



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL
FERNANDA CAROLINA MONTEIRO ISMAEL**

**AVALIAÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS
NA ÁREA DO *CAMPUS* DA UFCG EM POMBAL - PB**

POMBAL - PB

2014

FERNANDA CAROLINA MONTEIRO ISMAEL

**AVALIAÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS
NA ÁREA DO *CAMPUS* DA UFCG EM POMBAL - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental, da Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: JOSÉ CLEIDIMÁRIO ARAÚJO LEITE

POMBAL - PB

2014

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG**

MON

I83a Ismael, Fernanda Carolina Monteiro.

Avaliação dos processos erosivos e seus impactos ambientais na área do *campus* da UFCG em Pombal - PB / Fernanda Carolina Monteiro Ismael. - Pombal, 2014.

83fls.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2014.

"Orientação: Prof.^o Pós-Dr.^o José Cleidimário Araújo Leite".

Referências.

1. Erosão do Solo. 2. Impactos Ambientais. I. Leite, José Cleidimário Araújo. II. Título.

FERNANDA CAROLINA MONTEIRO ISMAEL

**AVALIAÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS
NA ÁREA DO *CAMPUS* DA UFCG EM POMBAL - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental, da Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: JOSÉ CLEIDIMÁRIO ARAÚJO LEITE

Aprovado em 13 de Março de 2014.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. José Cleidimário Araújo Leite

Orientador - UACTA/CCTA/UFCG

Prof. Dr. Camilo Allyson Simões de Farias

Examinador Interno - UACTA/CCTA/UFCG

Prof.^a Dr.^a Maria Leide Silva de Alencar

Examinadora Externa - CDSA

DEDICO este trabalho a Deus e aos meus pais, Gerlane e Assis, por sempre estarem ao meu lado em todos os momentos da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus por todas as bênçãos que derrama sobre mim, por ter me permitido concluir, com dignidade, mais uma etapa da minha vida.

A toda a minha família, principalmente, a minha mãe Gerlane e meu pai Assis que sempre foram meu alicerce. Às minhas irmãs Daniele e Letícia pelo carinho. Aos meus avós, meus tios e tias, primos e primas.

Ao meu namorado Welson por ter me mostrado a importância da simplicidade e por me fazer feliz.

Ao professor José Cleidimário Araújo Leite pelos ensinamentos que muito contribuíram para minha formação acadêmica e pela simplicidade e seriedade com que realiza seu trabalho.

À Universidade Federal de Campina Grande, *campus* de Pombal – PB.

Às amigas que fiz no decorrer do curso, especialmente, Thâmara, Kátia, Raissa, Luara, Edna e Leiliane.

Aos professores do CCTA, que além de transmitir conhecimentos, estão sempre prontos para nos ajudar: Cleidimário, Camilo, Helber, Érica, Valmir, Moisés, Juliana, entre outros.

Aos membros da banca avaliadora, por colaborar na melhoria deste trabalho.

Enfim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que eu pudesse concluir o curso de graduação em Engenharia Ambiental.

AVALIAÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS NA ÁREA DO *CAMPUS* DA UFCG EM POMBAL - PB

RESUMO

Este trabalho foi realizado na área do *Campus* da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) em Pombal - PB e teve por objetivo avaliar os processos erosivos e seus impactos ambientais na área de estudo, bem como propor medidas de controle ambiental. Para realização da pesquisa, a área de estudo foi dividida em duas parcelas, *Área natural* e *Área antropizada*, para as quais se fez: um diagnóstico ambiental simplificado, a identificação e classificação dos tipos de erosão do solo, a identificação, classificação e proposta de controle para os impactos ambientais. Estas etapas metodológicas foram realizadas por meio de estudos bibliográficos, visitas de campo à área de estudo, análises físicas e químicas do solo e aplicação de métodos de avaliação de impactos ambientais. De acordo com os resultados, observou-se que as ações ou atividades realizadas na área do *campus* estão causando diversos impactos ambientais, principalmente no solo, na água, na flora e fauna. Entre os impactos mais significativos, citam-se: compactação do solo, contaminação da água, redução da flora e fauna, e alteração da paisagem. Para evitar ou reduzir os impactos identificados, foram propostos medidas de controle e planos de monitoramento ambiental, que devem ser implantados para contribuir com a sustentabilidade das atividades na área de estudo.

Palavras-chave: Erosão do Solo, Mitigação de Impactos Ambientais, Recuperação Ambiental.

**EROSION PROCESS ASSESSMENT AND THEIR ENVIRONMENTAL IMPACTS IN
AREA OF THE *CAMPUS* OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF *CAMPINA
GRANDE* IN *POMBAL - PB***

ABSTRACT

This study was conducted at the area of a *Campus* of the Federal University of *Campina Grande* (UFCG) in *Pombal - PB* and aimed to evaluate the erosion processes and its environmental impacts in the study area as well as propose environmental control measures. To conducting the research, the study area was divided into two parts, natural area and anthropized area, where was done: a simplified environmental diagnosis, identification and classification of types of soil erosion, identification, classification and proposed of control to the environmental impacts. These methodological steps were conducted by means of bibliographic studies, field visits to the study area, physical and chemical soil analysis and application of methods for assessing environmental impacts. According to the results, it was noted that the actions or activities in the *campus* area are causing several environmental impacts, especially in soil, water, flora and fauna. Among the most significant impacts, it mentioned: soil compaction, water contamination, reduction of flora and fauna, and landscape alteration. To avoid or reduce the identified impacts, control measures and environmental monitoring plans, which must be deployed to contribute to the sustainability of activities in the study area, were proposed.

Keywords: Soil erosion, Mitigation of Environmental Impacts, Environmental Recovery.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Erosão na área do <i>Campus</i> da UFCG, em Pombal – PB	18
FIGURA 2 - Mecanismo geral da erosão do solo	20
FIGURA 3 - (A) Localização do município de Pombal na Paraíba; (B) Localização do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	29
FIGURA 4 - Caracterização geral da área do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	30
FIGURA 5 - Área natural e Área antropizada do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	31
FIGURA 6 - Áreas amostrais na <i>Área natural</i> do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	31
FIGURA 7 - Áreas amostrais na <i>Área antropizada</i> do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	32
FIGURA 8 – Etapas metodológicas do estudo	33
FIGURA 9 - Mapa de solos do município de Pombal – PB	41
FIGURA 10 - Aspectos do solo da área do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal - PB	44
FIGURA 11 - Solos da área do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal - PB no período chuvoso	45
FIGURA 12 - Corpo d'água na área do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal - PB no período no período chuvoso	46
FIGURA 13 - Corpo d'água na área do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal - PB no período no período de estiagem	46
FIGURA 14 - Desmatamento (A) e atividade agrícola (B) em APP no <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	47
FIGURA 15 - Descarte inadequado de resíduos de construção civil (A) e outros resíduos sólidos (B) na área do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	47
FIGURA 16 - Espécies vegetais diagnosticadas na área do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	48
FIGURA 17 - Algumas espécies animais da área do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	51

FIGURA 18 - Extração (A) e disposição (B) de solo na área do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	53
FIGURA 19 - Focos de erosão laminar na <i>Área antropizada</i> do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	54
FIGURA 20 - Focos de erosão em sulcos na <i>Área antropizada</i> do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	54
FIGURA 21 - Focos de erosão do tipo voçoroca em áreas do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	55
FIGURA 22 - Vegetação predominante na <i>Área natural</i> do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	57
FIGURA 23 - Percentual de erosão laminar (A) e do número de ramificações dos sulcos (B), encontrados nas áreas amostrais no <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	57
FIGURA 24 - Impactos ambientais diagnosticados na área do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	62
FIGURA 25 - Mapa de usos do solo no <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	65
FIGURA 26 - Usos do solo no <i>Campus</i> da UFCG em Pombal - PB	65
FIGURA 27 - Mapa de áreas agrícolas no <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	68
FIGURA 28 - Mapa de exposição do solo no <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	69
FIGURA 29 - Mapa de áreas fortemente impactadas no <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	70
FIGURA 30 - Áreas indicadas para serem reflorestadas no <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	73
FIGURA 31 - Áreas sugeridas para construção de terraços no <i>Campus</i> Universitário da UFCG, em Pombal – PB	74
FIGURA 32 - Áreas sugeridas para construção de canais escoadouros em auxílio aos terraços no <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	74
FIGURA 33 - Áreas recomendadas para se fazer a distribuição racional dos caminhos no <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	75

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Fases e atividades ou ações de projeto do empreendimento	39
TABELA 2 - Características climáticas da área do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	40
TABELA 3 - Valores médios das análises físicas e químicas para os solos das Áreas <i>antropizada</i> (Aa) e <i>natural</i> (An) no <i>Campus</i> da UFCG em Pombal-PB	41
TABELA 4 - Espécies vegetais diagnosticadas por Lima e Leite (2011) na área do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	50
TABELA 5 - Espécies animais diagnosticadas por Lima e Leite (2011) na área do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	51
TABELA 6 - Número de usuários do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	52
TABELA 7 - Quantidade de focos erosivos encontrados nas Áreas <i>antropizada</i> e <i>natural</i> do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	55
TABELA 8 - Impactos ambientais relacionados à erosão diagnosticados na área do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	58
TABELA 9 - Classificação dos impactos ambientais diagnosticados na área do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	63
TABELA 10 - Proposição de medidas de controle ambiental para os impactos ambientais diagnosticados na área do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	71

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Informações referentes à realização do diagnóstico ambiental na área do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal – PB	34
QUADRO 2 - Classificação dos impactos ambientais	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVOS	19
1.1.1 Objetivo geral	19
1.1.2 Objetivos específicos	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1 EROSÃO: CONCEITOS E MECANISMO	20
2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS	20
2.3 PRÁTICAS DE CONTROLE DA EROSÃO	21
2.3.1 Conceitos gerais	21
2.3.2 Práticas vegetativas	21
<i>2.3.2.1 Reflorestamento</i>	22
<i>2.3.2.2 Manejo de pastagens</i>	22
<i>2.3.2.3 Plantas de cobertura</i>	22
<i>2.3.2.4 Cultivo em faixas</i>	22
<i>2.3.2.5 Cordões de vegetação</i>	23
<i>2.3.2.6 Ceifa do mato</i>	23
<i>2.3.2.7 Quebra-ventos</i>	23
<i>2.3.2.8 Cobertura do solo com palha</i>	23
2.3.3 Práticas edáficas	24
<i>2.3.3.1 Controle do fogo</i>	24
<i>2.3.3.2 Adubação verde</i>	24
<i>2.3.3.3 Adubação química</i>	24
<i>2.3.3.4 Adubação orgânica</i>	25
<i>2.3.3.5 Calagem</i>	25
2.3.4 Práticas mecânicas	25
<i>2.3.4.1 Terraceamento</i>	25
<i>2.3.4.2 Canais escoadouros</i>	25
2.4 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	26
2.4.1 Meio ambiente	26
2.4.2 Impacto ambiental	26

2.4.3 Avaliação de impactos ambientais	26
2.4.4 Métodos de avaliação de impactos ambientais	27
2.4.5 Medidas de controle ambiental	27
2.4.6 Planos de monitoramento ambiental	27
3 MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	29
3.2 ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO	29
3.3 DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO	29
3.4 METODOLOGIA	30
3.5 LEVANTAMENTO DAS PRINCIPAIS AÇÕES DE PROJETO DO EMPREENDIMENTO	33
3.6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SIMPLIFICADO	34
3.7 IDENTIFICAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS	35
3.8 IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS RESULTANTES DA EROSÃO	35
3.9 CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS	36
3.10 MAPEAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO	37
3.11 PROPOSIÇÃO DAS MEDIDAS DE CONTROLE AMBIENTAL	37
3.12 PLANOS DE MONITORAMENTO AMBIENTAL	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1 LEVANTAMENTO DAS PRINCIPAIS AÇÕES DE PROJETO DO EMPREENDIMENTO	38
4.2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SIMPLIFICADO	39
4.2.1 Meio físico	39
4.2.1.1 <i>Clima</i>	39
4.2.1.2 <i>Geologia</i>	40
4.2.1.3 <i>Solos</i>	40
4.2.1.3.1 <u>Área de influência indireta</u>	40
4.2.1.3.2 <u>Área de influência direta</u>	41

4.2.1.4 Recursos hídricos	45
<u>4.2.1.4.1 Área de influência indireta</u>	45
<u>4.2.1.4.2 Área de influência direta</u>	45
4.2.1.5 Uso da terra	46
4.2.2 Meio biótico	47
4.2.2.1 Vegetação	47
4.2.2.2 Fauna	51
4.2.3 Meio antrópico	52
4.2.3.1 Perfil dos usuários do campus universitário	52
4.2.3.2 Relações entre o meio antrópico e os demais fatores ambientais da área de estudo	53
4.3 IDENTIFICAÇÃO DOS TIPOS DE EROÇÃO	53
4.4 CLASSIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS	54
4.5 IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS RESULTANTES DA EROÇÃO	58
4.6 CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS	62
4.7 MAPEAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO	64
4.7.1 Mapa de usos do solo	64
4.7.2 Mapa de áreas agrícolas	67
4.7.3 Mapa de exposição do solo	68
4.7.4 Mapa de áreas impactadas	69
4.8 PROPOSIÇÃO DAS MEDIDAS DE CONTROLE AMBIENTAL	70
4.9 PLANOS DE MONITORAMENTO	75
4.9.1 Plano de Monitoramento da Qualidade do Solo	75
4.9.2 Plano de Monitoramento da Qualidade da Água	76
4.9.3 Plano de Monitoramento das Atividades com Potencial Erosivo	77
5 CONCLUSÕES	79
REFERÊNCIAS	81

1 INTRODUÇÃO

A erosão dos solos é um processo natural que atua sobre estes desde a sua formação. Esse processo natural passou a ser influenciado pela ação antrópica no momento da história em que o homem deixou de ser nômade e passou a fixar moradia, quando então se iniciaram as primeiras formas de uso do solo, entre elas, a agricultura (LEPSCH, 2002).

A ação de fatores naturais sobre o solo, que tem ocorrido desde a sua formação de forma permanente, constitui o tipo de erosão denominada “erosão geológica” ou “erosão natural”. Essa forma de erosão, apesar de desagregar, arrastar e depositar as partículas de solo, não é a causadora de 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 (LEPSCH, 2002; BERTONI; LOMBARDI NETO, 2008).

No entanto, ao longo de sua história, o homem 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 uma das principais causas da degradação do solo no mundo (ARAÚJO; GUERRA; ALMEIDA, 2008).

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2008), a erosão tem suas raízes no passado, desde a supremacia do período babilônico, onde o mau uso do solo foi responsável pelo aumento nos problemas de enchente e sedimentação dos rios Eufrates e Tigre. O histórico da erosão também remete a outras civilizações como, os persas, assírios, gregos, romanos, fenícios, hebreus, entre outros. Os fenícios se destacaram por fazerem uso de práticas de controle de erosão, como, por exemplo, os terraços de irrigação.

No Brasil, o processo de erosão acelerada, teve sua intensificação com a colonização, onde houve, inicialmente, a exploração dos recursos naturais das áreas costeiras. Atividades como o desmatamento, para extração de madeira, a plantação

de cana-de-açúcar e outras práticas antrópicas foram as “responsáveis pioneiras” dos processos erosivos no país.

De acordo com Lepsch (2002), a partir da época da colonização do Brasil, deu-se início ao seu povoamento por imigrantes de outros continentes. Com isso, os solos começaram, pouco a pouco, a serem conhecidos e utilizados pelos lavradores e pecuaristas. A partir dessa relação com o solo, esses povos passaram a utilizar tal recurso, causando, muitas vezes, problemáticas ambientais, tais como a erosão acelerada.

Atualmente, muitas regiões brasileiras, e no mundo, têm apresentado alterações ambientais resultantes de atividades antrópicas, sendo a erosão uma das alterações mais preocupantes nas condições naturais do solo.

As perdas de solo no Brasil e no mundo, causadas por processos erosivos, são bem preocupantes. De acordo com Guerra, Silva e Botelho (2007), 56% da degradação dos solos no mundo têm por causa a erosão hídrica, enquanto que 28% desta degradação resultam da erosão eólica. Essa problemática também é evidenciada nos solos brasileiros, onde grandes áreas encontram-se degradadas, a exemplo de parte da região do semiárido.

Sabe-se que a erosão do solo apresenta-se como uma das principais causas de sua degradação (ARAÚJO; GUERRA; ALMEIDA, 2008), que acarreta o comprometimento da qualidade de diversos fatores ambientais como, por exemplo, a água, a flora, o ar, etc.

A degradação dos solos pode ocorrer em virtude do seu empobrecimento causado pela erosão. Cantalice et al. (2009) relatam que a erosão é responsável por remover a camada superficial do solo, acarretando uma redução nos teores de matéria orgânica e disponibilidade de nutrientes, afetando a atividade biológica a eles associada, favorecendo, assim, a modificação da estrutura do solo.

Esse empobrecimento do solo está relacionado a diversos fatores que dificultam o desenvolvimento dos organismos presentes nele, sobretudo o desenvolvimento vegetal. Araújo, Guerra e Almeida (2008) afirmam que a perda da camada superficial reduz a fertilidade do solo, uma vez que, ao ficar mais denso e fino, o solo torna-se menos penetrável às raízes das plantas, como também há uma redução na capacidade do solo em reter água, além de diminuir os nutrientes disponíveis para as plantas.

Diante desse contexto, a erosão acelerada apresenta-se como causa de diversos impactos ambientais, não apenas no solo, mas nos demais fatores ambientais: água, flora, fauna, ar, etc. Nesse sentido, necessário se faz a identificação e avaliação dos impactos ambientais causados pelos processos erosivos, sobretudo nas áreas mais suscetíveis à degradação dos fatores naturais.

A construção do *Campus* da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) no município de Pombal, Paraíba, foi iniciada em 2008 e continua em fase de construção ou ampliação, mesmo após iniciar a fase de operação desse empreendimento.

O referido *Campus* da UFCG foi construído em uma área com características típicas do Bioma Caatinga, com solos rasos, expostos e vegetação pouco densa, características estas que contribuem de forma significativa para a ocorrência dos processos erosivos. Entretanto, tais condições favoráveis à ocorrência da erosão são consideradas menos importantes quando comparadas às atividades e ações de projeto realizadas durante a construção e ampliação do referido empreendimento, como, por exemplo: desmatamento, terraplanagem, abertura de caminhos, pavimentação.

Em virtude das atividades construtivas de edificações na citada área, tem-se observado a ocorrência de vários processos erosivos (FIG. 1), que, por sua vez, não estão sendo minimizados ou evitados e aonde não há nenhum tipo de ação voltada para recuperação do solo erodido.

Figura 1 - Erosão na área do *Campus* da UFCG, em Pombal - PB



Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

Com isso, torna-se necessário a identificação, caracterização e a avaliação dos impactos ambientais causados pela erosão acelerada do solo, bem como a

proposição de medidas de controle e planos de monitoramento ambiental que visem à melhoria da qualidade ambiental na referida área.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar os processos erosivos e seus impactos ambientais na área do *Campus* da UFCG em Pombal - PB, bem como propor medidas de controle ambiental.

1.1.2 Objetivos específicos

- Catalogar as principais ações de projeto do empreendimento;
- Elaborar um diagnóstico ambiental simplificado da área de estudo;
- Identificar os tipos de erosão;
- Classificar e quantificar os processos erosivos;
- Identificar os impactos ambientais resultantes da erosão;
- Classificar os impactos ambientais identificados;
- Fazer o mapeamento da área de estudo, destacando as áreas com maior incidência de impactos decorrentes da erosão;
- Propor medidas de controle ambiental para os impactos ambientais negativos, sobretudo os mais significativos;
- Propor planos de monitoramento ambiental.

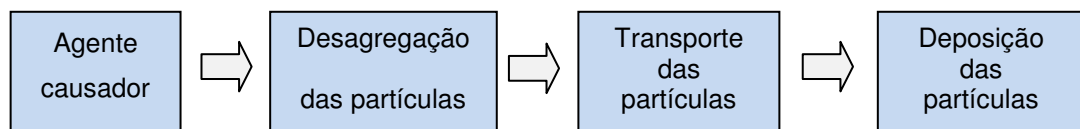
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 EROSIÃO: CONCEITOS E MECANISMO

De forma geral, a erosão do solo pode ser definida como o desgaste ou desagregação, arraste e deposição dos elementos que constituem o solo. Segundo Lepsch (2002), o solo em boas condições para o desenvolvimento vegetal é composto basicamente por: minerais (46%), matéria orgânica (4%), água (25%) e ar (25%).

O mecanismo da erosão, ilustrado na FIG. 2, é sempre o mesmo em todos os casos, o que se altera é apenas o agente causador, que quando provocada pela água é denominada erosão hídrica, e, quando é causada pelo vento, é a erosão eólica.

Figura 2 - Mecanismo geral da erosão do solo



Fonte: Autoria própria, 2012.

2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS

A erosão pode ser classificada de acordo com a intensidade que os agentes naturais chuva e vento atuam, ou seja, quando os mesmos agem de forma lenta e sem intervenção antrópica, a erosão é dita erosão geológica ou natural, já quando há influências das ações humanas esses processos são intensificados, dando origem à chamada “erosão acelerada” (LEPSCH, 2002; BERTONI; LOMBARDI NETO, 2008).

Outra classificação utilizada é quanto ao agente causador da erosão (a água ou vento) sendo classificada, respectivamente, em erosão hídrica e eólica.

Segundo Lepsch (2002) a erosão hídrica se divide em três tipos: erosão laminar, que compreende a remoção uniforme de uma fina camada superior de todo o terreno; erosão em sulcos, ocasionada quando uma enxurrada atinge a superfície de terrenos com certa irregularidade; e a erosão em voçorocas, que ocorre quando a erosão em sulcos não é controlada, levando a um aprofundamento desses sulcos formando grandes cavidades onde estas são denominadas voçorocas ou boçorocas.

A erosão eólica consiste na remoção e deposição de partículas do solo pela ação dos ventos, formando grandes nuvens de poeira (LEPSCH, 2002) que são depositadas em locais inadequados. Esse tipo de erosão tem grande importância em áreas onde a cobertura vegetal torna-se insuficiente para proteger o solo, como em regiões áridas e semiáridas, e ainda em locais onde o solo é muito arenoso, principalmente aqueles em que se estabelecem atividades agrícolas (SEIXAS, 1984).

2.3 PRÁTICAS DE CONTROLE DA EROSÃO

2.3.1 Conceitos gerais

Para Bertoni e Lombardi Neto (2008), todas as técnicas utilizadas a fim de aumentar a resistência do solo ou diminuir as forças dos processos erosivos são denominadas de práticas conservacionistas ou práticas de controle à erosão, que podem ser divididas em: vegetativas, edáficas e mecânicas. Nessas práticas são utilizados a vegetação, as modificações nos sistemas de cultivo e as alterações na estrutura de porções de terra, respectivamente, para defender o solo contra a erosão.

A adoção dessas práticas deve diminuir ou minimizar os efeitos dos processos erosivos sempre conciliando a exploração econômica com a preservação dos recursos naturais solo e água (WADT, 2003).

As alterações ambientais ocasionadas pela erosão podem ser minimizadas ou evitadas por meio da utilização das práticas de conservação do solo que se tornam indispensáveis para a prevenção e controle dos processos erosivos, bem como para a manutenção da qualidade produtiva e ambiental do solo e da água, possibilitando a viabilidade dos aspectos sociais, econômicos e ambientais das atividades antrópicas sobre o solo.

2.3.2 Práticas vegetativas

As práticas de caráter vegetativo são aquelas que aumentam a cobertura vegetal do solo para controlar a erosão. As mais usadas são: reflorestamento, manejo de pastagens, plantas de cobertura, cultivo em faixas, cordões de vegetação, controle das capinas, ceifa do mato, faixas de árvores formando quebra-ventos e cobertura do solo com palha (LEPSCH, 2002; BERTONI; LOMBARDI NETO, 2008).

2.3.2.1 Reflorestamento

A prática reflorestamento refere-se à reposição vegetal de áreas com baixa capacidade de produção e/ou muito susceptível à erosão. O objetivo principal dessa prática é a recuperação produtiva e ambiental do solo afetado por processos erosivos. Tal técnica deve ser implantada tomando-se conhecimento de algumas características da região em questão, a exemplo da declividade do solo. Áreas com declive entre 0 e 20 % devem ser cultivadas com culturas anuais, àquelas que possuem inclinação entre 20 e 40 % devem ser reflorestadas ou utilizadas para pastagens, já em locais com declividade acima de 40 % indica-se apenas o uso de florestas (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2008).

2.3.2.2 Manejo de pastagens

O manejo de pastagens consiste em utilizar a pastagem como forma de proteção do solo. Porém, deve-se ter o cuidado no tipo de manejo a ser implantado, sendo o mais indicado o que utiliza o sistema de rotação de pastoreio, de forma que a quantidade e o tempo de permanência dos animais no pasto sejam controlados. Segundo Cunha (2006), a pastagem, quando bem manejada, oferece boa proteção ao solo contra os processos erosivos.

2.3.2.3 Plantas de cobertura

Plantas de cobertura consistem em uma prática que deve ser introduzida no sistema de manejo do solo, tendo como objetivo aumentar a oferta de cobertura sobre a sua superfície e, dessa forma, manter sua proteção contra a erosão hídrica e contra a ação dos os raios solares. Tais plantas devem ter características favoráveis, tais como: alta produção de fitomassa com elevada taxa de absorção de nutrientes, tolerância ao déficit hídrico e (ALVARENGA; CRUZ; NOVOTNY, 2006).

2.3.2.4 Cultivo em faixas

Entre as atividades conservacionistas mais recomendadas no controle da erosão, encontra-se o cultivo em faixas, que compreende o plantio de espécies vegetais com diferentes tipos de cobertura do solo. A vegetação que é disposta em faixas serve de proteção para a cultura, uma vez que funciona como barreira para o escoamento superficial que pode causar erosão. Para o combate da erosão hídrica, as faixas

devem ser dispostas em curvas de nível, já para o controle da erosão eólica, as faixas devem ser dispostas de forma perpendicular à direção preferencial dos ventos (ARMANDO, 2002).

2.3.2.5 Cordões de vegetação

A prática denominada de cordões de vegetação refere-se ao plantio de espécies vegetais de crescimento rápido, como por exemplo, cana-de-açúcar e capim cidreira, que possibilitem uma maior proteção ao solo contra a erosão. Esses cordões são intercalados em culturas anuais servindo como barreira física contra a ação erosiva da água da chuva sobre o solo (MACEDO; CAPECHE; MELO, 2009).

2.3.2.6 Ceifa do mato

Outra prática com potencial para controlar a erosão é a ceifa do mato, que consiste no corte das ervas daninhas a uma altura próxima à superfície do solo, de forma que, deixem intactos os sistemas radiculares das plantas (ARAÚJO, 2006). Já a prática denominada controle das capinas faz o corte da vegetação em profundidade tal que o sistema radicular é afetado, deixando o solo mais exposto, quando comparado com a ceifa do mato.

2.3.2.7 Quebra-ventos

Outra forma de proteger o solo contra a erosão é a disposição de árvores formando quebra-ventos. Segundo Volpe e Schoffel (2001), quebra-vento é um sistema aerodinâmico, natural ou artificial, que serve como anteparo para minimizar a velocidade média dos ventos. Diante dessa afirmação, percebe-se que essa prática vem a ser mitigadora dos processos erosivos, principalmente no que se refere à erosão eólica, que tem seu potencial reduzido com o uso de tal prática.

2.3.2.8 Cobertura do solo com palha

Cobertura do solo com palha consiste, basicamente, na adição de restos vegetais sobre o solo. De acordo com Gomes et al. (2009), essa prática simples e benéfica é realizada dispondo materiais como recortes de grama, palha e casca de árvores sobre o solo, fornecendo uma maior proteção deste contra a erosão, por meio da

redução do impacto das chuvas, da conservação da umidade do solo, entre outras contribuições.

2.3.3 Práticas edáficas

Outra modalidade das práticas conservacionistas são aquelas de caráter edáfico, que fazem uso de modificações no sistema de cultivo para controlar a erosão e manter, ou melhorar, a fertilidade do solo. Entre as mais usadas destacam-se: o controle do fogo; as adubações verde, química e orgânica; e a calagem (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2008).

2.3.3.1 Controle do fogo

O controle do fogo é uma atividade importante, pois o fogo é muito prejudicial ao solo, uma vez que destrói a matéria orgânica e o nitrogênio, modifica a estrutura da organização das partículas constituintes do solo, gerando uma menor capacidade de absorção e retenção de umidade, e conseqüentemente, o desenvolvimento da vegetação é prejudicado e os processos erosivos são intensificados (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 2007). Sendo assim, o controle do fogo consiste em evitar ao máximo as queimadas e substituí-las por práticas sustentáveis, a exemplo da incorporação do material vegetal no interior do solo.

2.3.3.2 Adubação verde

A adubação verde é uma alternativa prática e eficaz para adicionar matéria orgânica ao solo. Essa vegetação verde pode ser incorporada ao solo ou ser disposta na superfície. No primeiro caso, o principal benefício é o fornecimento de nutrientes para a cultura. Já quando a adubação verde é feita em superfície, o solo fica mais protegido contra os processos erosivos (ALCÂNTARA; MADEIRA, 2008).

2.3.3.3 Adubação química

A adubação química tem a finalidade de proporcionar a manutenção e a recuperação sistemática da fertilidade do solo a partir da adição de elementos nutritivos essenciais (nitrogênio, fósforo e potássio), sob a forma de fertilizantes (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2008).

2.3.3.4 Adubação orgânica

A adubação orgânica consiste em adicionar ao solo materiais de origem animal ou vegetal que tenham capacidade de aumentar a fertilidade de solos “pobres”. Por serem ricos em nutrientes, esses materiais têm a capacidade de promover o desenvolvimento da atividade biológica do solo (WEINARTNER; ALDRIGHI; MEDEIROS, 2006)

2.3.3.5 Calagem

A calagem consiste na adição de calcário ao solo objetivando fazer a correção da acidez. Solos ácidos têm condições limitadas para o desenvolvimento vegetal, pois nessa condição, as plantas têm dificuldade de assimilar fósforo e o desenvolvimento de microorganismos fixadores de nitrogênio é restringido (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 2007).

2.3.4 Práticas mecânicas

Quando a utilização das práticas conservacionistas vegetativas e edáficas não é suficiente faz-se necessário a adoção das práticas mecânicas, que consistem na construção de estruturas artificiais no solo com objetivo de reduzir a velocidade de escoamento da enxurrada. Isso pode ser feito por meio de barreiras mecânicas, entre elas, as mais conhecidas são, os terraços e os canais escoadouros (PRUSKI, 2006).

2.3.4.1 Terraceamento

Segundo Pruski (2006), a prática conservacionista terraceamento consiste na construção de terraços (estruturas compostas de um canal e um dique, ou camalhão), no sentido transversal à declividade do terreno, de forma a servir como barreira ao escoamento de água.

2.3.4.2 Canais escoadouros

Os canais escoadouros são canais capazes de fazer o transporte da água do escoamento superficial proveniente dos sistemas de terraceamento ou mesmo de

outras estruturas, complementando essas práticas (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 2007).

2.4 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

O conhecimento de alguns termos técnicos e/ou científicos é de suma importância para o entendimento do processo de Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), assim como para a compreensão do presente trabalho. Por esse motivo, a seguir serão descritos conceitos citados na legislação vigente e na literatura e que estão presentes no contexto da AIA:

2.4.1 Meio ambiente

O termo meio ambiente é definido na Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, art. 3º, I, como sendo “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (BRASIL, 1981, p. 1).

2.4.2 Impacto ambiental

Segundo o artigo 1º da resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986, impacto ambiental é:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986, p. 636).

2.4.3 Avaliação de impactos ambientais

De acordo com Cunha e Guerra (2010),

Avaliação de Impactos Ambientais é um instrumento de política ambiental formado por um conjunto de procedimentos capaz de assegurar, desde o início do processo, que se faça um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta e de suas alternativas, que os resultados sejam apresentados de forma adequada ao público e aos responsáveis pela tomada de decisão (CUNHA; GUERRA, 2010, p 81).

2.4.4 Métodos de avaliação de impactos ambientais

Segundo Cunha e Guerra (2010), métodos de avaliação de impactos ambientais (AIA) são procedimentos lógicos, técnicos e operacionais capazes de permitir que o processo de AIA seja completado.

Fogliatti, Filippo e Goudard (2004) descrevem os métodos de AIA, quais sejam:

Método espontâneo (*Ad Hoc*): consiste em reunir profissionais com o objetivo de levantar os possíveis impactos ambientais de um empreendimento e suas medidas mitigadoras.

Listagem de controle (*Check Lists*): listas elaboradas nas fases de diagnóstico ambiental e estudo de alternativas de projeto, onde se enumeram os fatores ambientais de um projeto específico e seus impactos mais relevantes. Tem como desvantagem o fato de não correlacionar os impactos às suas causas.

2.4.5 Medidas de controle ambiental

As medidas de controle ambiental são classificadas em medidas mitigadoras, compensatórias e de maximização.

Para Fogliatti, Filippo e Goudard (2004) medidas mitigadoras compreendem qualquer ação prevista para diminuir os efeitos dos impactos ambientais negativos.

As medidas compensatórias são utilizadas quando a adoção de medidas mitigadoras não são suficientes para eliminar os impactos ambientais negativos em decorrência do projeto (PHILIPPI JR; ROMERO; BRUNA, 2004).

As medidas de maximização consistem em ações voltadas para otimizar a utilização dos recursos naturais, melhorando o rendimento ambiental (PHILIPPI JR; ROMERO; BRUNA, 2004).

2.4.6 Planos de monitoramento ambiental

Segundo Sánchez (2008), o monitoramento é importante, pois permite confirmar ou não as “previsões” feitas no estudo de impacto ambiental, além de constatar se o empreendimento atende aos requisitos aplicáveis (legislação, licenciamento ambiental e outros compromissos) e alertar quando forem necessários ajustes ou correções.

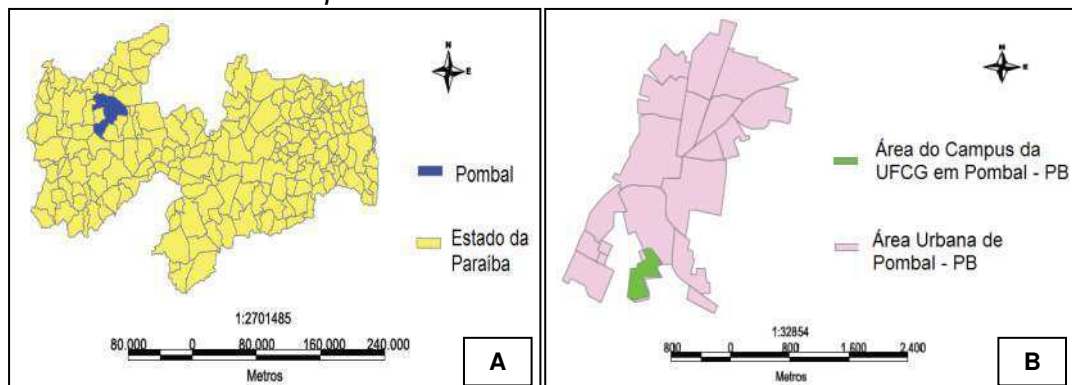
Os planos de monitoramento ambiental têm entre seus objetivos: determinar a eficácia das medidas de controle ambiental; prever impactos ambientais e melhorar a gestão de projetos e programas (PHILIPPI JR; ROMERO; BRUNA, 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo deste trabalho está localizada no município de Pombal, na mesorregião do sertão da Paraíba – Brasil, nas coordenadas geográficas de 06°46'12''S e 37°48'07''W. Na FIG. 3 apresenta-se uma imagem georreferenciada da localização do município de Pombal no Estado da Paraíba (A) e a localização do *Campus* da UFCG na zona urbana de Pombal – PB (B).

Figura 3 – (A) Localização do município de Pombal na Paraíba; (B) Localização do *Campus* da UFCG em Pombal – PB



Fonte: Autoria própria, 2013.

3.2 ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO

A área de influência do empreendimento é composta pela Área de Influência Direta (AID) e pela Área de Influência Indireta (AII). A AID é aquela em que há o potencial de ocorrência dos impactos ambientais diretos; neste estudo, tal área compreende a área do *Campus* da UFCG em Pombal – PB. Já AII refere-se à área que pode ser afetada pelos impactos ambientais indiretos; para fins deste estudo, a AII abrange o limite geográfico da zona urbana de Pombal – PB.

3.3 DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende o *Campus* da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) situado na cidade de Pombal – PB. O referido *campus* tem 155500,47 m² de área e compreende um ambiente típico do bioma caatinga, conforme pode ser observado na FIG. 4.

Figura 4 - Caracterização geral da área do *Campus* da UFCG em Pombal - PB



Fonte: Arquivo pessoal, 2012.

Nesse *campus* são desenvolvidas as atividades referentes aos cursos de graduação em Engenharia Ambiental, Engenharia de Alimentos e Agronomia e, mais recentemente, dos cursos de pós-graduação em Sistemas Agroindustriais e Horticultura Tropical.

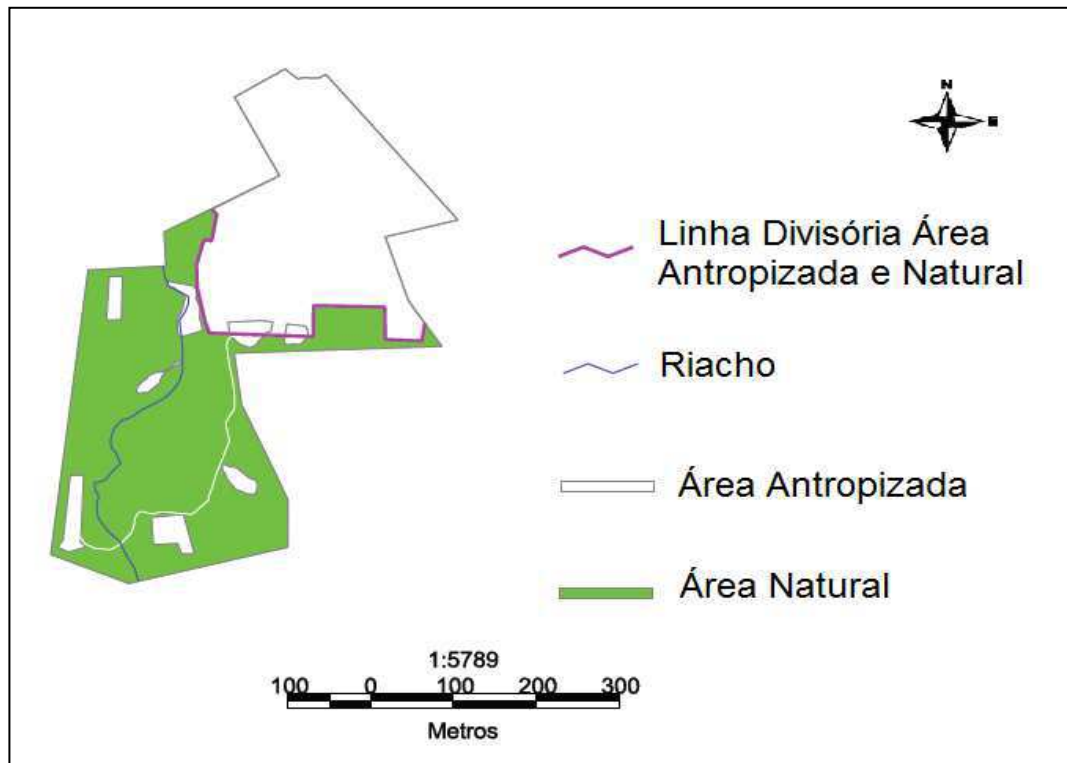
3.4 METODOLOGIA

A metodologia adotada nesse estudo foi fundamentada em pesquisas bibliográficas em livros, periódicos e outras fontes científicas, as quais permitiram uma abordagem teórica do tema principal. Fez-se uso também de análises laboratoriais e métodos de avaliação de impactos ambientais.

O material bibliográfico utilizado na pesquisa foi obtido na Biblioteca Central do *Campus* da UFCG em Pombal - PB, e complementado por artigos e demais textos científicos publicados em eventos e periódicos nacionais.

Para execução desse trabalho, a área de estudo foi dividida em duas partes: a Área I, denominada por *Área natural*, e a Área II, nomeada por *Área antropizada*, de acordo com a FIG. 5.

Figura 5 - Área natural e Área antropizada do *Campus* da UFCG em Pombal - PB



Fonte: Autoria própria, 2013.

A Área I foi dividida em três áreas amostrais: An1, An2, An3 e a Área II em outras três áreas amostrais: Aa1, Aa2, Aa3. Tais áreas foram selecionadas observando-se os locais, existentes no *campus*, onde há maior incidência e/ou potencial de ocorrer os processos erosivos.

Tais áreas podem ser visualizadas, respectivamente, por meio da FIG. 6 e da FIG. 7.

Figura 6 – Áreas amostrais na Área natural do *Campus* da UFCG em Pombal – PB



Fonte: Arquivo pessoal, 2012.

Figura 7 – Áreas amostrais na *Área antropizada* do *Campus* da UFCG em Pombal – PB

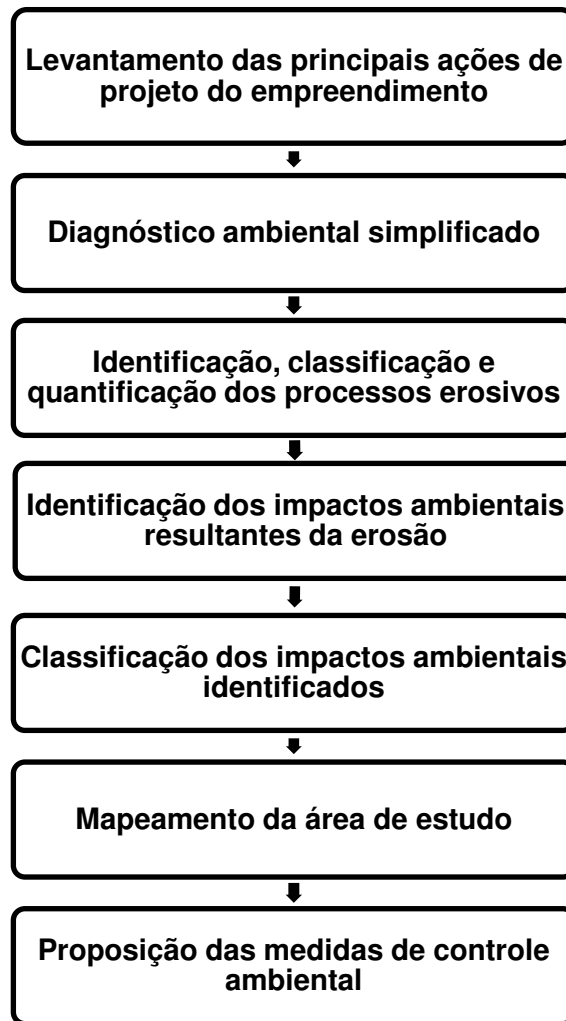


Fonte: Arquivo pessoal, 2012.

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 a ocorrência de erosão e os impactos ambientais resultantes dos processos erosivos nas duas parcelas da área, o que possibilitou uma análise dos efeitos das ações e atividades antrópicas do empreendimento, principalmente na *Área antropizada*.

A metodologia proposta pode ser compreendida por meio da visualização do fluxograma metodológico, apresentado na FIG. 8.

Figura 8 – Etapas metodológicas do estudo



Fonte: Autoria própria, 2014.

3.5 LEVANTAMENTO DAS PRINCIPAIS AÇÕES DE PROJETO DO EMPREENDIMENTO

A partir do projeto executivo do empreendimento, foram elencadas as ações de projeto com ênfase para as que apresentam maior potencial de causar erosão, como, por exemplo, desmatamento, terraplanagem, pavimentação, etc.

Tais informações foram obtidas na Secretaria de Projetos Estratégicos da Prefeitura Universitária da UFCG, no *campus* de Campina Grande - PB, na Subprefeitura do *Campus* da UFCG em Pombal - PB e no trabalho executado por Lima e Leite (2011).

3.6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SIMPLIFICADO

O diagnóstico ambiental foi realizado apenas na Área de Influência Direta do empreendimento. Os fatores ambientais e a respectiva metodologia adotada encontram-se apresentados no QUADRO 1.

Quadro 1 – Informações referentes à realização do diagnóstico ambiental na área do *Campus* da UFCG em Pombal - PB

Meio	Fator ambiental	Metodologia adotada
Físico	Clima	- Consulta ao trabalho de Lima e Leite (2011).
	Geologia	- Consultas a trabalhos publicados pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2005)
	Solos	- Geração de mapa de tipos de solo - Realização de análises físicas e químicas de solo, seguindo a metodologia da Embrapa (1997), Klein (2008) e Embrapa (2009)
	Recursos hídricos	- Consultas a trabalhos publicados pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2005) - Visitas à área de estudo
	Uso da terra	- Visitas à área de estudo
Biótico	Flora	- Levantamento florístico na área <i>campus</i> - Consultas ao trabalho de Lima e Leite (2011)
	Fauna	- Levantamento da fauna do <i>campus</i> - Consultas ao trabalho de Lima e Leite (2011)
Antrópico	Perfil dos usuários do <i>campus</i>	- Consulta aos dados disponíveis na subprefeitura do CCTA/UFCG
	Relações entre o meio antrópico e os demais fatores ambientais	- Visitas à área de estudo

Fonte: Autoria própria, 2013.

3.7 IDENTIFICAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS

A identificação dos processos erosivos foi realizada mediante visitas técnicas às áreas amostrais: Aa1, Aa2, Aa3, An1, An2 e An3, onde foram identificados, classificados e quantificados os focos de erosão hídrica (laminar, sulcos e voçorocas), uma vez que esse tipo de erosão é predominante na área de estudo.

Os tipos de erosão foram diagnosticados observando algumas características, a exemplo da profundidade do foco erosivo.

O diagnóstico da erosão do tipo laminar foi feito nas áreas onde o solo foi removido nas camadas superficiais. Já a erosão em sulcos, foi diagnosticada quando havia aberturas no terreno, onde as cavas no solo apresentavam profundidade maior que 3 cm. Para esse tipo de erosão, fez-se ainda a contabilização do número de ramificações dos sulcos. A identificação da erosão do tipo voçoroca foi determinada quando os sulcos apresentavam uma base reta e taludes inclinados, com forma de “U”, e profundidade próxima ao lençol freático.

A classificação dos tipos de erosão identificados foi realizada de acordo com a literatura, onde a erosão é classificada em hídrica e eólica, sendo a erosão hídrica subclassificada como: laminar ou superficial, sulcos e voçorocas (LEPSCH, 2002; GUERRA; SILVA; BOTELHO, 2007; BERTONI; LOMBARDI NETO, 2008).

3.8 IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS RESULTANTES DA EROSÃO

A identificação dos impactos ambientais na área de estudo foi realizada a partir dos dados levantados referentes às ações de projeto do empreendimento e ao diagnóstico ambiental simplificado.

A metodologia utilizada foi apresentada em Sánchez (2008), na qual os impactos ambientais foram avaliados a partir do seguinte procedimento:

- a) identificação dos fatores ambientais da área de estudo (diagnóstico ambiental);
- b) conhecimento das principais ações de projeto na implantação do empreendimento, como, por exemplo: remoção da vegetação, escavações para fundação, sistematização de terras, compactação do solo, desvio do curso de drenagem natural, etc.;

- c) conhecimento das ações e atividades durante a operacionalização do empreendimento;
- d) formulação de hipóteses com relação aos prováveis impactos resultantes de uma ou mais ações de projeto;
- e) utilização de ferramentas ou modelos de avaliação de impactos ambientais para deduzir quais as consequências de determinadas ações sobre um ou mais fatores ambientais.

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

3.9 CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS

Os impactos ambientais identificados foram classificados de acordo com a classificação adaptada de Weitzenfeld (1996), apud Philippi Jr., Romero e Bruna (2004), conforme é apresentado no QUADRO 2.

Quadro 2- Classificação dos 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), apud Philippi Jr., Romero e Bruna (2004).

3.10 MAPEAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO

Com base nos dados levantados no diagnóstico ambiental, referentes aos fatores ambientais (solo, água, vegetação, etc.) e na identificação dos impactos ambientais, foram construídos os mapas de uso do solo, dando-se destaque aos parcelamentos das áreas com características de maior alteração ou degradação ambiental.

Foram construídos ainda mapas temáticos com a delimitação espacial e distribuição das áreas de maior ocorrência de impactos ambientais decorrentes da erosão, identificados nos meios físico, biótico e antrópico na área de estudo.

Para construção dos mapas temáticos foi utilizado o *software* gvSIG 1.12¹.

3.11 PROPOSIÇÃO DAS MEDIDAS DE CONTROLE AMBIENTAL

De acordo com os impactos ambientais identificados, foram propostas medidas de controle ambiental (medidas mitigadoras, compensatórias) principalmente para aqueles considerados significativos.

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

3.12 PLANOS DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

A partir da definição das medidas de controle ambiental para os impactos ambientais, foram propostos planos de monitoramento ambiental para se avaliar a eficácia das medidas aplicadas e assim garantir a prevenção ou reparação dos impactos ambientais.

Os planos de monitoramento ambiental elaborados foram: o Plano de Monitoramento da Qualidade do Solo; o Plano de Monitoramento da Qualidade da Água e o Plano de Monitoramento de Atividades com Potencial Erosivo.

¹ Software livre. Disponível em: <http://www.gvsig.org/web/projects/gvsig-desktop/official/gvsig-1.12/descargas>. Acessado em: 09 de abril de 2014.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 LEVANTAMENTO DAS PRINCIPAIS AÇÕES DE PROJETO DO EMPREENDIMENTO

Atualmente, o *Campus* da UFCG em Pombal - PB conta com a seguinte infraestrutura:

- Um edifício, ocupando uma área de 536,7 m², para funcionamento da Biblioteca Central;
- Dois edifícios de dois pisos, ocupando uma área de 1168,28 m² cada, para o funcionamento de Centrais de Aulas, com 14 salas e sanitários;
- Um pórtico de entrada, guarita;
- Um edifício da Administração Central, de dois pisos, ocupando uma área de 1072,29 m², contendo as coordenações, direção, secretarias e auditórios;
- Uma garagem com área de 273,43 m²;
- Um setor de manutenção, com área de 132,00 m²;
- Três edifícios de dois pisos, ocupando uma área de 988,62 m² cada, para o funcionamento de Centrais de Laboratórios;
- Conjunto de passarelas e quiosques, com área de 1500,00 m²;
- Um edifício de dois pisos, com área de 1132,00 m², para funcionamento do Ambiente de Professores, com 48 salas e sanitários;
- Dois edifícios de área 211,32 m² cada, para o funcionamento das Residências Universitárias (feminina e masculina);
- Um edifício com área de 226,72 m², para funcionamento do almoxarifado;
- Um centro de convivência, composto de um anfiteatro (176,71 m²), uma praça de convivência (524 m²), jardins e canteiros (428,45 m²), área arborizada (891,80 m²), área de circulação: calçadas e rampas (607,05 m²), dois banheiros e sete compartimentos destinados para instalação de cantina, xérox, caixa eletrônico, etc;
- Pavimentação do sistema viário interno e dos estacionamentos;
- Instalações elétricas e iluminação externa;
- Instalações de um sistema de saneamento constituído por fossas sépticas;

- Sistema de abastecimento de água direto da Rede Geral de Distribuição e reservatórios, a exemplo de cisternas.

Na TAB. 1 apresentam-se as principais atividades executadas nas fases de planejamento, implantação e operação do *Campus* da UFCG em Pombal - PB.

TABELA 1 - Fases e atividades ou ações de projeto do empreendimento

Fases	Atividades
Planejamento	<ul style="list-style-type: none"> - Divulgação do empreendimento - Seleção da área - Contratação de mão de obra
Implantação	<ul style="list-style-type: none"> - Serviços preliminares: Instalação de canteiros de obras Construção de caminhos de acesso Terraplanagem Roçada da área Limpeza Cortes e aterros Bota-fora Abertura e preparação de valas - Edificação e demais obras - Paisagismo
Operação	<ul style="list-style-type: none"> - Uso (Manutenção) Contração de servidores e de serviços de terceirizados - Construção ou serviços de melhorias das vias de acesso - Aulas e atividades em laboratório - Serviços de transporte de material - Ampliação e melhorias da infraestrutura já existente - Atividade agrícola de projetos - Utilização de ferramentas manuais e mecanizadas nas atividades agrícolas de pequeno porte, sobretudo na ceifa do mato.

Fonte: Universidade Federal de Campina Grande, 2013.

4.2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SIMPLIFICADO

A seguir, serão apresentados os resultados do diagnóstico ambiental.

4.2.1 Meio físico

4.2.1.1 Clima

O clima da área de estudo é apresentado, de forma sucinta, na TAB. 2.

TABELA 2 - Características climáticas da área do *Campus* da UFCG em Pombal - PB

Característica	Descrição
Tipo	De acordo com a classificação climática de Koppen é do tipo Bsw (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 janeiro e abril.
Insolação	Em torno de 8,4 h.
Radiação	Média de 450 cal/cm ³ /dia

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

4.2.1.2 Geologia

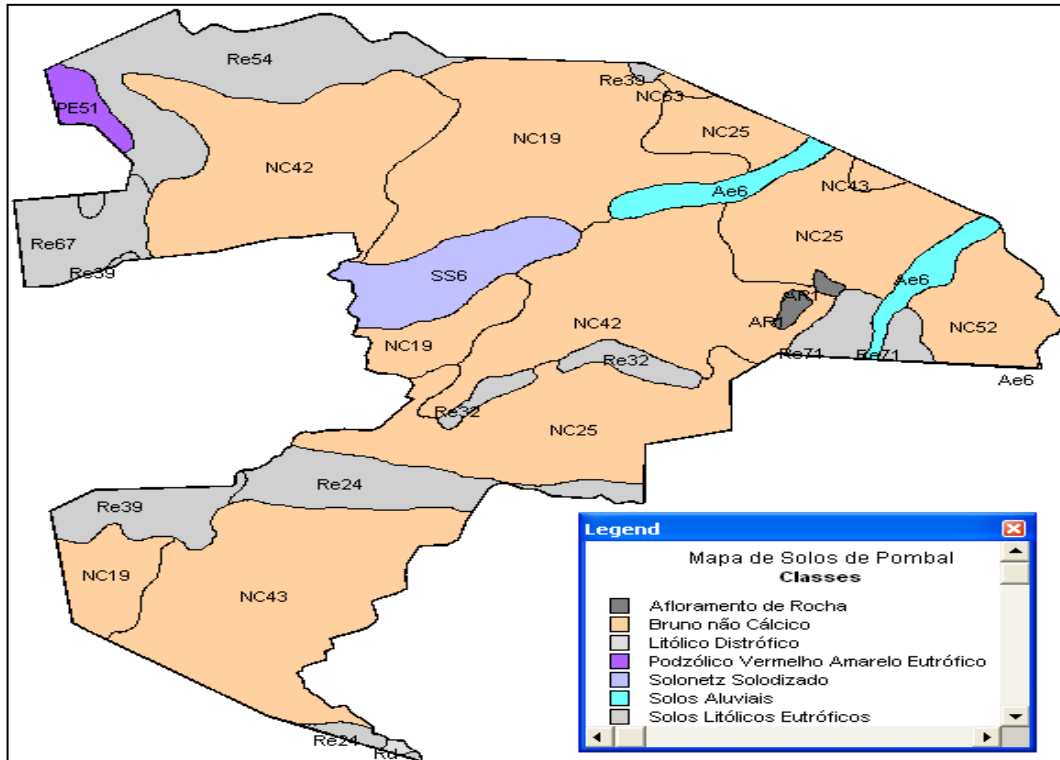
O Serviço Geológico do Brasil (CPRM) realizou no ano de 2005 um diagnóstico do município de Pombal - PB, gerando informações sobre a geologia deste município. De acordo com os dados apresentados pela CPRM (2005), a geologia predominante na área de estudo é constituída por material da Era Neoproterozóica,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

4.2.1.3 Solos

4.2.1.3.1 Área de influência indireta

Na FIG. 9 é apresentado um mapa com a composição dos solos no município de Pombal - PB.

Figura 9 - Mapa de solos do município de Pombal - PB



Fonte: Lima e Leite, 2011.

De acordo com a FIG. 9, percebe-se que o tipo de solo predominante em Pombal - PB é o *Bruno não Cálcico*.

4.2.1.3.2 Área de influência direta

Na TAB. 3, observam-se os valores médios das análises físicas e químicas realizadas nos solos da área do *Campus* da UFCG em Pombal – PB.

TABELA 3 - Valores médios das análises físicas e químicas para os solos das Áreas antropizada (Aa) e natural (An) no *Campus* da UFCG em Pombal - PB

Propriedades físicas	Aa	An	Propriedades químicas	Aa	Na
Densidade aparente (g cm ⁻³)	1,36	1,31	pH (H ₂ O 1:2,5)	7,18	5,80
Densidade real (g cm ⁻³)	2,60	2,57	CE (mg dm ⁻¹)	0,02	0,02

Propriedades físicas	Aa	An	Propriedades químicas	Aa	Na
Porosidade total (m ³ /m ³)	0,48	0,50	T (cmol _c dm ⁻³)	8,14	9,60
Areia (g Kg ⁻¹)	781	800,7	V (%)	99,30	93,84
Silte (g Kg ⁻¹)	111	97,3	m (%)	0,00	0,00
Argila (g Kg ⁻¹)	109	102	PST (%)	0,69	3,53
Classe textural	Franco Arenoso	Franco Arenoso	M.O. (g Kg ⁻¹)	16,30	28,00

Fonte: Autoria própria, 2012.

A partir das análises físicas do solo apresentadas na TAB. 3, verificou-se que:

- Os solos da *Área antropizada* (Área II) apresentam, em média, valores de densidade aparente e real maiores que os valores da *Área natural* (Área I). Isso pode ter sido ocasionado devido à retirada da camada superficial do solo na *Área antropizada*, proveniente do processo erosivo, deixando uma camada compactada exposta, com maior densidade. Os valores menores de densidade na *Área natural* podem ser atribuídos ao maior teor de matéria orgânica no solo (que possui baixa densidade). Esse resultado também foi verificado por Zalameña (2008) que analisou o comportamento da densidade do solo para diferentes tipos de uso de solo. Este autor constatou que os valores de densidade são menores quando o solo é coberto por mata nativa, ao contrário do que ocorre quando o uso é utilizado para atividades antrópicas;
- Os valores de porosidade total não variaram muito entre as áreas amostrais;
- A classe textural também não variou entre as áreas analisadas. Tal resultado se deve, provavelmente, à semelhança dos tipos de solo, resultantes dos mesmos fatores de formação. Esse resultado é importante para se inferir que a maior incidência de erosão na *Área antropizada*, não influenciou na composição granulométrica do solo a ponto de modificá-lo em relação ao solo da *Área natural*.

Com relação às análises químicas observa-se que:

- A *Área antropizada* apresentou valores de pH maiores que na *Área natural*, o que pode ter sido ocasionado devido à presença de resíduos de materiais de construção, tais como cal, gesso, cimento, etc, encontrados na *Área antropizada*, em que as composições desses materiais apresentam elementos químicos que possam ter reagido, na presença de água, com os minerais naturais do solo;
- Os valores de condutividade elétrica praticamente não variaram entre as áreas;
- Os valores de fósforo e potássio foram, em média, superiores na *Área natural*, o que vem a sugerir que na *Área antropizada*, esses elementos foram mais facilmente “arrastados” das camadas superficiais do solo, uma vez que este se encontra desprotegido, pois, praticamente, não possui cobertura vegetal;
- Os valores de cálcio foram maiores na *Área antropizada*. Isso também pode ser atribuído ao fato de que alguns dos materiais de construção, citados anteriormente, sobretudo a cal e o gesso, possuem cálcio em sua constituição;
- Os valores de magnésio e sódio, de forma geral, não diferiram muito entre as áreas;
- Os valores de alumínio trocável foram nulos para todas as amostras, o que vem a demonstrar que, provavelmente, os processos erosivos atuantes nas *Áreas antropizada e natural* ainda não têm ocorrido com potencial suficiente para tornar o solo acidificado pela perda de bases ou adição de ácidos;
- Os valores de acidez potencial foram maiores na *Área natural*, o que já era esperado, uma vez que os resultados da análise de pH dessa área foram menores, quando comparada com *Área antropizada*;
- Os valores de soma de bases foram maiores na *Área antropizada*, Resultado este que pode ter sido ocasionado, conforme citado anteriormente, pela disposição no solo de materiais de construção;

- Os valores de matéria orgânica foram maiores na *Área natural* do que na *Área antropizada*. Isso pode ser justificado pela maior quantidade de massa vegetal na primeira área. Este resultado está de acordo com o estudo realizado por Romero (2009) que verificou uma redução nos teores de matéria orgânica em ambientes erodidos.

Ainda na Área de Influência Direta, foi possível observar, conforme apresentado na FIG. 10, a presença de solos jovens, com rochas expostas o que indica solos pouco intemperizados e com limitação para o desenvolvimento vegetal.

Figura 10 – Aspectos do solo da área do *Campus* da UFCG em Pombal - PB



Fonte: Arquivo pessoal, 2012.

Com isso, verificou-se que tais solos estão susceptíveis à erosão, sobretudo, nas áreas afetadas pela instalação 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.

No período chuvoso, os índices de erosão hídrica são bastante elevados e o solo apresenta maiores alterações ambientais, principalmente físicas (FIG. 11).

Figura 11 - Solos da área do *Campus* da UFCG em Pombal - PB no período chuvoso



Fonte: Arquivo pessoal, 2012.

4.2.1.4 Recursos hídricos

4.2.1.4.1 Área de influência indireta

Com relação às águas superficiais, a bacia hidrográfica a qual pertence o município de Pombal - PB é a bacia hidrográfica Piranhas - Acu, sendo os seus principais tributários os rios Piancó e Piranhas. Todos os cursos d'água têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico (CPRM, 2005). É importante destacar que a citada bacia hidrográfica teve recentemente uma alteração em sua denominação, passando a ser chamada de bacia hidrográfica Piancó - Piranhas - Açu.

No que se refere às águas subterrâneas, o levantamento realizado pela CPRM (2005) nesse município registrou a existência de 100 pontos d'água, sendo 01 indefinido, 03 fontes naturais, 08 poços amazonas, 35 poços escavados e 53 poços tubulares.

4.2.1.4.2 Área de influência direta

No interior da área de estudo, especificamente na *Área natural*, encontra-se o principal curso d'água natural de regime intermitente: um riacho. Na FIG. 12 pode-se observar esse corpo hídrico no período chuvoso e, na FIG. 13, o mesmo no período de estiagem.

Figura 12 - Corpo d'água na área do *Campus* da UFCG em Pombal - PB no período chuvoso



Fonte: Arquivo pessoal, 2011.

Figura 13 - Corpo d'água na área do *Campus* da UFCG em Pombal - PB no período de estiagem



Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

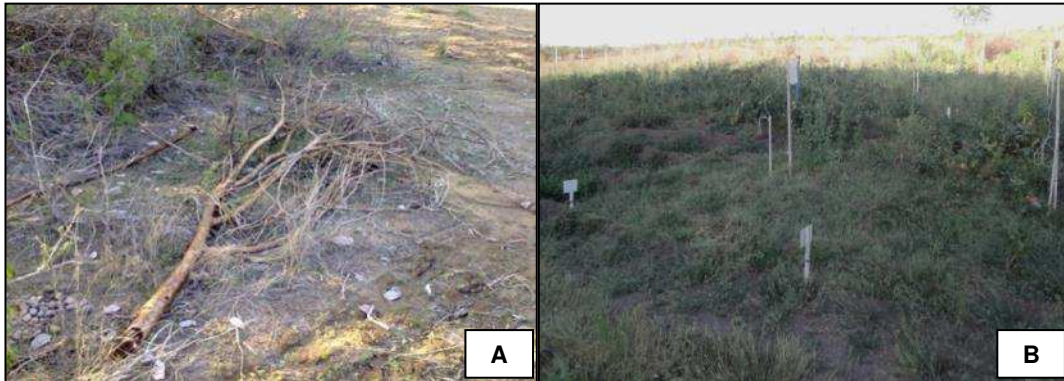
4.2.1.5 *Uso da terra*

Em muitas áreas no interior do *campus* percebeu-se o uso da terra de forma inadequada, por exemplo, as áreas que deveriam ser destinadas para mata ciliar estão sendo utilizadas, fazendo-se o desmatamento, por exemplo.

De acordo com a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que institui o novo Código Florestal Brasileiro, as faixas marginais de cursos d'água natural perene e intermitente são consideradas Áreas de Preservação Permanente – APP (BRASIL, 2012, p. 6). Apesar disso, verificou-se que as matas ciliares presentes na área do *campus* em estudo não estão sendo protegidas, uma vez que foram constatados vários focos de desmatamento na área do *campus* (FIG. 14A), entre eles, na

vegetação da mata ciliar. Atividades agrícolas, com fins experimentais, também foram verificadas próximas do curso d'água (FIG. 14B).

Figura 14 - Desmatamento (A) e atividade agrícola (B) em APP no *Campus* da UFCG em Pombal - PB



Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

Outros usos indevidos foram diagnosticados na área de estudo, entre eles, disposição inadequada dos resíduos de construção civil (FIG. 15A) e outros resíduos sólidos (FIG. 15B).

Figura 15 - Descarte inadequado de resíduos de construção civil (A) e outros resíduos sólidos (B) na área do *Campus* da UFCG em Pombal - PB















Fonte: Arquivo pessoal, 2013.













4.2.2 Meio biótico

4.2.2.1 Vegetação

Na FIG.16 encontram-se apresentadas as principais espécies vegetais diagnosticadas na área de estudo.

Figura 16 - Espécies vegetais diagnosticadas na área do *Campus* da UFCG em Pombal - PB

		
Nome popular: Malva branca ¹	Nome popular: Capim navalha ¹	Nome popular: Salsa ⁴
Nome científico: <i>Sida</i> sp.	Nome científico: <i>Hypolytrum Pungens.</i>	Nome científico: <i>Ipomoea asarifolia</i>
		
Nome popular: Juazeiro ¹	Nome popular: Cansação ¹	Nome popular: Feijão bravo ¹
Nome científico: <i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Nome científico: <i>Urera baccifera</i> (L.) Sand.	Nome científico: <i>Centrosema Latissimum</i>
		
Nome popular: Jurema preta ¹	Nome popular: Mandacaru ¹	Nome popular: Mofumbo ¹
Nome científico: <i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Nome científico: <i>Cereus jamacaru</i>	Nome científico: <i>Combretum lepros um</i>
		
Nome popular: Oiticica ¹	Nome popular: Pau de serrote ¹	Nome popular: Pereiro ¹
Nome científico: <i>Licania rígida</i> Benth.	Nome científico: <i>Hoffmanseggia Falcaria</i>	Nome científico: <i>Aspidosperma pyriformium</i> Mart.

		
Nome popular: Pinhão bravo ¹	Nome popular: Capim colonial ¹	Nome popular: Xique - xique ¹
Nome científico: <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Nome científico: <i>Panicum maximum</i>	Nome científico: <i>P. gounelleii</i>
		
Nome popular: Feijão macassa ²	Nome popular: Cajueiro ²	Nome popular: Palma forrageira ²
Nome científico: <i>Phaseolus vulgaris</i>	Nome científico: <i>Anacardium occidentale</i>	Nome científico: <i>Opuntia cochenillifera</i>
		
Nome popular: Jasmim ³	Nome popular: Agave ³	Nome popular: Palmeira ³
Nome científico: <i>Jaminum officinale</i>	Nome científico: <i>Agave angustifolia</i>	Nome científico: <i>Dypsis lutescens</i>
		
Nome popular: Agave ³	Nome popular: Espada de São Jorge ³	Nome popular: Pé de tamarindo ³
Nome científico: <i>Agave angustifolia</i>	Nome científico: <i>Sansevieria trifasciata</i>	Nome científico: <i>Tamarindus</i>

		
Nome popular: Trevo ³	Nome popular: Pingo de ouro ³	Nome popular: Coroa de Cristo ³
Nome científico: <i>Trifolium repens</i>	Nome científico: <i>Duranta repens aurea</i>	Nome científico: <i>Euphorbia milii</i>

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

¹ Vegetação natural

² Vegetação cultivada

³ Vegetação de arborização do *campus*

⁴ Planta invasora

Uma vez que o diagnóstico da vegetação foi realizado no mês de fevereiro, compreendendo um período em que não foram observados altos índices pluviométricos na região em estudo, algumas espécies vegetais não foram identificadas, em virtude de que, nesse período as folhas da vegetação caem, tornando mais difícil a identificação de tais espécies. Outra possibilidade que pode justificar a ausência de algumas espécies é a supressão da vegetação devido a atividades como o desmatamento.

Apesar disso, sabe-se que há outras espécies vegetais, de acordo com a análise do diagnóstico ambiental realizado por Lima e Leite (2011) na área de estudo. Entre as espécies citadas no referido estudo destacam-se as apresentadas na TAB. 4.

TABELA 4 - Espécies vegetais diagnosticadas por Lima e Leite (2011) na área do *Campus* da UFCG em Pombal - PB

Nome popular	Nome científico
Jurema-branca	<i>Piptadenea stipulacea</i> (Benth)
Marmeleiro	<i>Croton blanchatianus</i> Baill
Angico	<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.)
Catingueira	<i>Caesalpinia pyramidalis</i>
Aroeira	<i>Astronium urendeuva</i>
Braúna	<i>Schinopsis brasiliensis</i>
Craibeira	<i>Tabebuia caraíba</i>
Quixabeira	<i>Bumelia sartorum</i>
Faveleira	<i>Cnidoscolus phyllacanthus</i>
Pau-ferro	<i>Caesalpinia férrea</i>




Nome popular	Nome científico
Maniçoba	<i>Manihot</i> sp.
Facheiro	<i>Pilosocereus piauhyensis</i>
Mororó	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.). Steud

Fonte: Lima e Leite (2011).

4.2.2.2 Fauna

Ao se realizar o diagnóstico da fauna foram encontradas principalmente as espécies mostradas na FIG. 17.

Figura 17 - Algumas espécies animais da área do *Campus* da UFCG em Pombal - PB

		
Nome popular: Anum-branco	Nome popular: Rolinha-branca	Nome popular: Lagarta de pinhão
Nome científico: <i>Crotophaga ani</i>	Nome científico: <i>Columbina Passerina</i>	Nome científico: Não identificado

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

O limitado número de espécies da fauna aqui apresentado se deve ao fato de que neste trabalho não foi possível utilizar equipamentos especiais para a coleta dessas informações, a exemplo de armadilhas temporárias e câmeras noturnas.

Outras espécies animais foram diagnosticadas por Lima e Leite (2011) na mesma área, conforme demonstrado na TAB. 5.

TABELA 5 - Espécies animais diagnosticadas por Lima e Leite (2011) na área do *Campus* da UFCG em Pombal-PB

Espécies animais (nome popular)	Nome científico
Tejo	<i>Tupinambis merianae</i>
Calango	<i>Cnemidophorus ocellifer</i>
Lagartixa	<i>Tropidurus torquatus</i>
Teu-téu	<i>Vanellus chilensis</i>
Golado	<i>Sporophila albogularis</i>
Papa-lagarta	<i>Coccyzus melacoryphus</i>

Espécies animais (nome popular)	Nome científico
Bem-te-vi	<i>Pitangus sulphuratus</i>
Cancã	<i>Cyanocorax cyanopogon</i>
Coruja	<i>Tyto alba</i>

Fonte: Lima e Leite (2011).

4.2.3 Meio antrópico

4.2.3.1 Perfil dos usuários do campus universitário

As informações referentes ao número de usuários do *campus* universitário estão apresentadas na TAB. 6:

TABELA 6. Número de usuários do *Campus* 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

Fonte: Universidade Federal de Campina Grande, 2013.

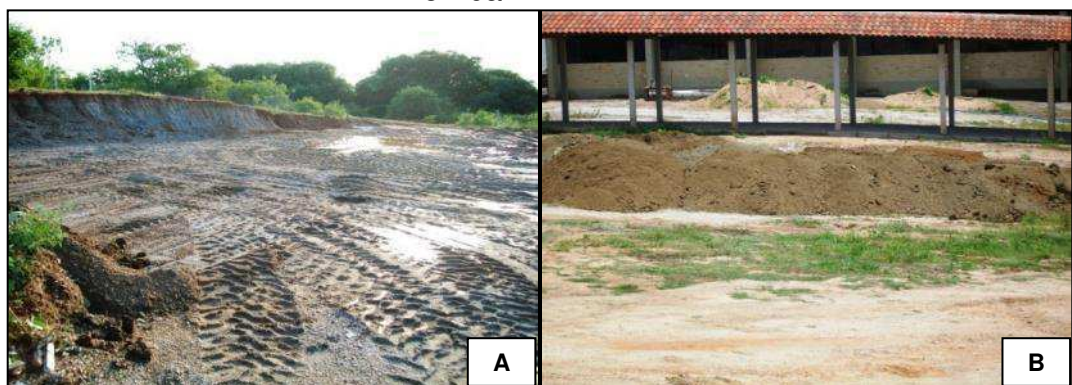
Vale salientar que a maioria dos professores vinculados aos cursos de mestrado são os mesmos daqueles contidos no quadro de professores dos cursos de graduação.

Além dos usuários apresentados na TAB. 6, o *campus* conta também com 18 funcionários na direção e 58 terceirizados. É importante destacar que outras pessoas, além das citadas, têm contato (indireto) com o *campus*, como por exemplo, visitantes e frequentadores temporários.

4.2.3.2 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 (FIG. 18), 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 18 - Extração (A) e disposição (B) de solo na área do *Campus* da UFCG em Pombal - PB



Fonte: Arquivo pessoal, 2012.

4.3 IDENTIFICAÇÃO DOS TIPOS DE EROSIÃO

Na FIG. 19 e na FIG. 20 são apresentados, respectivamente, fotografias com detalhe dos focos de erosão laminar e erosão em sulcos encontrados na *Área antropizada*.

Na *Área natural* não foram identificados focos de erosão em sulcos; já a erosão laminar foi diagnosticada nessa área, porém em quantidade e intensidade insignificantes, quando comparada com a *Área antropizada*. A erosão do tipo voçoroca não foi diagnosticada em nenhuma das áreas amostrais, mas sendo encontradas em outras áreas do *campus*.

Figura 19 - Focos de erosão laminar na *Área antropizada* do *Campus* da UFCG em Pombal - PB



Fonte: Arquivo pessoal, 2012.

Figura 20 - Focos de erosão em sulcos na *Área antropizada* do *Campus* da UFCG em Pombal - PB



Fonte: Arquivo pessoal, 2012.

4.4 CLASSIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS

A distribuição quantitativa de focos erosivos encontrados na *Área antropizada* e na *Área natural* está disposta na TAB. 7.

TABELA 7 - Quantidade de focos erosivos encontrados nas Áreas *antropizada* e *natural* do Campus da UFCG em Pombal – PB

	Erosão laminar	Erosão em Sulcos	Número de ramificações do sulco	Erosão em voçorocas
Aa1	09	01	10	00
		02	03	
		03	01	
		04	06	
		05	03	
		06	10	
		07	12	
		08	01	
		09	08	
		10	01	
		11	03	
		12	03	
Aa2	06	01	06	00
		02	09	
		03	08	
Aa3	09	01	03	00
		02	01	
		03	01	
		04	01	
		05	03	
		06	03	
		07	03	
		08	03	
An1	01	00	00	00
An2	01	00	00	00
An3	01	00	00	00

Fonte: Autoria própria, 2012.

De acordo com os resultados apresentados na TAB. 7, percebe-se que a ocorrência dos processos erosivos do tipo sulco foi diagnosticada apenas nas áreas amostrais onde há interferência humana (*Área antropizada*). Já a erosão do tipo laminar, foi verificada nas duas áreas, porém na *Área natural* a ocorrência foi mínima, quando comparada com a *Área antropizada*. Isso pode ser atribuído ao fato de que na *Área antropizada* a vegetação natural foi retirada para implantação das construções, deixando o solo exposto e vulnerável aos processos erosivos, ao contrário do que ocorre na *Área natural*. Lemos et al. (2007) também constataram que a ação das atividades antrópicas propicia o aumento nos processos erosivos.

Adicionalmente, observa-se ainda, na TAB. 7, que o tipo de erosão que mais ocorre na *Área antropizada* é a erosão em sulcos. Além da exposição do solo resultante do desmatamento da área, mencionado anteriormente, este resultado pode ser atribuído ao revolvimento intenso do solo nesta área, o que possibilita um aumento na erodibilidade deste, proporcionando o surgimento de erosão em sulco.

Com relação à ocorrência da erosão do tipo voçoroca, como citado anteriormente, nas áreas amostrais estudadas (Áreas I e II) não foi diagnosticado nenhum foco, mas foram observadas algumas voçorocas em formação inicial (FIG. 21) em outras partes da área de estudo, provavelmente, devido ao uso inadequado do solo.

Figura 21 - Focos de erosão do tipo voçoroca em áreas do *Campus* da UFCG em Pombal – PB



Fonte: Arquivo pessoal, 2012.

Conforme visto na TAB. 7, a *Área natural* apresentou poucos focos de erosão hídrica. Esse resultado pode ser explicado ao se observar o aporte vegetal dessa área, que se encontra, predominantemente, no segundo estágio de sucessão ecológica, como ilustrado na FIG. 22. Além disso, atribui-se esse resultado à ausência de atividades antrópicas nas áreas amostrais da *Área natural*.

Figura 22 - Vegetação predominante na *Área natural* do *Campus* da UFCG em Pombal – PB

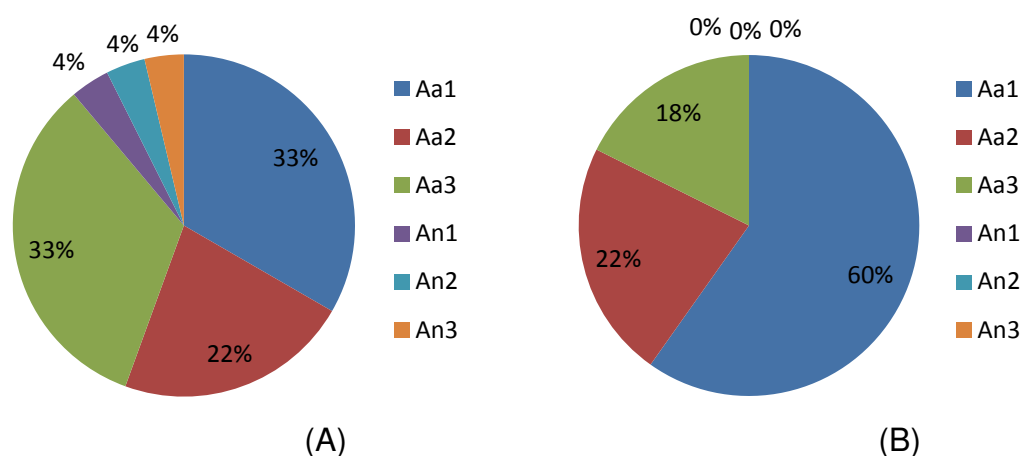


Fonte: Arquivo pessoal, 2012.

Apesar de não se encontrar no último estágio de sucessão ecológica (clímax), tais áreas amostrais possuem, além de bom aporte vegetal, uma alta densidade de cobertura vegetal seca sobre o solo, o que vem a proteger ainda mais o solo dos processos erosivos. Reginatto et al. (2011) também observaram que áreas cobertas com mata nativa possuem processos erosivos minimizados, uma vez que a vegetação tem o potencial de reduzir a energia com que as gotas de chuva incidem na superfície do solo, além de apresentar uma resistência natural ao escoamento.

O percentual de cada tipo de erosão encontrado nas *Áreas antropizada e natural* está indicado na FIG. 23.

Figura 23 - Percentual de erosão laminar (A) e do número de ramificações dos sulcos (B), encontrados nas áreas amostrais no *Campus* da UFCG em Pombal – PB



Fonte: Autoria própria, 2012.

De acordo com os dados apresentados na FIG. 23, percebe-se que os maiores percentuais de focos erosivos, seja do tipo laminar ou em sulcos, foram encontrados na *Área antropizada* (Aa), quando comparada com a *Área natural* (An). No que se

refere à erosão do tipo voçoroca, como mencionado, não foi constatado em nenhuma das áreas amostrais.

4.5 IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS RESULTANTES DA EROSÃO

Dentre as atividades citadas na TAB. 1, algumas têm potencial de acarretar o aceleração da erosão. Na TAB. 8 é apresentada uma lista de atividades que têm relação com os processos erosivos e que causam outros impactos ambientais.

TABELA 8 - Impactos ambientais relacionados à erosão diagnosticados na área do *Campus* da UFCG em Pombal - PB

Impacto ambiental	Atividade (s)
Desvio do curso d'água	- Construção de caminhos de acesso
Compactação do solo	- Terraplanagem - Serviços de transporte de material
Compactação do solo resultante da erosão	- Atividades diversas que aceleram os processos erosivos, tais como o desmatamento
Poluição e/ou contaminação do solo	- Atividades agrícolas de projetos - Usos que geram efluentes (laboratórios) - Bota – fora
Alterações nas características físicas do solo	- Utilização de ferramentas manuais e mecanizadas - Construção em áreas de alta declividade - Bota-fora
Alterações nas características químicas do solo	- Bota - fora - Atividades agrícolas de projetos
Poluição e/ou contaminação da água	- Aulas e atividades em laboratório - Atividades agrícolas de projetos - Usos que geram efluentes
Aumento na deposição de sedimentos nos corpos hídricos	- Atividades diversas que aceleram os processos erosivos (desmatamento, terraplanagem, entre outros)
Alteração da paisagem	- Atividade de empréstimo e bota-fora - Construções - Desmatamento
Redução ou perda total da flora local	- Desmatamento - Abertura de áreas de empréstimo
Redução ou perda total da fauna local	- Utilização de máquinas e equipamentos que geram ruídos - Movimentação de pessoas

Fonte: Autoria própria, 2013.

A seguir, apresenta-se a descrição de como os impactos ambientais listados na TAB. 8 são causados e a relação destes com a erosão acelerada do solo.

- Desvio do curso d'água: ao longo da área do *campus* em estudo são feitas várias aberturas no terreno para construções de estradas (caminhos de acesso). Essa ação está diretamente relacionada aos processos erosivos, uma vez que, muitas vezes essas estradas são construídas de forma a “cortar” os canais de drenagem natural, fazendo com que o curso natural da água seja desviado e a enxurrada seja concentrada em certos locais, aumentando a ocorrência e intensidade da erosão;
- Compactação do solo: as atividades de terraplanagem e transporte de materiais com maquinário pesado realizadas no *campus* em estudo estão causando forte compactação no solo, com isso, reduz-se a capacidade de infiltração do solo e aumenta-se o escoamento superficial, o que acarreta o aumento do potencial erosivo do solo;
- Compactação do solo resultante da erosão: várias atividades realizadas no *Campus* da UFCG em Pombal – PB têm potencial de acelerar os processos erosivos, entre elas, destaca-se o desmatamento, que torna o solo desprotegido contra a ação dos fatores que causam a erosão. Dessa maneira, nas áreas desmatadas, geralmente ocorrem grandes perdas de solo pela erosão. Com a retirada da camada superficial do solo, ocorre a exposição de uma camada de solo mais profunda, mais compactada que a superficial;
- Poluição e contaminação do solo: no *Campus* da UFCG em Pombal – PB funcionam os cursos de graduação em Engenharia Ambiental, Engenharia de Alimentos e Agronomia e os cursos de pós-graduação em Sistemas Agroindustriais e Horticultura Tropical. As atividades agrícolas de projeto desenvolvidas para fins experimentais dos referidos cursos são realizadas na área do *campus*. Nos casos em que esses experimentos sejam manejados de forma inadequada (retirada total da cobertura do solo, compactação, etc.), o solo fica mais susceptível à erosão. Com o aumento do processo erosivo nessas áreas, surge outro problema: os defensivos agrícolas utilizados nesses experimentos são carregados pela enxurrada para outras áreas, contaminando o solo e a água tanto no local do experimento quanto em áreas

adjacentes, a exemplo dos corpos d'água. Outras atividades que geram efluentes, como, por exemplo, as atividades realizadas nos laboratórios, também podem causar a contaminação do solo e da água, caso o efluente não tenha uma destinação adequada;

- Alterações nas características físicas do solo: a utilização de ferramentas manuais e mecanizadas nas atividades agrícolas, sobretudo àquelas que removem a vegetação de cobertura e a camada superficial do solo, pode causar vários inconvenientes, entre eles, a desproteção do solo contra os processos erosivos. Quanto maior for a profundidade do corte, maiores serão as modificações na estrutura do solo e proporcionalmente será sua susceptibilidade à erosão. Outra atividade que está ocasionando modificações na estrutura do solo é a construção em áreas com alta declividade, uma vez que, naturalmente, tais áreas já têm grande potencial erosivo, que é agravado com a realização de tais atividades, uma vez que a vegetação é removida e o relevo natural é alterado;

- Alterações nas características químicas do solo: os resíduos gerados nas atividades da construção do *campus* são depositados em espaços denominados de bota-fora. Esses resíduos têm composição bastante variada (cal, cimento, pedregulhos, areia, restos de tijolos, etc.) e podem alterar as condições físicas (estrutura, textura, porosidade, densidade) e químicas (pH, acidez, CTC, CTA) do solo. Essas alterações vêm a deixar o solo mais vulnerável aos processos erosivos. Outra forma de ocasionar alterações nas características químicas do solo é por meio das atividades agrícolas desenvolvidas no *campus* para realização dos experimentos dos projetos de pesquisa, uma vez que, às vezes, os produtos químicos utilizados nessas atividades são manejados de forma incorreta, ocasionando alterações na qualidade do solo e/ou da água;

- Poluição e contaminação da água: nas aulas e atividades em laboratório são utilizadas soluções compostas por agentes químicos que, dependendo do grau de toxicidade, são levados para disposição adequada ou são dispostos inadequadamente (jogados nas pias dos laboratórios). Esses reagentes, quando entram em contato com o ambiente, podem causar poluição e/ou contaminação da água e do solo. Além disso, se o solo no qual o efluente é depositado estiver susceptível aos processos erosivos, outras áreas poderão também ser

contaminadas, uma vez que os contaminantes podem ser carregados juntamente com o solo e depositados nessas áreas. As atividades agrícolas dos projetos também têm o potencial de causar a poluição e/ou contaminação da água, da mesma forma que no solo;

- Aumento na deposição de sedimentos nos corpos hídricos: atividades como, por exemplo, o desmatamento e a terraplanagem intensificam os processos erosivos, e com isso, vários outros problemas podem ser ocasionados, entre eles, o aumento na deposição de sedimentos nos corpos hídricos, o que pode ocasionar o assoreamento e/ou a contaminação dos corpos d'água;

- Alteração da paisagem: as atividades de empréstimos e bota-foras, assim como as construções e o desmatamento acabam por ocasionar alterações na paisagem. Nas atividades de empréstimo, a paisagem é modificada devido às “crateras” geradas no solo, além da modificação do relevo. Além disso, a atividade denominada bota-fora gera o acúmulo de materiais sobre o solo. Já as construções alteram a paisagem natural devido à implantação de prédios e outras edificações. O desmatamento também ocasiona a alteração da paisagem por meio da retirada da vegetação;

- Redução ou perda total da flora local: com a realização de atividades que retiram a vegetação, tais como, o desmatamento e a abertura de áreas de empréstimo a flora é o fator ambiental mais afetado, uma vez que, dependendo da dimensão do desmatamento, a vegetação pode ser totalmente destruída;

- Redução ou perda total da fauna local: a utilização de máquinas e equipamentos que geram ruídos, assim como, a movimentação de pessoas, podem assustar as espécies da fauna que acabam fugindo para outros ambientes, o que contribui para o desequilíbrio ecológico na área de estudo.

Os impactos ambientais citados anteriormente e outros diagnosticados na área de estudo podem ser visualizados na FIG. 24.

Figura 24 - Impactos ambientais diagnosticados na área do *Campus* da UFCG em Pombal - PB

		
Impacto ambiental: aceleração dos processos erosivos	Impacto ambiental: compactação do solo	Impacto ambiental: aumento nas perdas de solo pela erosão
Causa relacionada: construção de estradas, edificações e pavimentação em áreas de curso d'água	Causa relacionada: terraplanagem	Causa relacionada: construção em terrenos com alta declividade
		
Impacto ambiental: alterações na estrutura do solo	Impacto ambiental: poluição e/ou contaminação do solo	Impacto ambiental: degradação da flora
Causa relacionada: retirada de solo para fins da construção civil (áreas de empréstimos)	Causa relacionada: disposição inadequada de resíduos sólidos	Causa relacionada: desmatamento

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

4.6 CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS

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 TAB. 9 é apresentada a classificação dos principais impactos ambientais diagnosticados na área do *Campus* da UFCG em Pombal - PB.

TABELA 9 - Classificação dos impactos ambientais diagnosticados na área do *Campus 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	- Prejudicial - Direto - Simples	- Irreversível - Curto prazo - Contínuo	- Local	- Não mitigável
Compactação do solo	- Prejudicial - Direto - Cumulativo	- Irreversível - Curto prazo - Contínuo	- Local	- Não mitigável
Compactação do solo resultante da erosão	- Prejudicial - Indireto - Cumulativo	- Reversível - Longo prazo - Temporário	- Local	- Mitigável
Poluição e/ou contaminação do solo	- Prejudicial - Direto e/ou indireto - Cumulativo	- Reversível - Médio a longo prazo - Temporário	- Local	- Mitigável
Alterações nas características físicas do solo	- Prejudicial - Direto e indireto - Cumulativo	- Reversível ou irreversível - Curto a médio prazo - Temporário ou contínuo	- Local	- Mitigável ou não mitigável
Alterações nas características químicas do solo	- Prejudicial - Indireto - Cumulativo	- Reversível - Curto prazo - Temporário	- Local	- Mitigável
Poluição e/ou contaminação da água	- Prejudicial - Direto ou Indireto - Cumulativo	- Reversível - Curto prazo - Temporário	- Local	- Mitigável
Aumento na deposição de sedimentos nos corpos hídricos	- Prejudicial - Indireto - Cumulativo	- Reversível - Longo prazo - Contínuo	- Local	- Mitigável
Alteração da paisagem	- Prejudicial	- Irreversível	- Local	- Mitigável ou

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
	- Direto ou indireto - Cumulativo	- Curto a longo prazo - Contínuo		não mitigável
Redução ou perda total da flora	- Prejudicial - Direto - Cumulativo	- Reversível ou irreversível - Longo prazo - Contínuo ou temporário	- Local	- Mitigável ou não mitigável
Redução ou perda total da fauna	- Prejudicial - Direto - Cumulativo	- Irreversível - Curto prazo - Contínuo ou temporário	- Local	- Mitigável ou não mitigável

Fonte: Autoria própria, 2013.

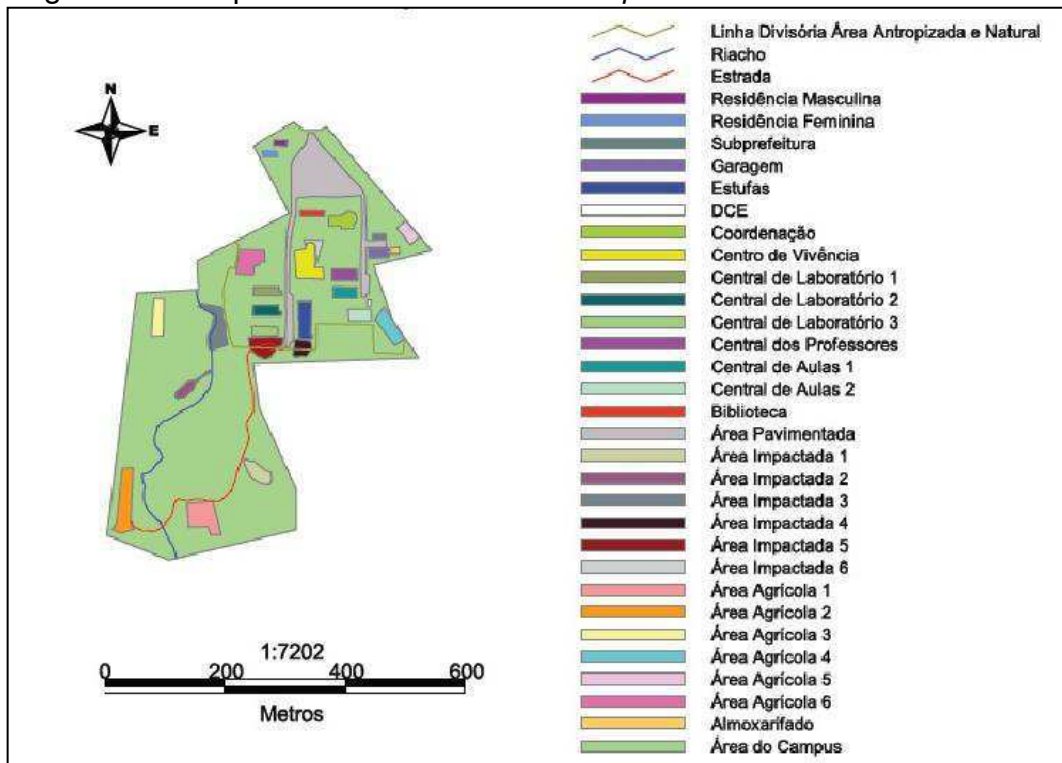
4.7 MAPEAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO

A seguir, serão apresentados mapas temáticos da área de estudo.

4.7.1 Mapa de usos do solo

Inicialmente, apresenta-se, na FIG. 25, o mapa de uso do solo, onde podem ser visualizados os diversos tipos de utilização do solo na área do *Campus* da UFCG em Pombal – PB.

Figura 25 – Mapa de usos do solo no *Campus* da UFCG em Pombal - PB



Fonte: Autoria própria, 2013.

Por meio da FIG. 26 é possível visualizar imagens com os diversos usos do solo, cuja localização foi mostrada na FIG. 25.

Figura 26 – Usos do solo no *Campus* da UFCG em Pombal – PB





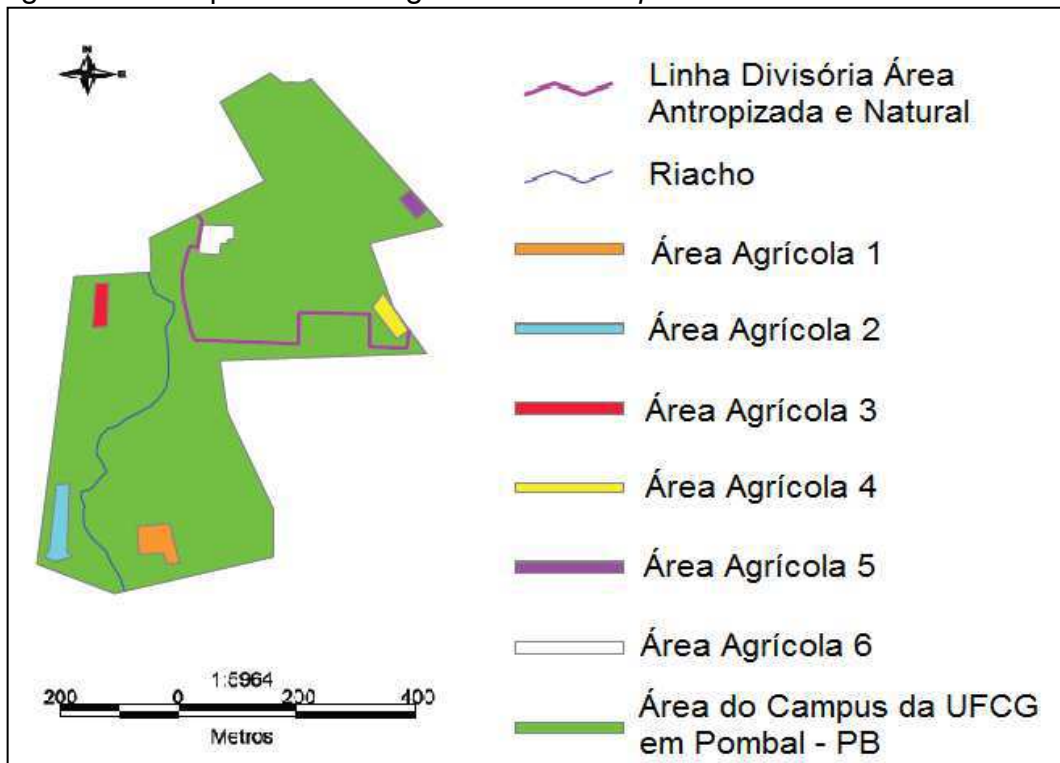


Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

4.7.2 Mapa de áreas agrícolas

As áreas agrícolas existentes no *campus* são representadas por meio do mapa de áreas agrícolas, conforme pode ser observado na FIG. 27.

Figura 27 – Mapa de áreas agrícolas no *Campus* da UFCG em Pombal – PB



Fonte: Autoria própria, 2013.

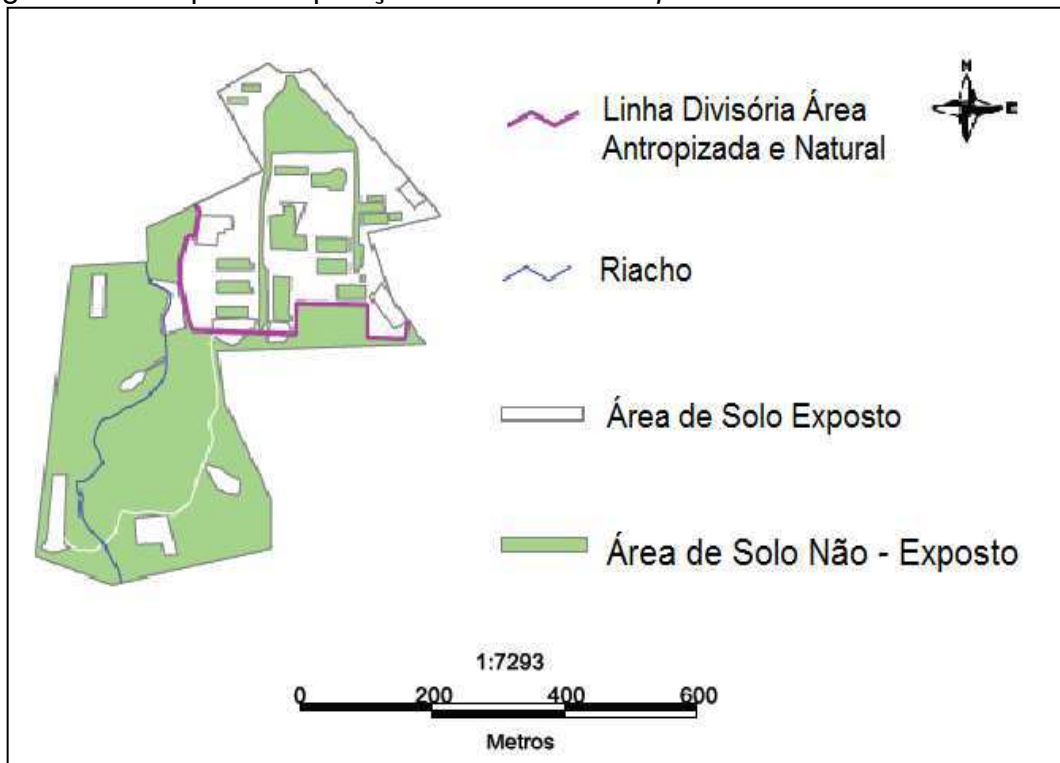
As áreas agrícolas são aquelas em que são realizados os experimentos dos cursos de graduação e dos mestrados do *Campus* da UFCG em Pombal – PB. Em alguns casos, tais experimentos são realizados sem a utilização de práticas de controle à erosão e, logo após seu uso, as áreas são abandonadas sem qualquer forma de recuperação.

Diante disso, em todas as áreas agrícolas, apresentadas na FIG. 27, verificou-se a necessidade de adoção de práticas de controle ambiental.

4.7.3 Mapa de exposição do solo

As áreas do *campus* com solo exposto, assim como, àquelas com solo não - exposto, podem ser visualizadas por meio do mapa de exposição do solo, apresentado na FIG. 28.

Figura 28 – Mapa de exposição do solo no *Campus* da UFCG em Pombal – PB



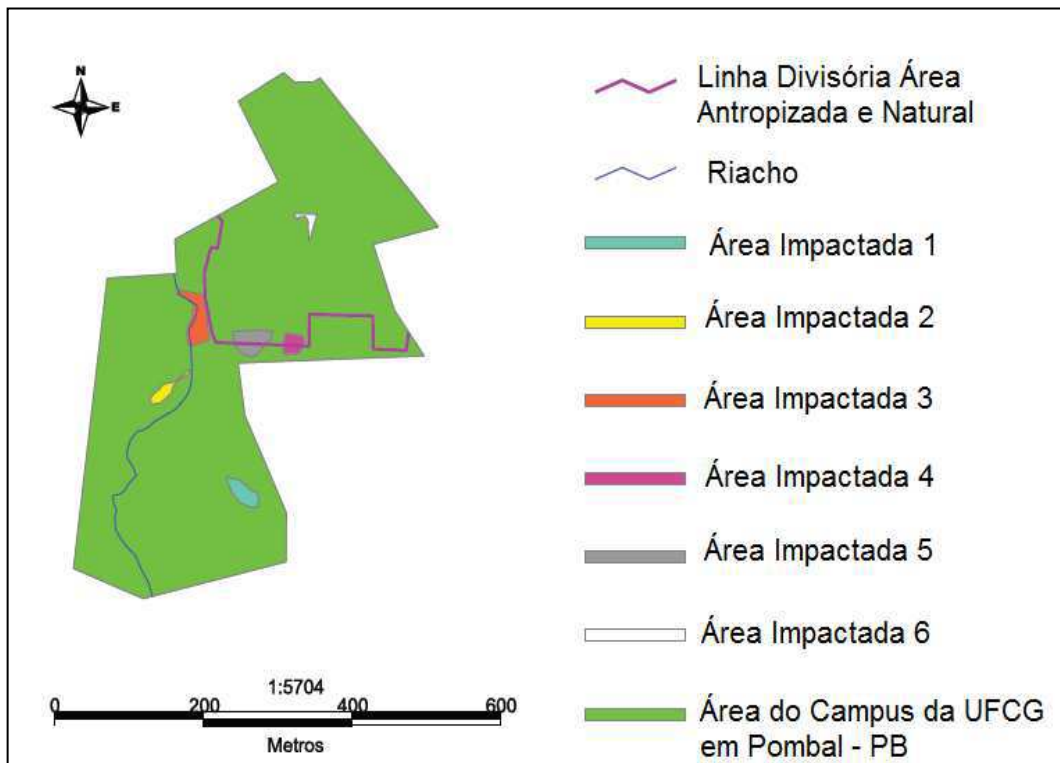
Fonte: Autoria própria, 2013.

Todas as áreas em que não houver vegetação, corpos hídricos, pavimentação, edificações, entre outros usos, foram consideradas, nesta pesquisa, área de solo exposto. Tais áreas devem ter uma atenção especial, uma vez que, muitas delas, estão susceptíveis aos processos erosivos. A geração do mapa de exposição do solo é importante, uma vez que, será dada uma atenção especial para as áreas de solo exposto e, conseqüentemente, as práticas de controle ambiental serão adotadas, preferencialmente, em tais áreas.

4.7.4 Mapa de áreas impactadas

Por último, apresenta-se, por meio da FIG. 29, o mapa de áreas fortemente impactadas.

Figura 29 – Mapa de áreas fortemente impactadas no *Campus* da UFCG em Pombal – PB



Fonte: Autoria própria, 2013.

As áreas fortemente impactadas apresentadas na FIG. 29 são àquelas em que foram constatados os impactos ambientais significativos.

Ao se analisar os mapas apresentados na FIG. 28 e na FIG. 29, é possível perceber que as áreas com ocorrência de impactos ambientais significativos (FIG. 29), são, predominantemente, as mesmas daquelas com solo exposto aos processos erosivos (FIG. 28). Com isso, verifica-se que estas áreas devem prioridade na elaboração e execução das medidas de controle ambiental.

4.8 PROPOSIÇÃO DAS MEDIDAS DE CONTROLE AMBIENTAL

Com base no diagnóstico ambiental, na identificação e classificação dos impactos ambientais, foram propostas as respectivas medidas de controle ambiental (Medidas Mitigadoras e Medidas Compensatórias) a serem adotadas, conforme apresentado na TAB. 10.

TABELA 10 - Proposição de medidas de controle ambiental para os impactos ambientais diagnosticados na área do *Campus* da UFCG em Pombal - PB

Impacto ambiental	Atividade (s)	Fase (s) do empreendimento	Medida de controle ambiental
Desvio do curso d'água	Construção de caminhos de acesso	Implantação	- Implantar estruturas de microdrenagem em locais que acumulam água
Compactação do solo	Terraplanagem Serviços de transporte de material	Implantação e operação	- Revegetar outras áreas no <i>campus</i>
Compactação do solo resultante da erosão	Atividades diversas que aceleram os processos erosivos, tais como o desmatamento	Implantação e operação	- Descompactar o solo e implantar práticas conservacionistas
Poluição e/ou contaminação do solo	Atividades agrícolas de projetos Usos que geram efluentes	Implantação e operação	- Descontaminar o solo - Utilizar técnicas de recuperação, como por exemplo, " <i>landfarmig</i> " e fitorremediação
Alterações nas características físicas do solo	Utilização de ferramentas manuais e mecanizadas Construção em áreas de altas declividades	Implantação e operação	- Implantar o zoneamento ambiental na área do <i>campus</i>
Alterações nas características químicas do solo	Bota-fora	Implantação e operação	- Realizar o gerenciamento dos resíduos sólidos
			- Recuperar a área utilizando técnicas, tais como, o reflorestamento
Poluição e/ou contaminação da água	Aulas e atividades em laboratório	Implantação e operação	- Recolher os efluentes gerados e tratá-los antes de serem

Impacto ambiental	Atividade (s)	Fase (s) do empreendimento	Medida de controle ambiental
			lançados
Aumento na deposição de sedimentos nos corpos hídricos	Atividades diversas que aceleram os processos erosivos	Implantação e operação	- Implantar práticas conservacionistas, tais como, reflorestamento e terraceamento, nas áreas mais susceptíveis à erosão
Alteração da paisagem	Atividade de empréstimo e bota-fora Construções	Implantação e operação	- Reflorestar, quando possível, as áreas desmatadas e recuperar as demais áreas - Implantar vegetação paisagística em áreas construídas
Redução ou perda total da flora	Desmatamento	Implantação e operação	- Recuperar as áreas de importância ecológica
Redução ou perda total da fauna	Utilização de máquinas e equipamentos que geram ruídos Movimentação de pessoas	Implantação e operação	- Construir poleiros artificiais e criar áreas de preservação ambiental de modo a garantir boas condições para abrigo da fauna

Fonte: Autoria própria, 2013.

 Medida mitigadora preventiva

 Medida mitigadora corretiva

 Medida Compensatória

Na sequência, será apresentada uma breve descrição de algumas práticas conservacionistas indicadas para serem utilizadas na área de estudo e que também se caracterizam como medidas de controle ambiental.

Para o *Campus* da UFCG em Pombal – PB indica-se que se faça o reflorestamento das áreas de floresta que foram desmatadas para retirada de solo e para as construções, como também àquelas áreas que foram utilizadas na realização de experimentos temporárias da referida universidade (plantações de palma, milho, entre outras culturas). Nessas áreas, é de grande importância o reflorestamento para proporcionar uma maior resistência destas aos processos erosivos. Algumas dessas áreas estão apresentadas na FIG. 30.

Figura 30 - Áreas indicadas para serem reflorestadas no *Campus* da UFCG em Pombal – PB



Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

Sugere-se também que seja feita na área de estudo a construção de terraços, que consistem em estruturas compostas de um canal e um dique, ou camalhão no sentido transversal à declividade do terreno, de forma a servir como barreira ao escoamento de água (PRUSKI, 2006). Essa técnica é indicada para ser usada na área do referido *campus*, principalmente nos locais onde outras práticas conservacionistas vegetativas e/ou edáficas não sejam muito eficientes, tais como, áreas com declividade média à moderada e que estejam expostas aos processos erosivos (FIG. 31).

Figura 31 - Áreas sugeridas para construção de terraços no *Campus* Universitário da UFCG, em Pombal-PB



Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

Uma prática complementar que deve ser usada na área de estudo é a utilização dos canais escoadouros, que consistem em canais feitos com a finalidade de coletar e realizar o transporte da água do escoamento superficial proveniente dos sistemas de terraceamento, ou mesmo de outras estruturas, complementando essas práticas (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 2007). Na área de estudo, esses canais além de servirem de suporte para o desenvolvimento dos terraços, também são importantes para se destinar corretamente as águas pluviais que não estão sendo gerenciadas de forma adequada. Alguns locais onde há necessidade da utilização dessa técnica estão mostrados na FIG. 32.

Figura 32 - Áreas sugeridas para construção de canais escoadouros em auxílio aos terraços no *Campus* da UFCG em Pombal - PB



Fonte: Arquivo pessoal, 2012.

Outra prática indicada para ser implantada na área de estudo é a distribuição racional dos caminhos, que consiste no planejamento dos caminhos e corredores, que devem ser dispostos obedecendo às curvas de nível, sempre procurando barrar a força do escoamento da água da chuva (GOMES et al., 2009). Na área do

Campus da UFCG em Pombal - PB, alguns dos caminhos estão possibilitando o desvio do escoamento natural das águas, tornando a enxurrada com maior potencial de causar erosão. Na FIG. 33 mostram-se algumas áreas que necessitam da implantação dessa prática.

Figura 33 - Áreas recomendadas para se fazer a distribuição racional dos caminhos no *Campus* da UFCG em Pombal - PB



Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

4.9 PLANOS DE MONITORAMENTO

Após serem implantadas as medidas de controle ambiental, é importante que sejam adotados, na área de estudo, planos de monitoramento ambiental, que devem ser 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 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 de controle ambiental.

4.9.1 Plano de Monitoramento da Qualidade do Solo

- Justificativa

A adoção do referido 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.

- Objetivos

Fornecer subsídios nas tomadas de decisão, no sentido de verificar a eficiência das medidas de controle ambiental 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 em estudo, para se verificar, entre outros, a densidade, a porosidade, a textura e a composição química (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , Al^{3+} , M.O.). Também deve ser 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.

4.9.2 Plano de Monitoramento da Qualidade da Água

- Justificativa

O presente plano de monitoramento é considerado importante pelo fato de que os processos erosivos (acelerados pelo homem) 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.

- Objetivos

Monitorar a qualidade desse recurso natural e verificar se as medidas de controle ambiental adotadas são suficientes para manter condições ideais dos corpos hídricos da área de estudo.

- Atividades a serem executadas

Para execução deste plano devem ser realizadas periódicas análises 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, dureza, turbidez, metais pesados, entre outras.

De acordo com o resultado dessas análises, será verificada a necessidade ou não de alterações nas medidas de controle ambiental adotadas.

- Cronograma

O Plano de Monitoramento da Qualidade da Água será executado durante as fases de implantação e operação do empreendimento.

- Responsável pela execução

A Reitoria da UFCG.

4.9.3 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.

- Objetivos

Verificar se as medidas de controle ambiental 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 (tipos de atividades realizadas no *campus*, equipamentos utilizados em tais atividades, local de execução dessas atividades, entre outros) a serem coletados na subprefeitura do CCTA/UFCG. De posse dessas informações, serão verificadas se as medidas adotadas são suficientes para reduzir os impactos ambientais dessas 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 das atividades mais impactantes de cada fase.

- Responsável pela execução

A Reitoria da UFCG.

5 CONCLUSÕES

A partir da análise dos resultados, concluiu-se que:

- Foram elencadas 20 atividades impactantes, dentre elas, àquelas realizadas nas fases de implantação e operação que se destacaram por maior potencial impactante;
- Entre os fatores ambientais diagnosticados (clima, geologia, solos, recursos hídricos, uso da terra, vegetação, fauna, perfil dos usuários do *campus* universitário e as relações entre o meio antrópico e os demais fatores ambientais da área de estudo), o solo foi o fator ambiental mais impactado pelos processos erosivos;
- Foram identificados, nas áreas amostrais desse estudo, focos de erosão do tipo laminar e em sulcos. A erosão do tipo voçoroca não foi identificada nas áreas amostrais, porém o foi em outras áreas do *campus*;
- O tipo de erosão predominante na área do *campus* é a erosão em sulcos, principalmente na *Área antropizada*. A erosão laminar foi diagnosticada nas *Áreas antropizada* e *natural*, porém, nesta última, foi constatada em pequenas quantidades;
- Entre os impactos ambientais identificados, os principais foram: a compactação do solo, as alterações nas características físicas e químicas do solo, a redução ou perda total da flora e da fauna, e a alteração da paisagem.
- Todos os impactos ambientais resultantes diagnosticados na área do *campus* foram classificados como prejudiciais ou negativos e de abrangência local;
- A partir dos mapas temáticos gerados para a área do *campus*, percebeu-se que as áreas com solos expostos são as mais afetadas pelos impactos ambientais resultantes da erosão;
- Há necessidade da adoção de medidas de controle ambiental, principalmente mitigadoras, para reduzir os impactos ambientais no solo, na água e na fauna e para serem aplicadas nas atividades com potencial de causar erosão acelerada;

- Foram selecionados planos de monitoramento ambiental para acompanhar a ocorrência dos impactos ambientais e a execução das medidas de controle ambiental.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, F. A.; MADEIRA, N. R. **Manejo do solo no sistema de produção orgânico de hortaliças**. Brasília: Embrapa hortaliças, 2008, 12 p.

ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C.; NOVOTNY, E. H. **Embrapa milho e sorgo sistema de produção**. 2. ed. Versão eletrônica, 2006. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/ferverde.htm>. Acesso em 07 de fevereiro de 2012.

ARAÚJO, E. S. **Avaliação do manejo agrícola adotado em propriedade familiar da região serrana fluminense quanto ao potencial de conservação do solo**. Rio de Janeiro: Embrapa agrobiologia, 2006, 4 p.

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

ARMANDO, M. S. **AGRODIVERSIDADE: Ferramenta para uma agricultura sustentável**. 1. ed. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002, 22 p.

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

BRASIL, **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Acessado em 02 de outubro de 2012. 25 p. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm.

BRASIL, **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Acessado em 24 de fevereiro de 2013. 40 p. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20112014/2012/Lei/L12651.htm.

BRASIL, **Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Acessado em 08 de outubro de 2012. P. 636 – 639. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>.

CANTALICE, J. R. B. et al. **Tópicos em ciência do solo**. vol. 6. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009, 497 p.

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

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

CUNHA, K. L. **Diagnóstico das áreas suscetíveis à erosão na Bacia Hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu (Viçosa-MG) como subsídio à conservação do solo e da água.** Viçosa-MG, 2006, 74 p.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes** / editor técnico Fábio Cesar da Silva. 2 ed. Brasília – DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009, 627p.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo.** Centro Nacional de Pesquisa de solos. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997, 212p.

FOGLIATTI, M. C.; FILIPPO, S.; GOUDARD, B. **Avaliação de impactos ambientais:** Aplicação aos Sistemas de Transporte. Rio de Janeiro: Interciência: 2004, 249 p.

GOMES, I. et al. **Práticas conservacionistas vegetativas – edáficas - mecânicas. Projeto: Delineamento do potencial erosivo da bacia do Rio Paranaíba (PN1-IGAM).** Belo Horizonte, MG: EPAMING, 2009, 12 p.

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

KLEIN, V. A. **Física do solo.** Passo Fundo: ed. Universidade de Passo Fundo, 2008, 212p.

LEMOS, C. F. et al. **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.

MACEDO, J. R.; CAPECHE, C. L.; MELO, A. S. **Recomendação de manejo e conservação de solo e água.** Niterói: Programa Rio Rural, 2009, 45p.

PHILIPPI JR. A.; ROMERO, M. de A.; BRUNA, G. C. **Curso de gestão ambiental.** São Paulo: Manole, 2004, 1045 p.

PRUSKI, F. F. **Conservação do solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica.** 1ª reimpressão - Viçosa, MG: Editora UFV, 2006, 279p.

REGINATTO, G. M. P. et al. **Avaliação das perdas de solo utilizando o Modelo RUSLE integrado a um SIG.** XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Maceió, 2011, 11 p.

ROMERO, N. C. S. **Perdas de nutrientes e matéria orgânica por erosão em entressulcos em argissolo com resíduos de cana-de-açúcar.** Jaboticabal, SP, 2009, 41 p.

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

SEIXAS, B. L. S. **Fundamentos do manejo e da conservação do solo.** Salvador: Centro Editorial e didático da UFBA, 1984, 275 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE. Subprefeitura do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal – PB, 2013.

VOLPE, C. A.; SHOFFEL, E. R. **Quebra-vento.** FUNEP, 2001, p. 196-211.

WADT, P. G. S. **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas.** Embrapa Acre, Rio Branco, 2003, 29 p.

WEINARTNER, M. A.; ALDRIGHI, C.F. S.; MEDEIROS. C. A. B. **Práticas agroecológicas: adubação orgânica.** 1 ed. Pelotas, RS: Embrapa clima temperado, 2006, 20 p.

ZALAMENA, J. **Impacto do uso da terra nos atributos químicos e físicos de solos do rebordo do Planalto-RS.** Santa Maria, RS, 2008, 79 p.