição de sedimentos nos corpos hídricos	P Pl I C	R Lp Co	L	M
Alteração da paisagem	P Pl D ou I C	Ir Clp Co	L	M ou Nm
Redução ou perda total da flora	P Pl D C	R ou Ir Mlp Co	L	M ou Nm
Redução ou perda total da fauna	P Pl D C	Ir Cp T	L	M ou Nm

**Legenda:**

B: benéfico  
 Pl: planejado  
 D: direto  
 S: simples  
 R: reversível  
 Lp: longo prazo  
 Co: contínuo  
 L: local  
 M: mitigável  
 P: prejudicial  
 Pr: probabilístico  
 I: indireto  
 C: cumulativo  
 Ir: irreversível  
 Cp: curto prazo  
 T: temporário  
 R: regional  
 N: nacional  
 I: internacional  
 Mlp: médio a longo prazo  
 Nm: não mitigável

**Medidas de controle ambiental**

Uma vez diagnosticados e classificados os impactos ambientais ocorrentes na área de estudo, foram propostas

as respectivas medidas mitigadoras e compensatórias a serem adotadas, conforme apresentado na Tabela 8.

**Tabela 8:** Medidas de Controle Ambiental propostas para os impactos ambientais na área do Câmpus da UFCG em Pombal - PB.

Impacto ambiental	Atividade (s)	Medida(s) de mitigação / compensação
Desvio do curso d'água	Construção de edificações e caminhos de acesso	Implantar estruturas de microdrenagem em locais que acumulam água
Compactação do solo por terraplanagem	Terraplanagem Serviços de transporte de material	Compensar os impactos por meio da recuperação do solo e revegetação de outras áreas
Compactação do solo resultante da erosão	Atividades que aceleram os processos erosivos	Utilizar práticas corretivas e medidas conservacionistas
Contaminação do solo	Atividades agrícolas de projetos Usos que geram efluentes	Destinar o efluente para um local correto Descontaminar o solo e utilizar técnicas de recuperação, como por exemplo, "landfarmig" e fitorremediação
Modificações na estrutura do solo	Utilização de ferramentas manuais e mecanizadas Construção em áreas de altas declividades	Implantar o zoneamento ambiental na área do câmpus, pelo menos nas áreas ainda não utilizadas
Alterações nas condições químicas do solo	Bota-fora	Depositar os resíduos em locais adequados e recuperar a área utilizando técnicas, tais como, o reflorestamento
Contaminação da água	Aulas e atividades em laboratório	Recolher os efluentes gerados e tratá-los antes de serem lançados
Aumento na deposição de sedimentos nos corpos hídricos	Atividades diversas que aceleram os processos erosivos	Implantar práticas conservacionistas, tais como, reflorestamento e terraceamento, nas áreas mais susceptíveis à erosão e recuperar a mata ciliar
Alteração da paisagem	Atividade de empréstimo e bota-fora Construções	Reflorestar, quando possível, áreas desmatadas e arborizar áreas contruídas
Redução ou perda total da flora	Desmatamento	Recuperar áreas de importância ecológica
Redução ou perda total da fauna	Utilização de máquinas e equipamentos que geram ruídos Desmatamento	Construir poleiros artificiais e criar áreas de preservação ambiental de modo a garantir boas condições para abrigo da fauna

## Planos de monitoramento ambiental

Após serem implantadas as medidas mitigadoras e compensatórias é importante que sejam adotados na área de estudo planos de monitoramento ambiental que serão indicados para as áreas mais impactadas, principalmente no período chuvoso, uma vez que se trata do período em que ocorrem maiores perdas de solo por erosão. Os referidos planos de monitoramento têm como objetivo geral verificar a eficiência das medidas mitigadoras e compensatórias adotadas e verificar também a ocorrência ou não dos impactos ambientais diagnosticados previamente, assim como, averiguar o surgimento de impactos não previstos.

A seguir são listados os planos de monitoramento propostos para auxiliar na execução das medidas mitigadoras e compensatórias adotadas.

### Plano de Monitoramento da Qualidade do Solo:

#### - Justificativa

A adoção deste plano de monitoramento se justifica pelo fato de que na dinâmica da erosão acelerada o fator ambiental mais diretamente afetado é o solo, por esse motivo é essencial que sua qualidade seja monitorada periodicamente, principalmente no período chuvoso.

#### - Objetivo

Fornecer subsídios nas tomadas de decisão, no sentido de verificar a eficiência das medidas mitigadoras e/ou compensatórias adotadas para reduzir os efeitos do processo erosivo sobre o solo.

#### - Atividades a serem executadas

Para execução do referido plano, devem ser realizadas análises físicas, químicas e biológicas do solo da área de estudo, para se verificar, entre outros, a densidade, a porosidade, a classe textural e a composição química ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ , M.O.). Também será observado o desenvolvimento vegetal nas áreas monitoradas, como indicador ambiental da qualidade do solo.

#### - Cronograma

O plano em questão será executado durante as fases de implantação e operação do empreendimento, uma vez que este se encontra em operação, mas ainda conta com a instalação de algumas estruturas.

#### - Responsável pela execução

A Reitoria da UFCG.

### Plano de Monitoramento da Qualidade da Água:

#### - Justificativa

Este plano de monitoramento é considerado importante pelo fato de que os processos erosivos acelerados causam problemas ambientais nos corpos hídricos, uma vez que o material transportado nesse processo tende a ser arrastado até as áreas mais baixas do terreno, muitas vezes para os corpos d'água. Entre os problemas causados, destacam-se o assoreamento, e, dependendo dos compostos que são transportados juntamente com o solo, podem também acelerar os processos de eutrofização, principalmente no período chuvoso.

#### - Objetivo

Monitorar a qualidade da água e verificar se as medidas de mitigação e/ou compensatórias adotadas são suficientes para manter condições ideais dos corpos hídricos da área de estudo.

#### - Atividades a serem executadas

Para execução deste plano serão realizadas análises periódicas de água dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos encontrados na área de estudo, principalmente no período chuvoso. Entre as análises a serem realizadas para tal finalidade, destacam-se: CE, pH,  $\text{Na}^+$ , P,  $\text{K}^+$ , S e  $\text{Al}^{3+}$ . Caso necessário, a equipe multidisciplinar responsável pela execução desse plano poderá definir outros parâmetros além dos citados anteriormente.

De acordo com o resultado dessas análises, será verificada a necessidade ou não de alterações nas medidas mitigadoras e/ou compensatórias adotadas.

#### - Cronograma

O Plano de Monitoramento da Qualidade da Água será executado durante as fases de implantação e operação do empreendimento, principalmente no período chuvoso.

#### - Responsável pela execução

A Reitoria da UFCG.

### Plano de Monitoramento das Atividades com Potencial Erosivo:

#### - Justificativa

Algumas atividades realizadas na área de estudo têm potencial de acelerar os processos erosivos, por isso, tais atividades precisam ser monitoradas para que seus potenciais erosivos sejam minimizados.

- Objetivo

Verificar se as medidas mitigadoras e/ou compensatórias adotadas com a finalidade de reduzir os impactos ambientais negativos gerados por atividades como, por exemplo, terraplanagem e desmatamento, são eficientes.

- Atividades a serem executadas

Para realização desse plano devem ser realizados levantamentos de dados a serem coletados nas referidas atividades. De posse dessas informações, serão verificadas se as medidas mitigadoras e/ou compensatórias adotadas são suficientes para reduzir os impactos gerados por essas atividades.

- Cronograma

O Plano de Monitoramento das Atividades com Potencial Erosivo será executado durante as fases de implantação e operação do empreendimento, sempre no momento de realização dessas atividades, tanto no período de estiagem, quanto no período chuvoso.

- Responsável pela execução

A Reitoria da UFCG.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados, conclui-se que vários impactos ambientais decorrentes da erosão estão ocorrendo na área do Câmpus da UFCG em Pombal - PB e várias atividades têm o potencial de causar tais impactos, entre elas, àquelas realizadas nas fases de planejamento, implantação e operação do empreendimento.

Com isso, faz-se necessário a adoção de medidas de controle ambiental, tais como as mitigadoras e compensatórias, na área em estudo visando evitar e/ou reduzir o efeito dos impactos ambientais sobre o meio ambiente. Para verificar a eficiência das medidas mitigadoras adotadas, é importante que sejam implementados os sugeridos planos de monitoramento.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G. H. S.; GUERRA, A. J. T.; ALMEIDA, J. R. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2008, 320p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4 ed. São Paulo: Ícone, 2008, 355p.

BRASIL, **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Acessado em 24 de fevereiro de 2013. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm).

BRITO, A. de O. **Estudos da erosão no ambiente urbano, visando planejamento e controle ambiental no Distrito Federal**. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós - Graduação em Ciências Florestais da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília. 2012, 77p.

CPRM: Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: diagnóstico do município de Pombal**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005, 23p.

CUNHA, B. C.; GUERRA, A. J. T. **Avaliação e perícia ambiental**. 10ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010, 286 p.

FOGLIATTI, M. C.; FILIPPO, S.; GOUDARD, B. **Avaliação de impactos ambientais: Aplicação aos Sistemas de Transporte**. Rio de Janeiro: Interciência: 2004.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, 340p.

ISMAEL, F. C. M; LEITE, J. C. A. **Diagnóstico da erosão do solo na área do campus universitário da UFCG em Pombal – PB**. Projeto PIVIC. Pombal: PB, 2012, 18p.

LEMO, C. F.; SILVEIRA, C.T.; MILIANI, R.; FIORI, C. O.; FIORI, A. P. **Avaliação da erosão entre sulcos em solos de diferentes classes de uso na bacia do Rio da Bucha (PR), através do Aparelho de Inderbitzen**. Revista Eletrônica Geografar, Curitiba, v.2, n.2, p. 156-171, 2007.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002, 192p.

LIMA, F. C.; LEITE, J. C. A. **Estudo de avaliação e diagnóstico dos impactos ambientais resultantes da implantação do campus universitário da UFCG em Pombal-PB**. Projeto PIBIC. Pombal: PB, 2011, 21p.

PHILIPPI JR., A.; ROMERO, M. de A.; BRUNA, G. C. **Curso de gestão ambiental**. São Paulo: Manole, 2004.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 495p.

ZALAMENA, J. **Impacto do uso da terra nos atributos químicos e físicos de solos do rebordo do Planalto-RS.** Santa Maria, RS, 2008.