

Diagnóstico da erosão do solo na área do Campus da UFCG em Pombal - PB

Diagnosis of soil erosion in the area of the campus of UFCG in Pombal - PB

Fernanda Carolina Monteiro Ismael^{1*}; José Cleidimário Araújo Leite²; Daniele Aparecida Monteiro Ismael³; Naiara Angelo Gomes⁴; Kátia Barbosa da Silva⁵

Resumo: A erosão é citada na literatura como uma das principais causas da degradação do solo, o que fomenta a realização de estudos que indiquem formas de prevenção e controle dos processos erosivos.

Neste contexto, neste trabalho teve – se por objetivo avaliar e diagnosticar a incidência dos processos erosivos na área do *Campus* da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) em Pombal - PB e propor técnicas de prevenção e correção do solo. Para realizar esta pesquisa, a área de estudo foi dividida em duas parcelas: *Área natural* e *Área antropizada*, nas quais foram avaliados os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, bem como a identificação da ocorrência de erosão, que foi realizada por meio de visitas de campo. De acordo com os resultados, percebeu-se que na área utilizada para a construção do *Campus* Universitário (*Área antropizada*) ocorreram variações nas propriedades do solo e foi diagnosticada a maior concentração de focos erosivos, principalmente erosão em sulcos. Verificou-se ainda que as alterações do solo na *Área antropizada* estão ocorrendo devido a maior exposição deste à erosão. Portanto, faz-se necessária a implantação, principalmente nas áreas mais afetadas, de práticas conservacionistas, tais como: reflorestamento, terraceamento, canais escoadouros e distribuição racional dos caminhos, visando reduzir os impactos ambientais negativos e a degradação do solo.

Palavras-chave: erosão do solo, degradação ambiental, meio ambiente.

Abstract: Erosion is cited in the literature as a main cause of soil degradation, which encourages conduct studies that indicate forms of prevention and control of erosion. In this context, this study aims to evaluate and diagnose the impacts of soil erosion on the campus of the Federal University of *Campina Grande* (UFCG) in Pombal - PB and propose techniques for prevention and remediation of soil. To conduct this research, the study area was divided into two parts: natural area and anthropic area, in which the physical, chemical and biological soil properties, as well as the identification of the occurrence of erosion, which was accomplished through were evaluated field visits. According to the results, it was noticed that the area used for the construction of the University Campus (anthropic area) there were variations in soil properties and was diagnosed the largest concentration of erosion gullies, mainly erosion on ridges. It was also found that the soil changes in the anthropic area are occurring due to this increased exposure to erosion. However, it is necessary to implement, especially in the most affected areas, conservation practices, such as reforestation, terracing, drains canals and rational distribution of paths in order to reduce the negative environmental impacts and soil degradation.

Keywords: soil erosion, environmental degradation, environment.

INTRODUÇÃO

A erosão dos solos é um processo natural ocorre desde a sua formação. Esse processo 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 mais intensivo do solo, entre elas, a agricultura.

A ação de fatores naturais sobre o solo, que tem ocorrido desde a sua formação e permanece até a atualidade, 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.

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 consequentemente 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 et al., 2008).

*autor para correspondência

Recebido para publicação em 28/01/2013; aprovado em 30/03/2013

¹ Graduanda em Engenharia Ambiental, Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental, UFCG. E-mail: fernanda_monneyiro@hotmail.com

² Professor Adjunto I, Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental, UFCG, Pombal - PB, E-mail: cleidimario@yahoo.com.br

³ Graduanda em Engenharia Ambiental, Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental, UFCG. E-mail: dany_ele_14@hotmail.com

⁴ Graduanda em Engenharia Ambiental, Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental, UFCG. E-mail: naiaraangelocz@hotmail.com.com

⁵ Graduando em Engenharia Ambiental, Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental, UFCG. E-mail: katia_barbosas@hotmail.com

Revista Verde (Mossoró – RN - BRASIL), v. 8, n.4, p.77 - 86, out-dez, 2013

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

Diversas práticas e formas de combate à erosão do solo, conhecidas por “práticas conservacionistas”, têm sido utilizadas desde as civilizações antigas, com o objetivo principal de prevenir ou controlar os processos erosivos. De forma geral, essas práticas podem ser divididas em vegetativas, edáficas e mecânicas (LEPSCH, 2002; BERTONI e LOMBARDI NETO, 2008), e devem ser indicadas e utilizadas de acordo com o tipo de erosão a ser combatido ou controlado e também de acordo com as condições da área afetada pelo processo erosivo.

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. 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 construção do *Campus* da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) no município de Pombal, Paraíba, foi iniciada entre os anos de 2008 e 2009. A fase de construção ainda se encontra em andamento, mesmo após o início da fase de operação desse empreendimento.

O referido *campus* da UFCG foi construído em uma área com características típicas do Bioma Caatinga (Figura 1), com predominância de solos rasos, expostos, vegetação pouco densa e com declividade baixa a moderada, características estas que contribuem de forma significativa para a ocorrência de processos erosivos. Entretanto, tais condições propícias à ocorrência da erosão usualmente são “menos importantes” quando se levam em conta as atividades e ações de projeto, como, por exemplo: desmatamento, terraplanagem, abertura de caminhos, pavimentação, etc., realizadas durante a construção e implantação do referido empreendimento, o que já ocorre na maioria dos empreendimentos dessa área.

Figura 1: Visão geral de parte da área do Campus da UFCG em Pombal - PB.



Neste contexto, este trabalho tem por objetivo avaliar e diagnosticar a incidência dos processos erosivos na área de influência direta do *Campus* da UFCG em Pombal - PB, bem como apresentar propostas de prevenção e correção da erosão, possibilitando maior conservação solo e demais fatores ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

Metodologia

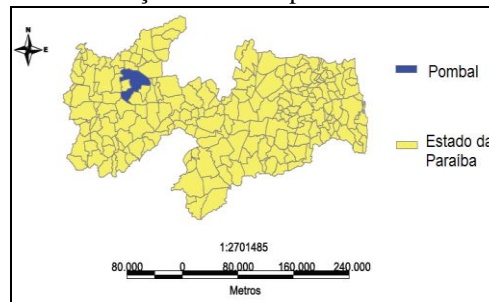
Realização do estudo

Este estudo é parte integrante de um projeto vinculado ao Programa Institucional Voluntário de Iniciação Científica (PIVIC), desenvolvido no curso de graduação em Engenharia Ambiental, pertencente à Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental (UACTA), do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), *Campus* de Pombal - PB.

Localização da área de estudo

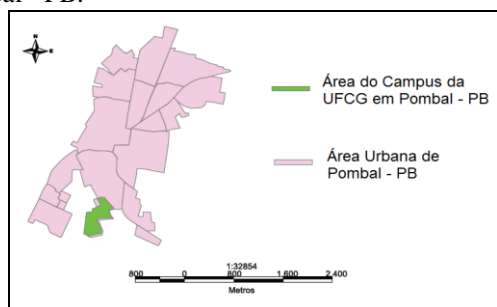
A área de estudo está localizada no município de Pombal, no Estado da Paraíba, Brasil, conforme pode ser observado na Figura 2.

Figura 2: Localização do município de Pombal - PB.



Por meio da Figura 3, é possível visualizar a área do Campus da UFCG em Pombal – PB.

Figura 3: Localização da área do *Campus* da UFCG em Pombal - PB.



Caracterização da área de estudo

A área de estudo engloba um Campus Universitário Federal, situado na periferia da zona urbana do município de Pombal - PB, o qual se encontra em fase de construção e de operação, com área total de 155500,47 m².

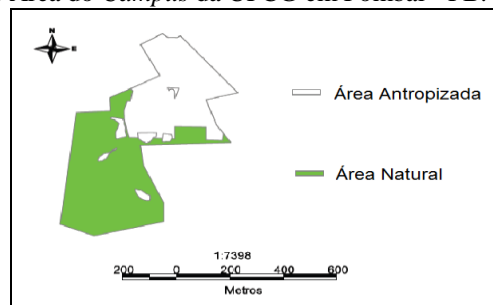
A área do Campus Universitário compõe-se de vegetação típica da Caatinga, onde aproximadamente metade da área teve sua vegetação removida para a disposição dos diversos tipos de construção, como, por exemplo: construção de duas centrais de aulas, do portão de entrada, guarita, prédio da administração central, do setor de manutenção e garagem, três centrais de laboratórios, o centro de vivência, o ambiente de professores e auditório, ruas pavimentadas, áreas de estacionamento, galerias de acesso aos diversos setores, casas de vegetação, cerca em torno do perímetro do campus, duas residências universitárias, etc.

Disposição da área de estudo

Cerca de metade da área de abrangência do Campus da UFCG em Pombal ainda apresenta as condições ambientais “naturais”, no que se refere à vegetação, solo, água, fauna, etc. A outra parte constitui a *Área antropizada*, na qual se encontram as instalações, ruas pavimentadas e demais formas de ocupação do solo.

Sendo assim, para execução desse estudo, a área de estudo foi dividida em duas partes: a Área I, denominada *Área natural*, e a Área II, denominada *Área antropizada*, de acordo com a ilustração da Figura 4.

Figura 4: Área do *Campus* da UFCG em Pombal - PB.



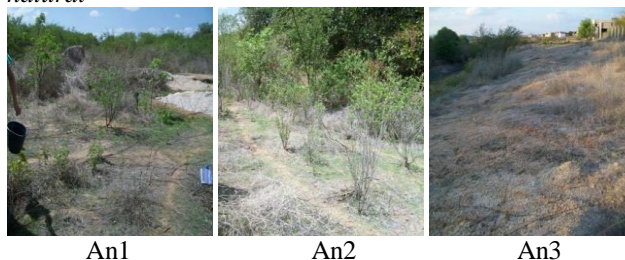
Determinação das características físicas e químicas do solo na área de estudo

A coleta das amostras de solo foi realizada em *zig-zag*, na profundidade de 0-20 cm, em que metade das amostras foi retirada da *Área natural* (Área I) e a outra metade da *Área antropizada* (Área II). Cada área foi dividida em três talhões, onde em cada um deles foram retiradas três amostras compostas (cinco amostras simples para cada composta). Nas Figuras 5 e 6 são apresentadas fotografias das parcelas da área onde foram coletadas as amostras de solo para as *Áreas antropizada* e *natural*, respectivamente.

Figura 5: Locais de coleta das amostras de solo na *Área antropizada*



Figura 6: Locais de coleta das amostras de solo na *Área natural*



Logo após a coleta, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas (LSNP) da UFCG, Campus de Pombal – PB, onde foram destorroadas, peneiradas em peneiras de 2 mm e colocadas para secar ao ar. Posteriormente, elas foram devidamente registradas e identificadas. A identificação das amostras se deu da seguinte maneira: para a *Área natural* (An1, An2 e An3) e para a *Área antropizada* (Aa1, Aa2 e Aa3).

Para se caracterizar o solo foram realizadas análises físicas e químicas. No que se refere aos atributos físicos do solo foram feitas as análises de textura, densidade aparente, densidade real e porosidade total. Os atributos químicos analisados foram: pH, condutividade elétrica, fósforo assimilável (P), potássio trocável (K^+), cálcio trocável (Ca^{2+}), magnésio trocável (Mg^{2+}), sódio trocável (Na^+), alumínio trocável (Al^{3+}), acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$) e matéria orgânica (M.O.).

Os métodos utilizados para cada determinação estão listados no Quadros 1.

Quadro 1: Métodos utilizados na caracterização física e química do solo.

Propriedades físicas	Método	Propriedades químicas	Método
Textura	Densímetro de Boyoucos	pH	Potenciometria
		Condutividade elétrica (CE)	Método do condutivímetro
		P	Espectrofotometria
Densidade aparente (da)	Método da proveta de 100 mL	K^+	Espectrofotometria de chama
		Ca^{2+}	Titulometria
		Mg^{2+}	Titulometria
Densidade real (dr)	Método do balão	Al^{3+}	Titulometria
		Na^+	Fotometria de chama
Porosidade total (pt)	Efetuação de cálculo matemático*	(H + Al)	Titulometria
		Matéria orgânica (M.O.)	Titulometria

* $pt = 100 (dr - da) / dr$

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 ao observar que o solo erodido da área foi removido nas camadas superficiais. Já a erosão em sulcos quando havia aberturas no terreno, onde a camada de solo removida apresentava profundidades maior que cerca de 3 cm. Para esse tipo de erosão, fez-se ainda a contabilização do número de ramificações de cada sulco. A identificação da erosão do tipo voçoroca foi determinada quando a quantidade de solo removido era elevada, convencendo uma profundidade do foco erosivo maior que 50 cm (início da erosão por voçoroca).

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 (GUERRA et al., 2007; LEPSCH, 2002; BERTONI e LOMBARDI NETO, 2008).

A quantificação dos processos erosivos foi realizada por meio da contagem dos focos de erosão diagnosticados nas áreas amostrais.

Causas e consequências da erosão na área de estudo

As causas dos processos erosivos foram identificadas de acordo com a literatura (LEPSCH, 2002; ARAÚJO et al., 2008; BERTONI e LOMBARDI NETO, 2008).

A partir das visitas de campo, foram catalogadas as principais consequências da erosão sobre o solo e demais fatores ambientais da área de estudo: água, vegetação, fauna, fator antrópico, etc. As alterações identificadas foram registradas em fotografias para auxiliar a descrição e proposta de solução dos problemas identificados.

Indicação de práticas de prevenção e controle da erosão

Uma vez identificado e classificado cada tipo de erosão, foram indicadas práticas conservacionistas vegetativas, edáficas e mecânicas utilizadas na prevenção e controle da erosão, segundo apresentado na literatura (GUERRA et al., 2007; LEPSCH, 2002; ARAÚJO et al., 2008; BERTONI e LOMBARDI NETO, 2008; TAVARES, 2008). As práticas foram escolhidas de acordo com o tipo de erosão, considerando as características edafoclimáticas do local e ainda os indicadores ambientais do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação das características físicas e químicas do solo na área de estudo

Na Tabela 1 encontram-se os resultados das análises físicas e químicas para o solo das Áreas antropizada e natural.

Tabela 1: Valores médios das análises físicas e químicas para os solos das Áreas antropizada (Aa) e natural (An)

Propriedades físicas	Aa	Na	Propriedades químicas	Aa	An
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
Porosidade total (m ³ /m ³)	0,48	0,50	T (cmol _d .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

A partir das análises físicas do solo (Tabela 1) percebeu-se que:

- Os solos da *Área antropizada* (área II) apresentam, em média, valores de densidade aparente e real maiores do que os valores da *Área natural* (área I). Isso pode ser ocasionado devido a retirada da camada superficial do solo na *Área antropizada*, proveniente do processo erosivo, deixando uma camada compactada exposta, com maior densidade. Os valores mais baixos de densidade na *Área natural* podem ser atribuídos à presença do 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. Tal 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 apresentaram baixa variação entre as duas áreas, porém tendo valores maiores na *Área natural*. Isso se justifica, uma vez que na *Área natural* o aporte vegetal é maior, quando comparado com a *Área antropizada*, tendo, portanto um maior desenvolvimento de raízes e oferta de matéria orgânica, o que resulta em maior porosidade ao solo. Os resultados encontrados por Lemos et al. (2007) também comprovaram que áreas com maior aporte vegetal têm valores mais elevados de porosidade total, quando comparado àquelas com menor densidade vegetal.

- A classe textural também variou pouco entre as áreas analisadas. Isso se deve, provavelmente, à semelhança dos tipos de solo, resultantes, provavelmente, dos mesmos fatores de formação.

Com relação às análises químicas (Tabela 1) observou-se que:

- A *Área antropizada* apresentou valores de pH maiores que na *Área natural*, o que pode ter sido ocasionado devido a presença 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” da superfície do solo, uma vez que este se encontra desprotegido, devido à baixa cobertura vegetal;

- Os valores de cálcio foram superiores na *Área antropizada*. Isso também pode ser atribuído ao fato de que alguns dos materiais de construção, 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* não têm influenciado este parâmetro;

- Os valores de acidez potencial foram maiores na *Área natural*. Esse resultado 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*, o que pode ter sido ocasionado pela disposição sobre o solo de materiais de construção;

- Os valores de matéria orgânica foram maiores na *Área natural* que na *Área antropizada*. Isso pode ser justificado pela maior quantidade de massa vegetal na área. Romero (2009) também verificou uma redução nos teores de matéria orgânica em ambientes erodidos.

Identificação, classificação e quantificação dos processos erosivos

Nas Figuras 7 e 8 apresentam-se, respectivamente, os focos de erosão laminar e erosão em sulcos encontrados na *Área antropizada*. Na *Área natural* não foi identificado focos de erosão em sulcos, já a erosão laminar foi diagnosticada em quantidade e intensidade insignificantes, quando comparada com a *Área antropizada*. Já a erosão do tipo voçoroca não foi diagnosticada em nenhuma das áreas amostrais.

Figura 7: Focos de erosão laminar na *Área antropizada*



Figura 8: Focos de erosão em sulcos na *Área antropizada*



A quantificação dos processos erosivos diagnosticada para cada área amostral pode ser visualizada na Tabela 2.

Tabela 2: Quantificação dos tipos de erosão da *Área antropizada (Aa)* e da *Área natural (An)*

Áreas amostrais	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

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, percebe-se que a ocorrência dos processos erosivos do tipo sulco só foi diagnosticada 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 é 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 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, este resultado pode ser atribuído ao revolvimento intenso do solo nesta área, que possibilita um aumento em sua erodibilidade, proporcionando o aceleração de erosão em sulco.

Com relação à ocorrência da erosão do tipo voçoroca, nas áreas amostrais estudadas (Áreas I e II) não foi diagnosticado nenhum foco, o que vem a indicar que as construções do campus, apesar de causar impactos ambientais negativos sobre o solo, ainda não promoveram a ocorrência de voçorocas.

Como visto na Tabela 2, 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 Figura 8. Além disso, atribui-se esse resultado à ausência de atividades antrópicas nas áreas amostrais da *Área natural*.

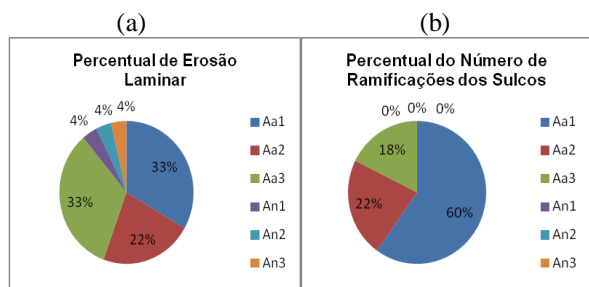
Figura 8: Vegetação predominante na *Área natural*



Apesar de não se encontrar no último estágio de sucessão ecológica (clímax), tais áreas amostrais possuem, além do aporte vegetal, uma alta densidade de cobertura vegetal seca sobre o solo, o que vem a protegê-lo ainda mais 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 das *Áreas antropizada* e *natural* se encontra no Gráfico 1.

Gráfico 1: Percentual da erosão laminar (a) e do número de ramificações dos sulcos (b) na Área antropizada e na Área natural.



De acordo com os dados apresentados, percebe-se que os maiores percentuais de focos erosivos, seja do tipo laminar ou em sulcos, foram encontrados na Área antropizada.

No que se refere à erosão do tipo voçoroca, não foi constatado a ocorrência desse processo erosivo nas áreas amostrais estudadas (Áreas I e II), mas foram observadas algumas ravinas que caracterizam o processo inicial de formação das voçorocas (Figura 9) em outras partes da área de estudo, provavelmente, devido ao uso inadequado do solo.

Figura 9: Formação inicial de voçoroca na área do Campus da UFCG em Pombal – PB.



Causas e consequências da erosão na área de estudo

As causas naturais de erosão encontradas na área de estudo são as mesmas citadas na literatura: chuva e vento (LEPSCH, 2002; ARAÚJO et al., 2008; BERTONI e LOMBARDI NETO, 2008), neste caso, principalmente a chuva. Porém, estas causas naturais são intensificadas pela ação antrópica.

Entre as atividades ou ações antrópicas que intensificam os processos erosivos estão àquelas relacionadas ao manejo inadequado do solo, como, por exemplo: desmatamento, pavimentação, terraplanagem, construções prediais, entre outras.

Essas atividades, quando realizadas de forma inadequada do ponto de vista ambiental, tornam o solo um sistema frágil aos processos naturais, a exemplo da erosão, o que ocasiona a sua degradação.

Entre as consequências mais preocupantes observadas na área de estudo, resultantes dos processos erosivos, citam-se:

- assoreamento de corpos hídricos e canais de drenagem;
- deposição de materiais indesejáveis em áreas urbanizadas;
- perdas de nutrientes do solo;
- descaracterização da paisagem;
- destruição de obras de pavimentação;
- entupimento de canais de drenagem pluvial e de coleta;
- modificação de parte das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Proposta de medidas preventivas e corretivas para o controle da erosão na área de estudo

Como proposta de mitigação dos processos erosivos atuantes na área de estudo, devem ser inseridas na área do Campus da UFCG medidas preventivas e corretivas. Entre as práticas conservacionistas, o reflorestamento, terraceamento, canais escoadouros e distribuição racional dos caminhos destacam-se como essenciais no controle à erosão.

Na sequência, será apresentada uma breve descrição das práticas conservacionistas indicadas para serem utilizadas na área de estudo.

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 atividade é a recuperação produtiva e ambiental do solo afetado por processos erosivos. Tal técnica deve ser implantada tomando-se conhecimento da região em questão e também da declividade do solo (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2008).

O reflorestamento é indicado nas áreas foram desmatadas para retirada de solo para ser usado como material de construção nas edificações, como também nas áreas que foram utilizadas na realização de experimentos temporários da referida universidade (plantações de palma, milho, entre outras culturas). Nessas áreas, é de suma importância o reflorestamento para proporcionar uma maior resistência destas aos processos erosivos. Parte das áreas estão apresentadas na Figura 10.

Figura 10: Áreas que devem ser serem reflorestadas no Campus da UFCG em Pombal - PB.



Sugere-se ainda, em algumas partes da 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 principalmente nos locais onde as práticas conservacionistas vegetativas e edáficas não sejam eficientes, tais como, áreas com declividade média a moderada e que estejam expostas aos processos erosivos (Figura 11).

Figura 11: Áreas sugeridas para construção de terraços no Campus da UFCG em Pombal - PB.



Uma prática complementar que deve ser usada na referida área consiste na construção de canais escoadouros, que são canais feitos solo ou concreto e têm a finalidade de coletar e realizar o transporte da água do escoamento superficial proveniente dos sistemas de terraceamento, ou mesmo de outras estruturas (áreas pavimentadas, telhados, etc.) (GERRA et al., 2007). Na área de estudo, esses canais, além de servirem de suporte para os terraços, também são importantes para se destinar corretamente as águas pluviais e residuárias que não estão sendo bem gerenciadas. Um dos locais onde há necessidade da utilização dessa técnica é mostrado na Figura 12.

Figura 12: Área sugerida para construção de canais escoadouros no Campus da UFCG em Pombal - PB.



Outra prática indicada para ser implantada na área de estudo é a distribuição racional dos caminhos, que consiste no planejamento dos caminhos e corredores, em que estes devem ser dispostos obedecendo as curvas de

níveis, sempre procurando barrar a energia do escoamento da água da chuva (GOMES et al., 2009).

Na área do referido Campus Universitário, alguns dos caminhos estão possibilitando o desvio do escoamento natural das águas, aumentando o potencial da enxurrada em causar erosão. Na Figura 13 mostram-se algumas áreas impactadas e que necessitam da implantação dessa prática.

Figura 13: Áreas recomendadas para se fazer a distribuição racional dos caminhos no Campus da UFCG em Pombal - PB.



Outras práticas conservacionistas, além das principais citadas anteriormente, também têm potencial de serem usadas na área de estudo, a exemplo das apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 : Práticas de prevenção e controle da erosão.

Vegetativas	Edáficas
Plantas de cobertura	Adubação verde
Cordões de vegetação	Adubação química de correção
Ceifa do mato	Adubação orgânica (esterco, composto, etc.)
Quebra-ventos	
Alternância de capinas	Calagem
Cobertura com palha	

CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados, conclui-se que a erosão encontrada na área do Campus da UFCG em Pombal-PB é mais intensificada nas áreas em que a atuação antrópica é mais ocorrente, ao contrário das áreas naturais em que os focos erosivos foram quase inexistentes, onde havia cobertura vegetal. Com isso, verificou-se que parte das atividades realizadas no referido Campus estão causando impactos ambientais negativos, fazendo com que tais áreas tornem-se susceptíveis aos processos erosivos, que, provavelmente, têm influenciado as características físicas, químicas e biológicas do solo.

Verificou-se ainda que a incidência da erosão em sulcos foi predominante nas áreas estudadas, sobretudo àquelas com interferência antrópica, enquanto que a erosão do tipo voçoroca não foi diagnosticada nas áreas amostrais, porém, em outras partes da área de estudo foram observados indícios da formação desse tipo de erosão.

Portanto, faz-se necessária a adoção de práticas conservacionistas na área de estudo, tais como reflorestamento, terraceamento, canais escoadouros e distribuição racional de caminhos, visando controlar os focos erosivos já existentes e evitar o surgimento da erosão acelerada.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, G. H. S.; GUERRA, A. J. T.; ALMEIDA, J. R. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2008, 320p.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4 ed. São Paulo: Ícone, 2008, 355p.
- GOMES, I.; VIEIRA, E.M.; MACHADO, M.L.; SIMÃO, M. L. R.; COSTA, T. C.C.; LANDAU, E. C.; GUIMARÃES, D. P.; FERNANDES FILHO, E. I.; SILVA, M. L.N.; GUINETTI, F. **Práticas conservacionistas Vegetativas-Edáficas-Mecânicas**. Projeto: Delineamento do potencial erosivo da bacia do Rio Paranaíba (PN1-IGAM). Belo Horizonte, MG:EPAMING, 2009, 12p.
- 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, 340p.
- LEMOS, C. F.; SILVEIRA, C.T.; MILIANI, R.; FIORI, C. O.; FIORI, A. P. **Avaliação da erosão entre sulcos em solos de diferentes classes de uso na bacia do Rio da Bucha (PR), através do Aparelho de Inderbitzen**. Revista Eletrônica Geografar, Curitiba, v.2, n.2, p. 156-171, 2007.
- LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002, 192p.
- 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.; MACIEL, C. B.; CORSEUIL, C. W.; GRANDO, A.; MACCARINI, M.; HIGASHI, R. A. R.; FEILSTRECKER, L. B.; SCABURRI, R. J. **Avaliação das perdas de solo utilizando o Modelo RUSLE integrado a um SIG**. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Maceió, 2011.
- 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.
- TAVARES, S. R. L. **Curso de recuperação de áreas degradadas: A visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação**. Dados eletrônicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008, 228 p.
- ZALAMENA, J. **Impacto do uso da terra nos atributos químicos e físicos de solos do rebordo do Planalto-RS**. Santa Maria, RS, 2008.