

Análise da susceptibilidade e da potencialidade à erosão laminar da bacia hidrográfica do riacho Açaizal em Senador La Rocque-MA.

Ronaldo dos Santos Barbosa¹

¹ Universidade Estadual do Maranhão. UEMA/CESI
barbosa_83@hotmail.com

Abstract: This paper discusses the influence of anthropogenic activities on increasing the susceptibility and potential erosion in the catchment area of the laminar watershed of stream Açaizal, located in the municipality of Senador La Rocque, micro region of Imperatriz in the western state of Maranhão. For this analysis we used the methodology proposed by Solomon (1992) and adopted by the IPT. For the application of the methodology we used data on soil erodibility, slope, soil classes and vegetation classes and land use. Two synthesis maps were generated, and the susceptibility of the erosion potential laminar. The basin has predominant slope that varies from 6% to 20%, a gently undulating topography predominantly rolling with some points on average less than 400m. We identified five classes of susceptibility and five classes of potential laminar erosion. The basin has a laminar susceptibility from medium to high to erosion ranging and a high potential because of the classes of land use against the laminar erosion, removal of natural vegetation and the introduction of pastures has contributed to the worsening of this process. Conservation measures must be taken urgently in order to minimize erosion within the watershed and restore the already degraded areas the upper watershed.

Palavras Chave: human action. erosion. watershed. stream Açaizal. ação antrópica. erosão. Bacia hidrográfica. riacho Açaizal.

1. Introdução

A erosão do solo compreende um conjunto de fenômenos naturais envolvendo a remoção e o transporte de sedimentos provenientes da decomposição e desagregação das rochas e dos solos. Condicionada pela ação da gravidade e tendo como agentes a ação dos ventos e da chuva, além disso influenciada pelas características do terreno tais como tipo de solo, declividade do terreno e não menos importante, pela ação antrópica, age continuamente na superfície do terreno em diversas escalas e representa um dos principais agentes naturais de transformação fisiográfica da paisagem.

O escoamento superficial provoca a chamada erosão laminar, ocorre em geral quando a remoção de partículas do solo se dá uniformemente na superfície do terreno, esse processo ganha maior magnitude quando a ausência de cobertura do terreno, podendo chegar a estágios bem mais acelerados como a erosão em sulcos, ravinas e voçorocas, essas ocorrem quando o processo erosivo é gerado pelo fluxo de água concentrado.

A bacia hidrográfica do riacho Açaizal, não diferente de outras bacias hidrográficas brasileiras e maranhenses, está sujeita a ocorrência de processos erosivos, em geral, acelerados pela ação conjunta da chuva, do vento da ação antrópica e da fragilidade do meio físico. No entanto, vale ressaltar que os principais agentes causadores desse processo, no interior da bacia, tem sido a chuva, e a ação antrópica, em decorrência disso, tem-se a geração de sedimentos responsáveis pelo assoreamento dos cursos d'água da bacia.

A bacia hidrográfica do riacho Açaizal, localizada na Mesorregião Oeste do Maranhão e Microrregião de Imperatriz, ocupa uma área de 181,5 km², localizada entre as coordenadas e 5° 24' 23" e 5° 32' 29" de latitude Sul e 47° 07' 14" e 47° 17' 01" de longitude Oeste (Figura 1), onde estão inseridos os povoados: Açaizal Grande, situado ao norte, no alto curso da bacia; Cumarú na parte oeste, no baixo curso; e os povoados Olho D'água e Jenipapo ocupando a parte leste, no médio e baixo curso.

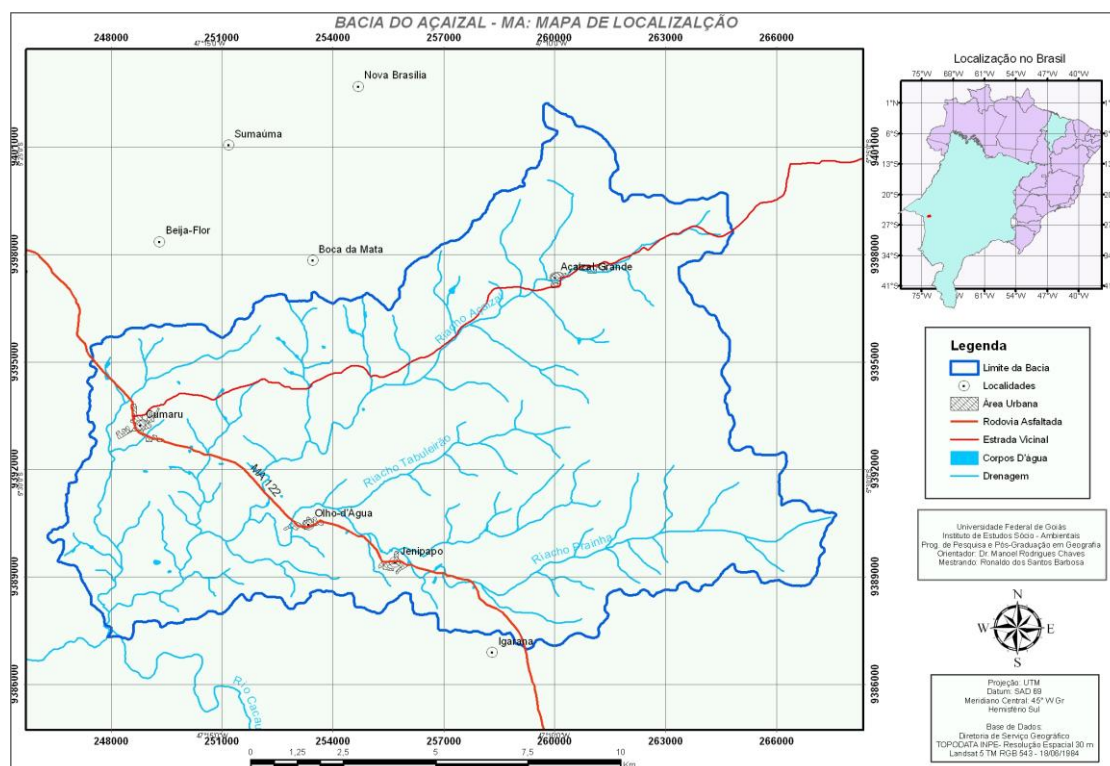


Figura 1. Localização da bacia do Açaiçal. Fonte: Barbosa (2010).

A estrutura da bacia em alusão apresenta um substrato rochoso diversificado, com sedimentos imaturos das Coberturas Tércio-Quaternárias que apresentam natureza arenosa, argilosa e laterítica, que capeiam discordantemente os depósitos de arenitos da Formação Itapecuru, esta predomina na bacia e por fim o conjunto de sedimentos compostos litologicamente por folhelos clacíferos e betuminoso próximo a foz do riacho Açaiçal.

Aliados a isso temos os atributos do relevo onde predominam áreas rebaixadas com altitudes inferiores a 300 (trezentos) metros, declividade abaixo dos 20% e o predomínio de vertentes em forma côncava, apenas nas bordas dos divisores de água que encontramos as maiores altitudes e declividades acentuadas.

A predominância dos Argissolos Vermelho-Amarelo, capeados por uma pequena mancha de Plintossolo, na região da média bacia, apresentam baixo potencial agrícola e são utilizados atualmente por pastagens e cultivo de pequenas roças e demonstram sinais de degradação do solo com vários focos de erosão, principalmente ao longo da rodovia MA 122 entre os povoados Cumaru e Olho D'água.

2. Materiais e Métodos

2.1 Materiais

- Cartas topográficas em escala 1:100.000 dos municípios de Imperatriz e João Lisboa folhas SB. 23-V-C-V, MI-954 e SB.23-V-C-II, MI-877, respectivamente de 1984, disponíveis em www.zee.ma.gov.br.
- Projeto TOPODATA disponibilizado pelo INPE. Resolução espacial de 30 metros.
- Imagem Landsat TM 5, (resolução espacial de 30m e espectral de 7 bandas) composição colorida RGB/543. Órbita/Ponto 222_064 de 10/08/2009.

2.2 Procedimentos Metodológicos

Para a avaliação da susceptibilidade e do potencial à erosão laminar optamos pela metodologia apresentada por Salomão (1992). Esta metodologia leva em conta a erodibilidade

relativa dos solos ocorrentes na bacia e a declividade do terreno. Também, a partir da metodologia citada acima – com algumas modificações - é apresentada uma variação do potencial à erosão laminar dos solos, da bacia agregando a susceptibilidade à erosão ao uso atual das terras e cobertura vegetal.

Segundo orientação da proposta metodológica citada acima, a susceptibilidade à erosão em uma dada área pode ser avaliada com base no cruzamento dos dados qualitativos acerca do índice de erodibilidade relativa dos solos com os dados quantitativos acerca da inclinação do terreno por faixa de declividade.

A diferença existente junto às propriedades inerentes ao solo é entendida então como erodibilidade do solo, correspondendo à susceptibilidade do solo a erosão laminar, dependendo das características do solo, isto é, a permeabilidade, estrutura, porosidade e profundidade. No entanto, a intensidade do processo erosivo de uma dada área pode ser influenciada mais pela declividade, características das chuvas, cobertura vegetal e manejo do solo do que pelas propriedades do solo.

- *Carta de Susceptibilidade à Erosão Laminar*: foi elaborada a partir da metodologia apresentada por Salomão (1992), as classes de susceptibilidade foram alcançadas a partir do cruzamento dos dados de erodibilidade relativa dos solos da bacia a saber: Argissolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Amarelo e Plintossolo Argilúvico, e da declividade. Foram encontrados cinco classes de susceptibilidade S1, S2, S3, S4 e S5.

- *Carta de Potencialidade à Erosão Laminar*: para elaboração do mapa de potencialidade a erosão laminar usamos a metodologia apresentada por Salomão (1992), onde foram cruzados os mapas de susceptibilidade e de uso da terra. Foram identificadas quatro classes de potencialidade sendo: PI, PII, PIII, PIV e PV.

3. Resultados e Discussão

A erosão de uma forma geral, segundo Bertoni e Lombardi Neto (1990), é um dos maiores inimigos da terra, pois ao arrastar as camadas superiores do solo agricultável, retira importantes quantidades de nutrientes até então concentrados, empobrecendo o solo e provocando assim depreciação ao mesmo.

Portanto, a erosão acelerada como processo de desgaste, transporte e deposição das partículas do solo causado por diferentes tipos de agentes, destacando-se no contexto tropical a ação da água de escoamento superficial e dos ventos, resulta em impactos ambientais, em especial, o comprometimento dos cursos d'água e, o já citado, empobrecimento dos solos.

A seguir são indicados as classes de erodibilidade relativa para os solos da bacia hidrográfica do riacho Açaizal, com seus respectivos índices de erodibilidade. É possível uma mesma classe de solo apresentar índices de erodibilidade diferente em função da declividade do terreno.

Tabela 1. Classes de erodibilidade relativa segundo Salomão (1992).

Classes	Índice de Erodibilidade	Classes de Solo
E1	0,54 a 0,43	Argissolo Vermelho-Amarelo
E2	0,43 a 0,32	Argissolo Vermelho-Amarelo
E3	0,32 a 0,21	Argissolo Vermelho-Amarelo + Plintossolo Argilúvico
E4	0,21 a 0,10	Plintossolo Argilúvico + Latossolo Amarelo
E5	0,10 a 0,00	Latossolo Amarelo

A erodibilidade relativa dos solos é estimada com base na avaliação pedológica dos mesmos. Nesta estimativa são consideradas as principais características físicas, químicas e morfológicas que influenciam na resistência dos solos a erosão tais como: Textura,

Gradiência Textural: Estrutura: Espessura do Solo: Permeabilidade, densidade e porosidade: Propriedades químicas, biológicas e mineralógicas (MIRANDA et al. 2006, p. 4).

As classes de susceptibilidade à erosão laminar dos solos da bacia hidrográfica do riacho Açaizal foram as seguintes:

Tabela 2. Determinação das classes de susceptibilidade à erosão laminar Salomão (1992).

Classes de Erodibilidade Relativa	Classes de Declividade					
	> 45%	45 a 20%	20 a 13%	13 a 8%	8 a 3%	<3%
E1	S1	S1	S2	S3	S3	S3
E2	S1	S1	S2	S3	S3	S3
E3	-	-	S3	S3	S4	S4
E4	-	-	-	S4	S4	S4
E5	-	-	-	-	S5	S5

S1 – Alta Susceptibilidade: esta classe, compreende as áreas de contato dos Argissolos Vermelho-Amarelo com os Latossolos Amarelos, associados a declividades superiores a 45% e apresenta em alguns pontos uso agrícola, pastagens e solo exposto.

S2 – Média a Alta Susceptibilidade: nesta classe estão áreas com predomínio de Argissolo Vermelho-Amarelo porém com declividades menores que S1 apresenta declividades que variam de 13% a 45%, apresentam um variado tipo de uso da terra, que vai desde pastagens, agricultura e solos exposto.

S3 – Média Susceptibilidade: esta classe, compreende maior parte da bacia abrange duas classes de solos que são Argissolos Vermelho-Amarelo e Plintossolos Argilúvicos, apresentam declividades menores que 20%. As áreas de Plintossolos apresentam um uso intenso, já as áreas de Argissolos apresentam maior cobertura vegetal, onde predomina relevo plano a suave ondulado.

S4 – Baixa a Média Susceptibilidade: compreendem as áreas com ocorrência de Latossolo Amarelo na alta bacia com declividades que variam de 3% a 8% e de Plintossolos na média bacia com declividades moderadas, no entanto, apresenta uso bastante intenso.

S5 – Baixa Susceptibilidade: nesta classe estão os Latossolos Amarelos que são encontrados no alto curso da bacia com as menores declividades que variam entre 0% a 3%, apresenta uma cobertura vegetal densa e pouco uso agrícola.

Analisando a distribuição espacial das classes de erodibilidade, predominam na bacia os solos da classe E1 e E2 em função da ocorrência destacada dos Argissolos Vermelho-Amarelo de textura média/argilosa. O enriquecimento em argila no horizonte B determina menor capacidade de infiltração e, em consequência, maior intensidade de fluxo superficial e subsuperficial, o que torna mais fácil o início de processos erosivos.

No tocante a susceptibilidade à erosão laminar, a classe predominante foi a S3 considerada de média susceptibilidade, também com presença dos Argissolos Vermelho-Amarelo. No entanto, a classe que apresenta a maior susceptibilidade é a S1 que margeia os divisores de água da bacia, com declividades bem acentuadas em geral acima de 20%.

Cabe frisar que, alguns solos são mais facilmente erodidos que outros, isto é, se levarmos em conta as similaridades de chuva, topografia, uso da terra e manejo. A susceptibilidade à erosão é uma característica intrínseca dos solos, que depende de propriedades físicas, principalmente estrutura, textura, permeabilidade e densidade, bem como as características químicas e biológicas de cada tipo de solo.

A análise do mapa de susceptibilidade à erosão laminar nos permite apontar em função do predomínio espacial da classe S3 que a área apresenta considerada susceptibilidade. Os principais condicionantes são: ocorrência de solos Argissolos Vermelho-Amarelo (pertencentes as classes E1 e E2) em áreas de arenitos da Formação Itapecuru com declividades de 6 a 20% e a ocorrência de solos com horizonte superficial essencialmente arenosos.

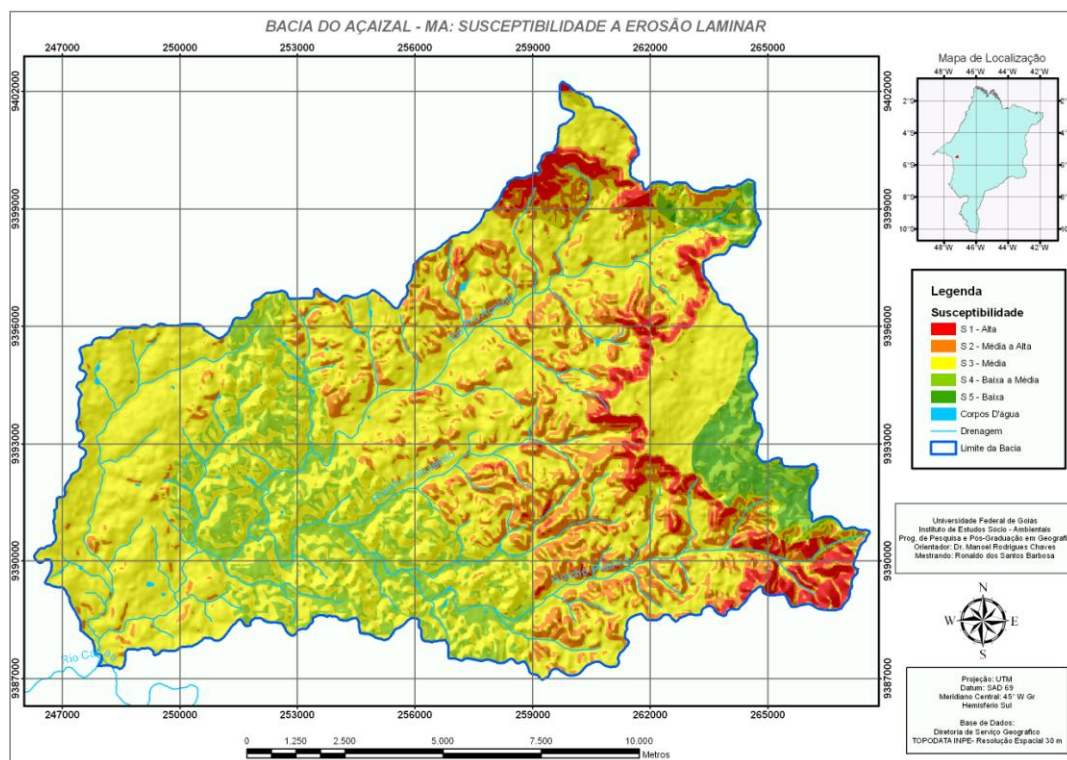


Figura 2. Carta de susceptibilidade à erosão laminar. Fonte: Barbosa (2010)

De posse do mapa de susceptibilidade à erosão laminar o passo seguinte foi a elaboração do mapa de potencial à erosão laminar da bacia, segue a confecção do mapa de potencialidade a erosão, elaborado com base na metodologia de Salomão (1992). Foi elaborado a partir do cruzamento dos mapas de susceptibilidade a erosão laminar e do mapa atual de vegetação e uso da terra frente a erosão laminar.

Tabela 3. Classes de uso da terra frente à erosão laminar para a bacia hidrográfica do riacho Açaizal.

Classes de uso frente à erosão laminar	Vegetação e Uso da Terra
Atividade Antrópica Intensa	Solo exposto
Atividade Antrópica Moderada a Intensa	Agricultura, pastagem e área urbana
Atividade Antrópica Moderada	Vegetação Secundária
Atividade Antrópica Reduzida	Vegetação Natural

A bacia hidrográfica do riacho Açaizal apresenta um uso atual variado, onde se destacam atividades agropecuárias, atividades extrativistas e urbanização. Vale aqui destacar algumas particularidades do uso da terra na bacia que consideramos importante para entender o seu grau de fragilidade.

A atividade agrícola tem como expoente o cultivo de mandioca nas encostas e da horticultura às margens dos riachos em especial o riacho Açaizal. O plantio de mandioca nas áreas de encostas sem uma prática conservacionista adequada resulta na perda de solo. A retirada da vegetação ciliar para o cultivo da horticultura tem contribuído em grande parte para o transporte e acúmulo de sedimentos no leito dos riachos. Com base na metodologia utilizada, estas atividades foram consideradas de moderadas a intensa.

Quanto a atividade pecuária, destacamos a criação de bovinos. Sob a ótica da erosão do solo, é importante enfatizar a degradação do solo provocada tanto pelo desmatamento visando a formação de pastagens, quanto o pisoteio dos animais. Esta atividade foi enquadrada como moderada a intensa.

Já a atividade de extração de argilas e cascalhos, originam áreas de intensa degradação, no mapa de vegetação natural e uso da terra atual estas atividades se encontram na classe de solo exposto. São consideradas como atividade intensa.

O processo de urbanização é considerado uma atividade antrópica moderada a intensa, pois os quatro povoados banhados pela bacia apresentam um crescimento urbano lento. No entanto, o fato de não apresentar ruas pavimentadas no período chuvoso há uma grande liberação de sedimentos transportado pelas enchuradas e depositados no leito dos riachos.

Com base na metodologia utilizada, segue a apresentação dos resultados obtidos para a bacia do riacho Açaizal. Foram identificadas quatro classes de potencialidade à erosão laminar, as quais serão caracterizadas a seguir.

Tabela 4. Definição das classes de potencial à erosão laminar para a bacia hidrográfica do riacho Açaizal. Incompleto

Classes de Susceptibilidade à erosão laminar	Classes de uso da terra frente à erosão laminar			
	Atividade Antrópica Intensa	Atividade Antrópica Moderada a Intensa	Atividade Antrópica Moderada	Atividade Antrópica Reduzida
S1	PI	PI	PII	PII
S2	PI	PI	PIII	PIV
S3	PI	PII	PIII	PIV
S4	PII	PIII	PIV	PV
S5	PII	PIII	PIV	PV

PI – Alta Potencialidade: composta pela classe de susceptibilidade S1 que ocorrem em áreas de acentuada declividade geralmente acima de 45%, com a presença de Argissolos Vermelho-Amarelo, algumas manchas de vegetação secundária e a predominância de pastagens e agricultura. No entanto, a área homogênea, que apresenta maior potencial, compreende a área de erosão recuante nas bordas da serra do Arapari, divisor de água da bacia.

PII – Média a Alta Potencialidade: formada pelas classes de susceptibilidade S2 e S3, ocorrendo em locais com variados tipos de uso da terra, que vai desde solo exposto, pastagens e agricultura, apresenta a predominância dos Argissolos Vermelho-Amarelo;

PIII – Média Potencialidade: formada pela classe de susceptibilidade S3 ocorrendo em locais de atividade antrópica reduzida e pela classe de solo Argissolo Vermelho Amarelo, em locais de declividades viadas que vai desde 8% até 20% em algumas pequenas manchas espalhadas no interior da bacia;

PIV – Baixa a Média Potencialidade: formada pelas classes de susceptibilidade que variam de S2 e S4 ocorrendo em locais de atividade antrópica de moderada a intensa e pelas classes de solos Argissolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Amarelo e uma pequena quantidade em áreas de Plintossolos Argilúvicos.

PV – Baixa Potencialidade: formada pelas classes de susceptibilidade S4 e S5, com baixa susceptibilidade à erosão laminar, abrange as áreas de Latossolo Amarelo e as áreas de vegetação natural, são encontradas na bacia em forma de ilhas desde a alta bacia até a baixa bacia.

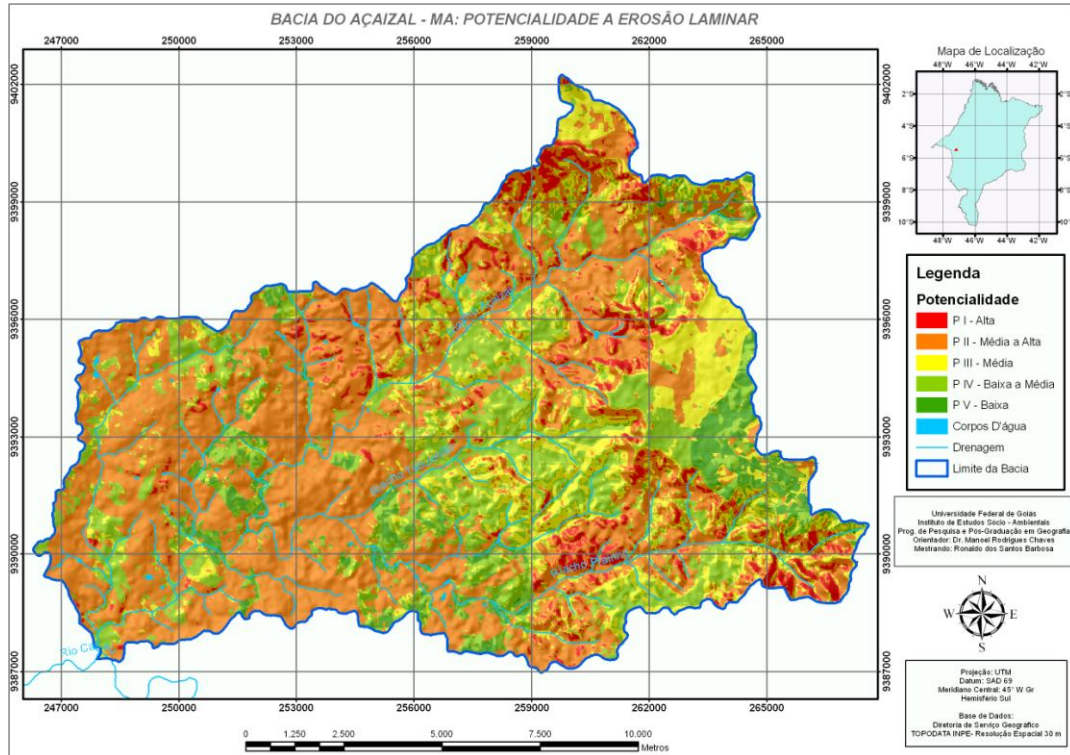


Figura 3. Carta de potencialidade a erosão laminar. Barbosa (2010).

4. Conclusão

Para entender o processo de erosão no interior da bacia temos que levar em conta a ocupação tanto da Microrregião de Imperatriz, quanto da bacia em estudo, pois ocorreram em função de interesses divergentes, de um lado o Estado, procurando uma válvula de escape para as populações nordestinas que fugiam da seca e que no momento se dirigiam em massa para o sudeste, do outro lado os trabalhadores sem terra, que tinham a esperança de adquirir um pedaço de terra para trabalharem e criarem seus filhos.

A decadência da agricultura se deu por dois motivos, primeiro pelo esgotamento do solo, uma vez que os mesmos são de baixa fertilidade natural e segundo pela falta de novas áreas para o desenvolvimento de uma agricultura itinerante, daí surge um campo fértil para o desenvolvimento da pecuária.

De um modo geral a área em estudo apresenta uma fragilidade ambiental em decorrência da formação geológica (Bacia Sedimentar) do uso e ocupação da terra. Vale frisar, no entanto, que o uso inadequado da terra intensifica os processos erosivos que inclui a remoção do material de superfície das vertentes e sua deposição no canal fluvial, o qual ocasiona, na maioria das vezes, a presença de assoreamento. Em termos específicos do uso da terra na bacia do riacho Açaizal, destacam-se, especialmente, os problemas que afetam a qualidade dos recursos hídricos, a agricultura e o solo.

Nesses problemas podem-se indicar a ocupação inadequada das terras em áreas de declividade acentuada, aliado a isso a erosão acelerada do solo, pela ação antrópica, que resulta na rápida degradação dos solos agricultáveis, face às características geoambientais das áreas, além do assoreamento do leito dos riachos que formam a bacia. Observamos sempre um forte sinergismo entre a dinâmica do processo de ocupação das terras e a ocorrência de processos erosivos, tanto na baixa bacia, quanto na alta bacia.

Referências

Barbosa, R. dos S. **Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Riacho Açaizal em Senador La Rocque/MA**. 2010. 123f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

Bertoni, J. & Lombardi Neto, F. **Conservação do Solo**. São Paulo, Ícone, 1990

Miranda, T. C.; Bastos, C. A. B.; Tassi, R. Avaliação do Potencial Erosivo e da Geração de Sedimentos em Microbacias Contribuintes a Estruturas de Drenagem Rodoviária. In: Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos. 7., 2006, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2006. 1 CR-ROM.

Salomão, F. X. de T. **Erosão e a Ocupação Rural e Urbana**. In: Curso de Geologia de Engenharia Aplicada a Problemas Ambientais. 3., São Paulo: AGAMA/DIGEM, 1992.