

Índice de Suscetibilidade a erosão na Bacia do Rio Curuá-Una, no Sudoeste do Pará.

1. Introdução

A erosão é um fenômeno natural que em um ecossistema em equilíbrio, contribui para os processos de formação do solo. A erodibilidade do solo decorre principalmente de dois fatores naturais que modificam o meio ambiente, água e o vento. Sendo a erosão eólica o fator mais comum em paisagens planas, com baixa precipitação e com ventos de alta velocidade e, a erosão hídrica, em relevos mais acentuados e com maiores índices de precipitação (SILVA *et al.*, 2004; TOMINAGA *et al.*, 2009; PRUSKI *et al.*, 2009), como é o caso das regiões tropicais onde os índices de precipitação são maiores. Quando ocorre algum distúrbio, como a remoção de cobertura florestal, que afeta o equilíbrio desses sistemas, o principal impacto é o assoreamento e carreamento de nutrientes para os cursos d'água, ocasionando, muitas vezes, a elevação dos custos de tratamento da água, a diminuição de eficiência energética nas hidrelétricas por causa da diminuição da capacidade de acumulação de água nos reservatórios e a alteração do oxigênio dissolvido em razão da turbidez (PRUSKI *et al.*, 2009).

Nas últimas décadas, o estado do Pará tem apresentado uma intensa dinâmica na cobertura da terra, com taxas que chegaram a 8870 km² no ano de 2004, devido à remoção da cobertura florestal, para o plantio de pastagens (aproximadamente 65% de 2004 a 2014) e de culturas agrícolas (5.9% em 2014) (PRODES; TERRACCLASS, 2016). Essas conversões da cobertura florestal para outras coberturas podem afetar, por exemplo, a porosidade do solo, a absorção da água e o escoamento superficial da água, fatores esses que podem acentuar a perda de solo e o carreamento de sedimentos para os corpos hídricos.

A bacia do Rio Curuá-Una localiza-se na região Sudoeste do Estado do Pará, abrangendo parte dos municípios de Santarém, Mojuí dos Campos, Belterra, Placas, Prainha, Medicilândia e Uruará, que envolvem a região da rodovia Transamazônica e da Br-163. A bacia do Curuá-Una, no extremo oriental, tem uma superfície aproximada de 5 mil km², representando cerca de 27% de todo o espaço municipal de Santarém. O rio Curuá-Una, é afluente da margem direita do Amazonas, e nasce no município de Uruará.

Dentro deste contexto, a proposta deste trabalho é a elaboração de um índice de susceptibilidade a erosão para a Bacia do Rio Curuá-Una, no oeste do Pará, utilizando a Equação da USLE (Universal Soil Loss Equation). Integrando os dados de uso e cobertura da terra, pedologia, precipitação e declividade em sistemas de informações geográficas para o ano de 2010.

Área de estudo

A bacia do Curuá-Una se localiza no Oeste do Pará, possui uma área de 31 mil Km² e desagua no rio Amazonas. A bacia contempla os municípios de Santarém, Mojuí dos Campos, Belterra, Uruará, Placas, Prainha e Medicilândia. Na porção "Leste" da bacia está localizada parte da unidade de conservação da FLONA e ao extremo Sul

parte um pequena parte de duas áreas de terra Indígena, Arara e Cachoeira Seca. Na área da bacia ainda têm-se 18 áreas de projetos de assentamento.

A região apresenta temperaturas médias superior a 18° e seu clima é classificado com “Af” pela classificação de “Koppen”, pertencendo a um dos sub-tipos climáticos do clima tropical chuvoso, com precipitação média anual entre 2000 a 2500 mm e sem estação seca. (SEMA). Os dados médios de precipitação para o período de 1996 a 2006 obtidos por isoietas do CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) apresentaram as médias apresentadas na Tabela 1 com máxima de 293.75 mm e mínima de 50 mm.

Tabela 1 – Média da precipitação mensal para os anos de 1996 à 2006.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Precipitação Média Mensal (mm)	225	275	325	293.75	230	110	62.5	50	62.5	62.5	100	137.5

O solo predominante na região da bacia é o Latossolo Amarelo e o Argissolo Vermelho e Amarelo, correspondendo respectivamente a 67% e 29% da área. As manchas de latossolo amarelo na região possui um nível de fertilidade natural muito baixo, mas por se encontrarem em local de relevo plano ou suave ondulado são capazes de suportar atividades agrícolas, mediante à correções de acidez e aplicação de fertilizantes. Quanto ao argissolo vermelho amarelo, este tipo também apresenta um baixo nível de fertilidade natural, nele pode acarretar um coeficiente hidráulico diferenciado resultando na perda dos poucos nutrientes existentes no horizonte A por erosão hídrica. Para seu uso agrícola é aconselhável um manejo levando-se em consideração o relevo, textura e a matéria orgânica disponível. (VENTURIERI et al, 2010).

Baseado na análise da morfoestrutura, a área da bacia apresenta predominância da unidade de relevo de planalto rebaixado com altimetria variando entre 50 a 220 metros, seguido pela unidade Planalto Tapajós com altimetria entre 100 a 250 metros e numa proporção bem menor o Planalto Bacia sedimentar do Amazonas. (FURTADO e PONTES, 2013)

Quanto ao uso e cobertura conforme o TerraClass 2010 (INPE e EMBRAPA), observa uma predominância da agricultura anual na região do Planalto Tapajós na cidade de Santarém e uma concentração de pasto limpo no entorno da BR-163. Para o ano de mapeamento a área de floresta correspondia a 73% do total da bacia, conforme Tabela 2. A classe mascara, engloba as classes nuvens, outros, e não floresta classificados pelo TerraClass.

Tabela 2 - Uso e cobertura para bacia do Curuá-Una

Classe	%
Floresta	73
Vegetação Secundária	8.11
Regeneração com Pasto	5.75
Pasto Limpo	5.05
Pasto Sujo	2.01
Mosaico de Ocupações	1.88
Agricultura Anual	1.85
Desflorestamento	0.9
Mascara	0.7
Hidrografia	0.69
Área urbana	0.07

2. Materiais e métodos

Para execução do trabalho foram utilizados 4 diferentes softwares. Em operações tais como aplicação de equações com os dados matriciais, operação *fuzzy gamma*, reclassificação foram realizadas no SPRING. Os demais softwares foram utilizados para operações pontuais conforme Fluxograma abaixo. A base de dados foi composta por dados de Modelo Digital de Elevação (MDE), pedologia, uso e cobertura da terra, precipitação, Unidades de Conservação, Projetos de Assentamentos, Terras Indígenas e Rodovia Federal (Tabela X). E os resultados parciais e finais apresentados em resolução de 90m.

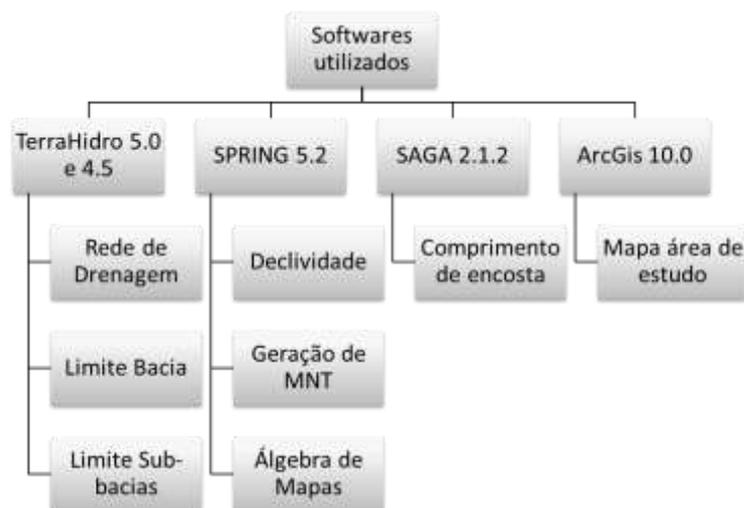


Tabela 3 - Base de dados

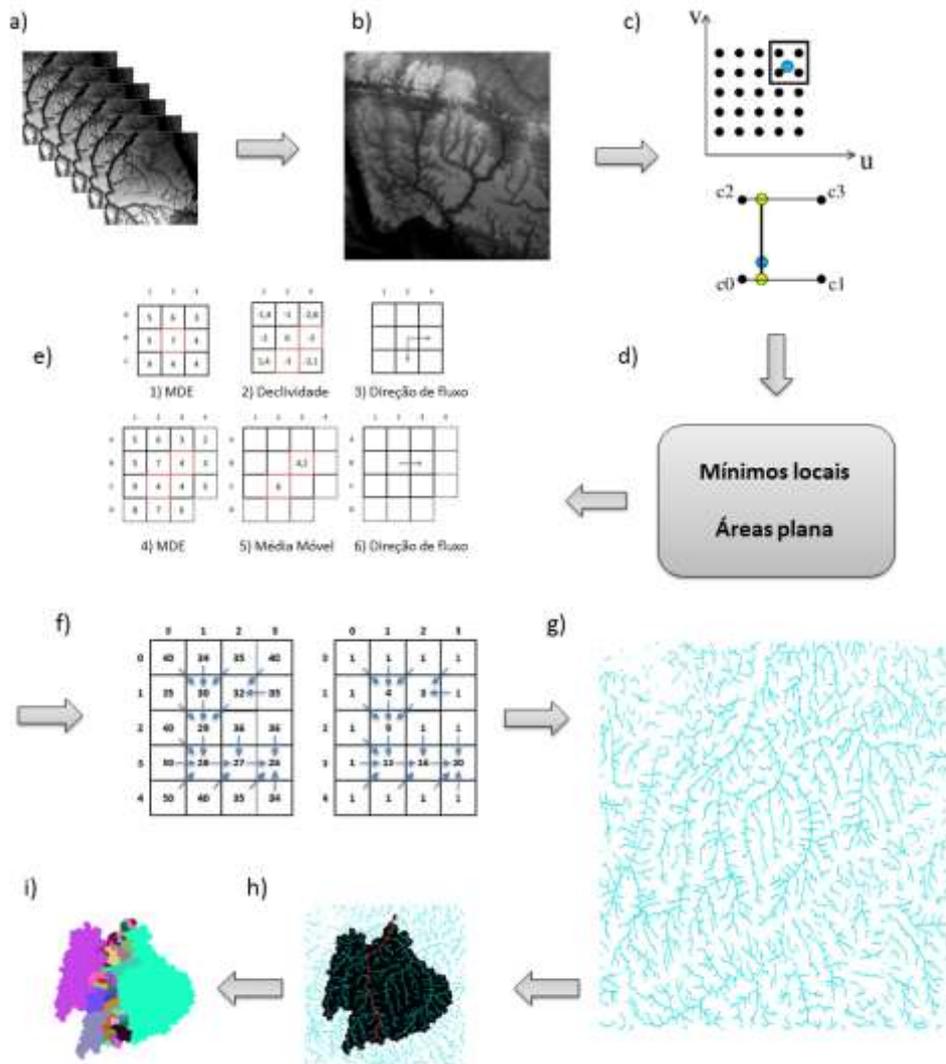
Descrição	Fonte
SRTM	USGS
SRTM	CGIAR
Mapa de Solos	IBGE
TerraClass	INPE/EMBRAPA
Isoietas	CPRM
Unidades de Conservação	ICMBIO
Projetos de Assentamento	IBGE
Terras Indígenas	FUNAI
Rodovias	DNIT

2.1. Extração da drenagem, delimitação da bacia e das micro bacias

Primeiramente foi necessária uma correção do Modelo Digital de Elevação (MDE) a fim de deixar o dado hidrológicamente mais consistente, removendo os *voids* do MDE e os mínimos locais e áreas planas. Para a remoção dos *voids* foram utilizados os MDE do SRTM de 30m, um total de 6 cenas que foram mosaicadas, e de 2 cenas de 90 metros. Os dados de 90 metros foram interpolados para as áreas de *void* do SRTM de 30m através de uma interpolação bilinear Figura 1-c. Na sequência foi realizada a remoção dos mínimos locais e

áreas planas, fossos, através da ferramenta *remove pits* do TerraHidro (5.0). A remoção dos fossos torna possível a obtenção das direções dos fluxos sem que o mesmo seja interrompido por motivos de fossos, gerando então uma descontinuidade nas redes de drenagem. (JARDIM, 2014)

Figura 1 - Fluxograma de extração da rede de drenagem, bacia e sub-bacias.



Fonte: Produção do autor. Imagens dos itens (c) AZEVEDO, 2004; (e) e (f) JARDIM, 2014.

Após a correção do MDE, foi gerado a direção do fluxo, a área de contribuição e extraída a rede de drenagem a partir do software TerraHidro (5.0). Para a direção de fluxo foi utilizada a ferramenta D8, onde seu diferencial é que para os casos de empate entre valores dos pixels ao invés de um critério arbitrário para o desempate ele usa realiza uma média móvel (Figura 1-e) como critério de desempate. A média móvel é uma média simples dos valores dos oitos pixels adjacente mais ele. (JARDIM, 2014) Com a direção do fluxo calculou-se a área de contribuição, e a partir da área de contribuição e um limiar empírico extraiu-se a rede de drenagem. O limite da bacia e suas sub-bacias respectivamente foram gerados a partir da rede de drenagem.

3. Índice de Suscetibilidade a erosão

3.1. Equação Universal de Perda do solo

A Equação Universal de Perda de Solo (USLE – Universal Soil Loss Equation) estima a perda de solo anual. Ela pode ser utilizada como ferramenta para planejamento de uso e manejo do solo, por exemplo.

Para que fosse possível estimar a média da erosão anual e também gerar um índice das áreas mais e menos susceptíveis foi utilizada a equação universal de perda de solo (USLE) desenvolvida por Wischmeier e Smith, 1978 (Apud, PRUSKI, 2009). A equação estima a perda de solo (PS) média anual a partir de dados de precipitação, solo, topografia e uso da terra (Equação 1).

$$PS = R * K * LS * CP \quad (1)$$

Onde, R é o fator de erosividade da chuva; K é o fator de erodibilidade do solo; LS é o fator comprimento e declividade da encosta; e CP o fator de uso e manejo do solo, e práticas conservacionistas.

Erosividade do Solo (R)

O fator de erosividade foi estimado utilizando os dados das isoietas do CPRM de médias mensais e anuais para o período de 1996 a 2006 na escala de 1:5.000.000. Primeiramente foi realizada uma média simples dos valores das isoietas para bacia, de todos os meses e média anual, para então a aplicação de equação (2) proposta por Morais et al, 1991 (Apud, PRUSKI, 2009). A escolha da equação utilizada foi realizada com base na divisão do Brasil em termos das características de precipitação por Silva, 2004 (Apud, PRUSKI, 2009) Figura 2.

$$R_x = 36,849 \cdot \left(\frac{M_x^2}{P} \right)^{1,0852} \quad (2)$$



Figura 2 - Divisão do Brasil em regiões homogêneas, em termos de características da precipitação, segundo Silva (2004). Fonte: Apud, Pruski, 2009.

O valor obtido da equação (2) foi aplicado para toda a bacia. Para transformar esse valor numa informação especializada foi utilizado o limite da bacia como um dado temático de classe com o valor da equação. Posteriormente para que pudesse ser utilizado na álgebra de mapas da equação de perda de solo (1) através da operação de transformação *pondere*, que transforma uma instância temática em numérico, via programação LEGAL (Anexo I) transformado para o formato de grade numérica.

3.1.1. Erodibilidade (K)

O fator K representa a erodibilidade do solo, ou seja, a susceptibilidade a erosão, os valores estimados para os solos brasileiros foram entre 0,003 e 0,041. (MANNIGUEL, 2002) Primeiramente verificaram-se os tipos de solo apresentado na bacia a partir do dado (*.shp) de pedologia (IBGE). Para a obtenção dos valores de K foi realizada uma consulta a e após a identificação dos mesmos construiu-se uma tabela com base em literaturas para os fatores de erodibilidade correspondente a cada tipo de solo. (Tabela 3)

Tabela 4 - Valores do fator K

CLASSE	SIGLA	K	FONTE
Argissolo Vermelho Amarelo	PVA	0.034	Barros, 2012
Gleissolo Háptico	GX	0.035	Barros, 2012
Latossolo Amarelo	LA	0.034	Barros, 2016
Latossolo Vermelho Amarelo	LVA	0.035	Barros, 2016
Neossolos Litólicos	RL	0.04	Barros, 2016; Barros, 2012

O dado pedológico *.shp foi convertido em ASCII SPRING e utilizado como dado temático tendo suas siglas (Tabela 3) como classe. Posteriormente o dado foi convertido para uma grade numérica por operação de transformação *pondere*, via LEGAL (Anexo II).

Comprimento e declividade das Encostas (LS)

O fator LS, representa respectivamente o comprimento de encosta (L) e a declividade (S). Para o Brasil é utilizada a equação adaptada por BERTONI e LOMBARDI NETO, 1985. (Equação 3)

$$LS = 0,00984 * L^{0,63} * S^{1,18} \quad (3)$$

Onde, L é o comprimento da encosta em metros; e S é a declividade da encosta em percentagem. Entretanto a equação possui limitação quanto ao tipo de relevo, desconsiderando se os mesmos são côncavos ou convexos.

A declividade e o comprimento de encosta foram gerados a partir do MDE. A declividade calculada em percentual pelo SPRING e o comprimento de rampa através do SAGA. Na sequência com ambos os dados em formato de grade numérica foi realizada através do LEGAL a equação para estimar o fator LS.

3.1.2. Uso da terra e manejo (CP)

Na área de estudo não foram observadas práticas conservacionistas, sendo tratada ela com valor 1, a fim de não comprometer ou interferir o resultado da equação. Já para o uso e cobertura da terra foram utilizados dois fatores diferentes, um primeiro com base na compilação de dos trabalhos e um segundo de caráter empírico considerando as definições das classes dada pelo TerraClass. Tabela 5

Tabela 5 - Fator CP. a) Literatura bibliográfica; b) Produção do autor.

a) CLASSE	C	b) CLASSE	C
Hidrografia	0	Hidrografia	0
Área urbana	0	Área urbana	0
Mascara	0	Mascara	0
Floresta	0.001	Floresta	0.001
Vegetação Secundária	0.005	Vegetação Secundária	0.008
Pasto Sujo	0.05	Regeneração com Pasto	0.2
Regeneração com Pasto	0.05	Pasto Sujo	0.4
Desflorestamento	0.07	Agricultura Anual	0.5
Agricultura Anual	0.082	Mosaico de Ocupações	0.6
Pasto Limpo	0.2	Pasto Limpo	0.7
Mosaico de Ocupações	0.25	Desflorestamento	0.8

4. Fuzzy gamma

Nas operações *fuzzy* os fenômenos são representados em um contínuo, eles não são booleanos que pertencem ou não a uma determinada classe. Para o *fuzzy* avalia-se o grau de pertinência, eliminando o problema de fronteiras rígidas. Na operação *fuzzy* cada valor está associado em um intervalo contínuo que varia de 0 a 1. O *fuzzy* possui diferentes operadores, entre eles AND, OR, soma algébrica, produto algébrico e o operador *gamma*, aqui denominado *fuzzy gamma*. (ESCADA, 1998; MEIRELLES, 1997)

O *fuzzy gamma* é uma combinação da soma e do produto algébrico conforme Equação 4. Onde a variação do *gamma* produz diferentes cenários, para um *gamma* igual a zero como resultado da equação tem-se o produto algébrico e para *gamma* igual a 1 tem-se o somatório algébrico.

$$\mu = (\text{Soma Algébrica Fuzzy})^{\gamma} * (\text{Produto Algébrico Fuzzy})^{1 - \gamma} \quad (4)$$

Para que fosse possível a aplicação do *fuzzy gamma* primeiramente realizou-se a normalização linear do dados (Equação 5).

$$\frac{(\text{Valor da célula} - \text{Mínimo})}{(\text{Máximo} - \text{Mínimo})} \quad (4)$$

Após a linearização foram criados cenários para o valores de *gamma* 0, 0.2, 0.35, 0.5, 0.65 e 0.8. É importante ressaltar que para a operação *fuzzy gamma* não foi utilizada o fator de erosividade (R), pois a precipitação para bacia foi considerada constante.

5. Resultados e discussões

5.1. Fatores

A partir dos dados de precipitação foram obtidos valor máximo de precipitação de 293 mm para o mês de abril e um mínimo de 50 mm no mês de agosto. Os resultados refletem o observado para a região, um período com menor precipitação a partir de julho, com menores volume em agosto, mês utilizado para referência de imagens de projeto como o PRODES que para seu mapeamento precisa de uma menor quantidade possível para o mapeamento do desflorestamento. A média de precipitação anual no ano ficou de próxima de 2000 mm, e os resultado obtidos para a erosividade na região da bacia de estudo de foi 10.503 MJ.mm /ha.ano bem próximo ao encontrado por MARTORANO, 2013 para a região da FLONA no valor de 11.600 MJ.mm /ha.ano. A grade numérica de representação desse fator ficou uniforme (Figura X)

Os dados de pedologia apresentados na Figura S não possuem muita diferença em relação às classes encontradas para a bacia. Esse fato pode ser justificado pelas classes descritas no dado do IBGE, como pelos valores encontrados em literaturas. O fator K dos respectivos solos extraído de literaturas. Para uma possível maior variação entre eles e uma representação mais próximas do real, o ideal seria que houvessem amostras para que então fosse aplicado a equação do fator de erodibilidade que considera o conteúdo de matéria orgânica do solo, a permeabilidade do solo, classe estrutural e os percentuais de silte, argila e areia. Por conta da baixa variação do fator K na bacia, o solo para essa bacia não possuem forte influência na estimativa de PS.

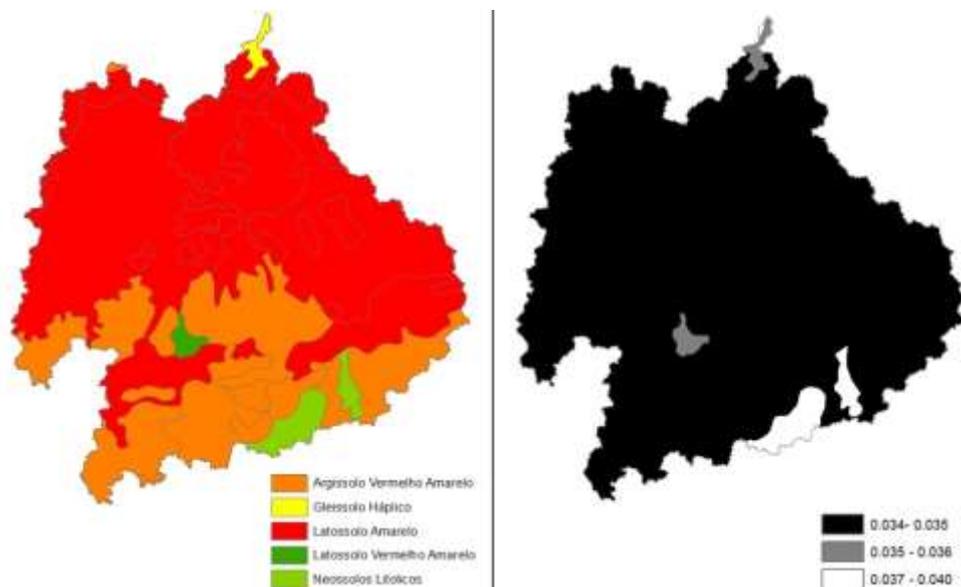


Figura 3 - A esquerda o dado de entrada de pedologia e a direita o resultado do pondere

Com o resultado da declividade Figura X a) fica evidenciado a predominância de um relevo mais plano em grande parte da bacia com áreas um pouco mais acentuadas na parte Sul próxima a Transamazônica. O valor de comprimento de encosta pela forma como foi calculado não apresentou contrações com valores maiores ou menores. No resultado da equação LS é possível perceber que o fator de declividade corroborou mais nesse caso. Entretanto segundo

FERNANDEZ e SIMÕES, 2013 os valores LS podem apresentar resultados variados que se modificam por conta da metodologia utilizada e também pela resolução do modelo digital de terreno.

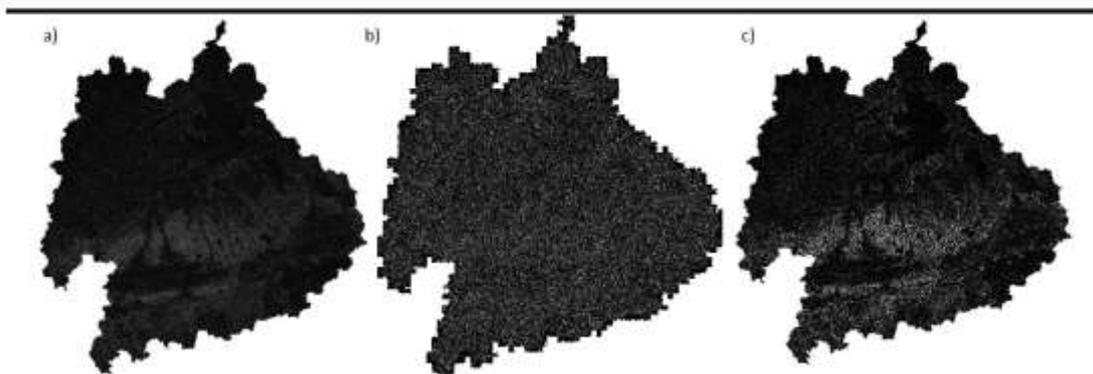
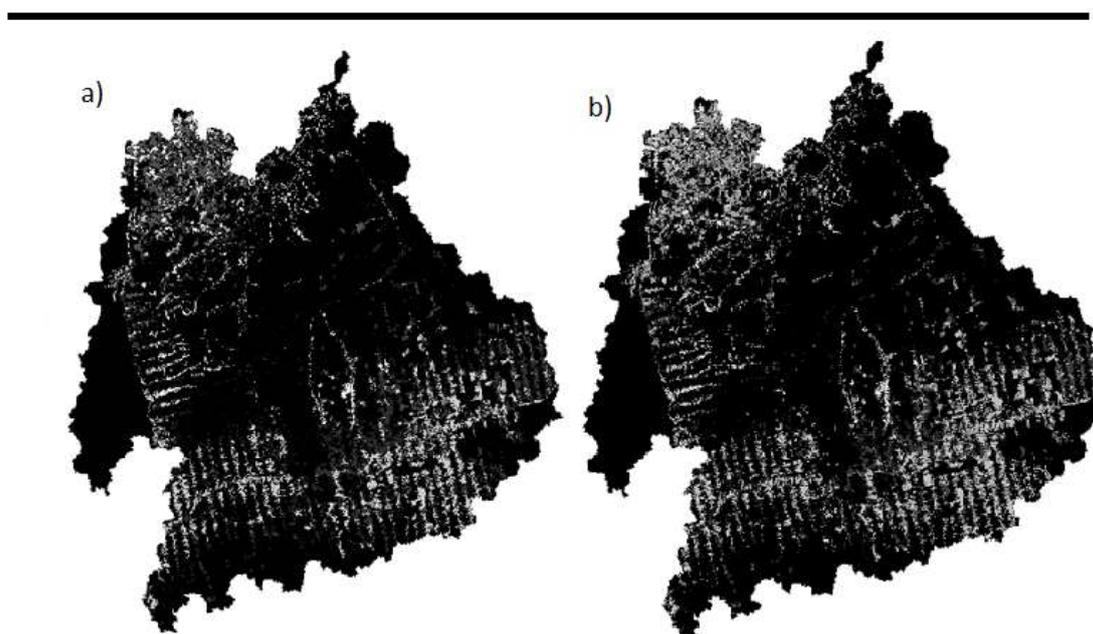


Figura 4 - a) Representa a declividade (S); b) Representa o comprimento de encosta (L); e c) Representa a Equação LS. Todos os dados em grades numéricas.

Para o uso e cobertura da terra obtiveram-se dois cenários diferentes. Um primeiro cenário Figura 5-a que as regiões como Santarém onde a agricultura anual é intensa e as regiões de próximas as rodovias recebem maior destaque e na Figura 5-b as áreas de pastos e regeneração passam a ter índices maiores de susceptibilidade a erosão.

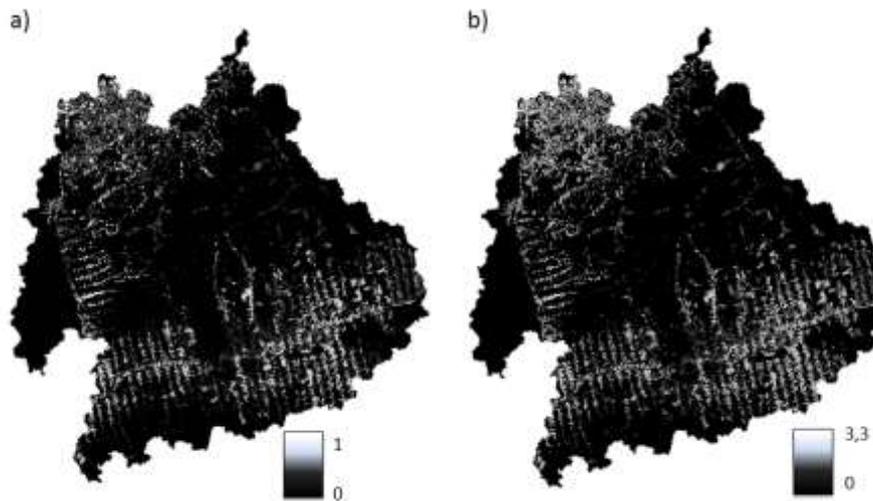
Figura 5 - Mapa de susceptibilidade a erosão para diferentes valores do fator CP.



5.2. Resultado USLE

A bacia do Curuá-Una apresentou valores de perda de solo na ordem de 0 a aproximadamente 1 tonelada por hectare ano. Na Figura X foi aplicado um contraste para melhor visualização das áreas com maiores perdas de solo. Percebe-se que os valores mais elevados de perda de solo estão associados ao uso e cobertura. Que são as áreas por onde passam as rodovias e também agricultura anual.

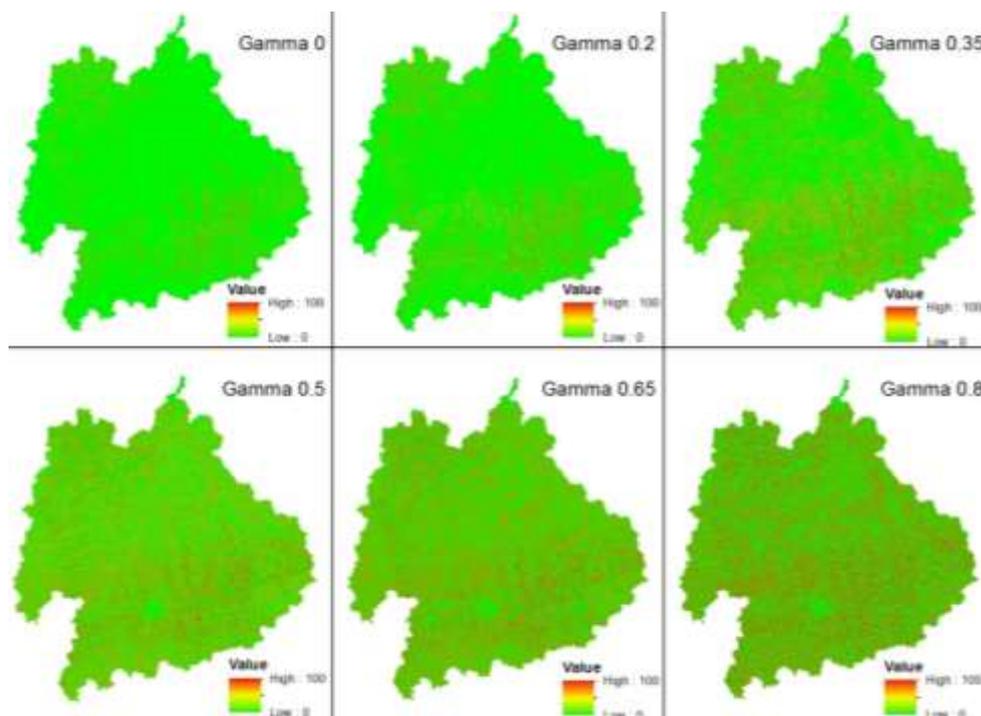
Figura 6 - a) Mapa de Perda de Solo (USLE) com o fator CP com base na literatura; b) Mapa de perda do solo com valores de C de Produção do autor.



5.3. Fuzzy Gamma

O operador *fuzzy gamma* permitiu a criação de diferentes cenários. Para cada valor *gamma* obteve-se um resultado diferente, em *gamma* igual a zero, por exemplo, o cenário é descreveu o fenômeno tal como a USLE como esperado. Aumentando-se esse fator *gamma* percebe-se que as áreas de menor susceptibilidade a erosão tendem a diminuir. Com o valor máximo de *gamma* de (0.8) a tem-se então uma predominância de áreas mais susceptíveis a erosão na bacia, oposto ao *gamma* 0. (Escada, 1997

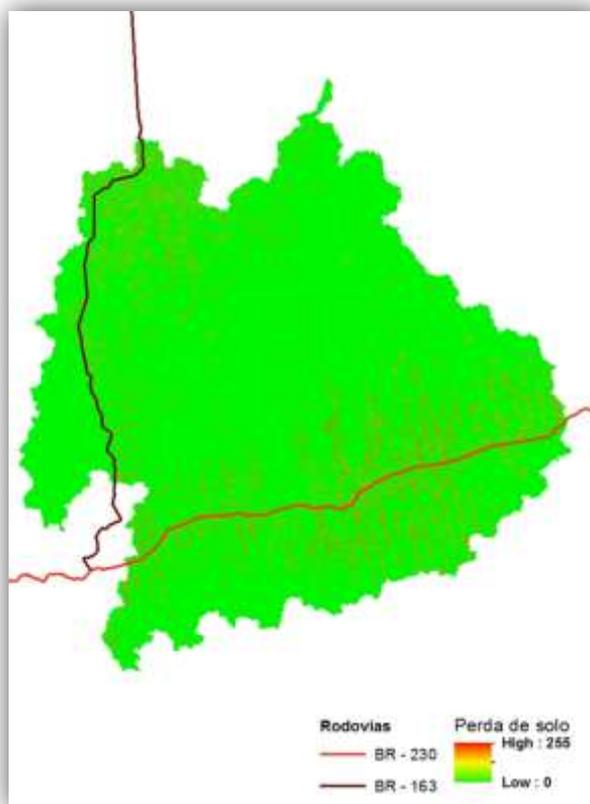
Figura 7 - Cenários de Índice de susceptibilidade a erosão



5.4. Análise da USLE para a bacia do Curuá-Uma

Através do índice de susceptibilidade a erosão nos resultados apresentados pelas figuras 8, 9 e 10 é possível fazer algumas inferências da influência do efeito dos padrões de uso e cobertura da terra na bacia do Curuá-Uma. Vê-se um maior índice de susceptibilidade a erosão na região ao redor das rodovias BR-163 e Transamazônica, sendo ele mais elevado na Transamazônica (Figura 8), rodovia que foi uma das estratégias do governo federal para o projeto de ocupação da Amazônia. (BECKER, 1990).

Figura 8 – Rodovias Federais e o Índice de Susceptibilidade a erosão



A Figura 9-a representa a importância das Unidades de Conservação para preservação do ambiente, ainda que a FLONA tenha próximo ao seu limite a BR-163, não apresenta pontos de susceptibilidade a erosão. Isso também mostra ajuda a mostrar a importância do uso e cobertura para a susceptibilidade a erosão em especial na região ao sul da bacia que tem como característica um relevo plano.

Analisando as sub-bacias e a rede de drenagem, Figuras 9-b e 10-c respectivamente, temos que nas nascentes a face norte da bacia os índices de erosão são maiores, entretanto as sub-bacias da nascente o rio Curuá-Uma e adjacências estão bem conservadas. Um maior índice de erosão nas nascentes pode ocasionar impactos para as comunidades locais, custo de tratamento da água e também associados a agricultura por uma perda maior de nutrientes pela erosão hídrica.

Por fim podemos inferir também quanto ao impacto da agricultura anual de grãos da região próxima a Santarém, onde se tem a facilidade de porto e rodovia nas proximidades. O que já não ocorre na região oriental da bacia, uma área pouco susceptível, de relevo plano e também com predominância de floresta. E os projetos de assentamentos (PA) assim como a bacia possui uma heterogeneidade quanto aos índices, variando com o histórico de ocupação, infraestrutura e na porção Sul da bacia com o relevo também.

Figura 9 - a) Índice de susceptibilidade a erosão e Unidades de Conservação e Terras Indígenas; b) Índice de susceptibilidade a erosão e as sub-bacias.

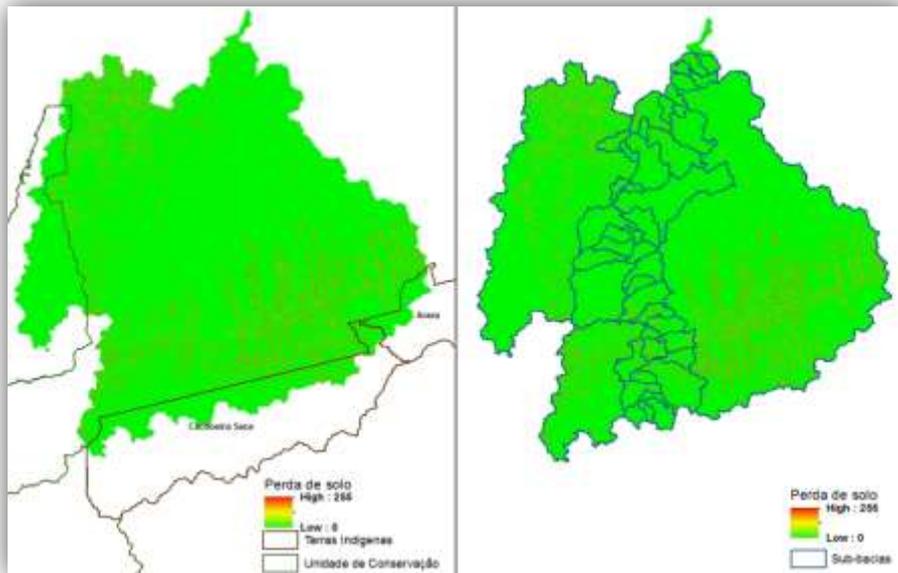
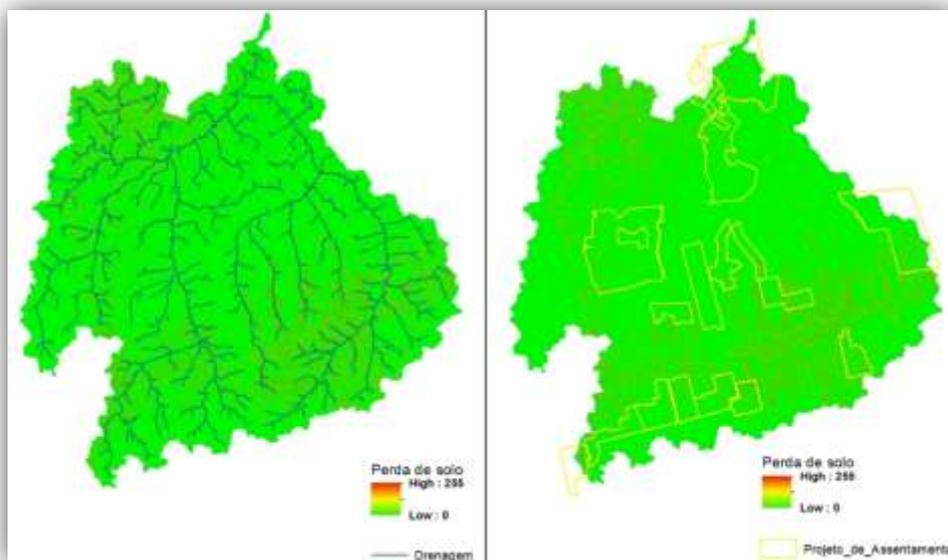


Figura 10 - a) Índice de susceptibilidade a erosão e rede de drenagem; b) Índice de susceptibilidade a erosão e os Projetos de Assentamento.



6. Considerações finais

Pode-se concluir que a bacia possui uma heterogeneidade quanto ao uso e ocupação e que esse é basicamente o fator de maior peso na influencia do índice de suscetibilidade a erosão. Entretanto isso pode ter ocorrido pelo fato de que o dado de pedologia possui um baixo refinamento e uma classificação booleana o que não representa como o mesmo ocorre no meio. Uma sugestão para maior precisão seria a coleta de amostra de solo da bacia para que fosse possível calcular valores de erodibilidade mais precisos para a região e então uma interpolação a fim de deixar a representação da transição do solo o mais real possível.

Ainda quanto às técnicas os valores obtidos são coerentes pelas variáveis utilizadas na aplicação da USLE. A abordagem *fuzzy gamma* permitiu a visualização de diferentes cenários e a maior influencia do uso e cobertura no índice de susceptibilidade a erosão.

Referências bibliográficas

- BARBOSA, A. M. da S., MARTORANO, L. G., COSTA, D. C., LISBOA, L. S., NACIF, A. M. P. PIMENTEL, M. S. Estimativa do potencial erosivo das chuvas em municípios no entorno a Flona Tapajós, Amazônia. In: SIMPÓSIO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS NA AMAZÔNIA, 2., 2013, Belém, PA. **Anais**. Belém, PA: Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, 2013.
- BARROS, P. P. S. B. Análise de diferentes cenários para adequação ambiental da Microbacia Hidrográfica do Ceveiro. Dissertação. 2012.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 5. ed. São Paulo: Ícone, 1985. 392p.
- BECKER, B. K. **Amazônia**. Editora Ática, 1990. 112p.
- ESCALADA M. I. S., **Aplicação de Técnica Fuzzy em SIG como alternativa para o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE)**. São José dos Campos: INPE, 1998.
- FURTADO, A. M. M.; PONTES, F. C.. Mapeamento de unidades de relevo do estado do Pará. **Revista GeoAmazônia**, Belém, v. 02, n. 2, p. 56 - 67, jul./dez. 2013
- MEIRELLES, S. P. M. **Análise Integrada do Ambiente Através de Geoprocessamento – Uma proposta Metodológica para Elaboração de Zoneamentos**. UFRJ, Rio de Janeiro, 1997,190 p.
- PRUSKI, F.F. **Conservação de solo e água, Práticas mecânicas para o controle da erosão**. Viçosa: Editora UFV. 2009. 279p.
- ROCHA, S. A. **Aspectos ambientais e socioeconômicos do projeto de desenvolvimento sustentável Nova Bonal, Acre**. Tese. Universidade Federal de Brasília, 2015.
- TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J.; AMARAL, R.; (orgs). **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.p 11-24.
- VENTURIERI, A.; MONTEIRO, M. A.; MENEZES, C. R. C. **Zoneamento ecológico-econômico da zona oeste do estado do Pará - Diagnóstico socioambiental**. Embrapa Amazônia Oriental. 2010. Vol. 1. 386p.

SILVA, G. B. S. DA; PEREIRA, K. C.; FARIA, D. P.; SOUZA, L. C. N. DE; NOGUEIRA, S. F.
Mapeamento de classes de declividade da sede do Polo Regional de Desenvolvimento
Tecnológico dos Agronegócios do Vale do Paraíba, em Pindamonhangaba (SP). In: Symposium
Sociedade De Especialistas Latino-Americanos Em Sensoriamento Remoto, 2012, Cayenne.
Anais... Cayenne, Guiana Francesa, 2012. Disponível em:
<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/74516/1/Bayma.pdf>> Acesso em:
16 abr. 2016.

SEMA, PA. Informativo.

https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjnm4q5g6PNAhXMH5AKHRDRDH0QFggeMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sema.pa.gov.br%2Fdownload%2Fclassificacao_climatica_do_para.doc&usq=AFQjCNHU5OJkzciNoUdhLeVER5IIBKnKOA&sig2=7_BamDMgGNWO8zgTOQvPRg

Anexo I

```
{  
Tematico chuva ("Erosividade");  
Numerico R ("Fator_R");  
Tabela pond (Ponderacao);  
chuva = Recupere (Nome = "Precipitacao");  
  
R = Novo(Nome="Fator_R", ResX=0.000807999982499, ResY=0.000807999982499,  
Escala=100000, Min=0, Max=10503.69);  
  
pond = Novo(CategoriaIni = "Erosividade",  
"1.05036900000e+004" : 10503.69);  
  
chuva = Recupere (Nome="Precipitacao");  
  
R = Pondere (chuva, pond);  
}
```

Anexo II

```
{  
Tematico mapaSolos ("Solo");  
Numerico erod ("Erodibilidade");  
Tabela pond (Ponderacao) ;  
mapaSolos = Recupere (Nome = "B_Pedologia");  
  
erod = Novo(Nome="FatorK", ResX=0.000807999982499, ResY=0.000807999982499,  
Escala=100000,  
Min=0, Max=1.);  
  
pond = Novo (CategoriaIni = "Solo",  
"PVA" : 0.034,  
"GX" : 0.035,  
"LA" : 0.034,  
"LVA" : 0.035,
```

```
"RL" : 0.04);
```

```
erod = Pondere (mapaSolos,pond );
```

```
}
```