

Projeto de Recomposição Florestal das Áreas Ciliares

Caracterização física e Identificação dos riscos de erosão: sub-bacias do rio Itapicuru a montante de Ponto Novo

1. Introdução

Atendendo ao primeiro item da fase A do estudo hidrossedimentológico, procedeu-se a caracterização física do ambiente hidrológico e o estudo de risco de erosão.

A metodologia usada para a identificação dos riscos de erosão do solo foi a do Programa CORINE da "Comissão of the European Communities", apresentada no projeto Riscos de Erosão de Solos e Avaliação de Terras (CORINE-CEC, 1992 apud *Alonso*, 1994). Esta metodologia foi desenvolvida com uso de sistema de informações geográficas - SIG da SRH (MicroStation GeoGraphics) com o auxílio do módulo de modelagem numérica do terreno (GeoTerrain) para gerar o plano de informação da declividade.

2. Área de estudo

Bacia do rio Itapicuru, trecho a montante de Ponto Novo, nas sub-bacias dos rios da Fumaça, Pedras e Paiaiaá, entre as coordenadas 10° 30' e 11° 05' de latitude, 40° 08' e 40° 30' de longitude.

3. Metodologia do Programa CORINE

A metodologia proposta no projeto utiliza para a avaliação da erosão hídrica os seguintes parâmetros:

- a) Índice de risco de erosão potencial PSER ("Potential Soil Erosion Risk"), que indica a suscetibilidade da terra a erosão, considerando fatores associados a fatores de clima, solo e relevo.
- b) Índice de erosão real ASER ("Actual Soil Erosion Risk"), que estima a erosão nas condições atuais de uso do solo e cobertura vegetal.

A avaliação se executa em duas etapas. Primeiramente é calculado o risco de erosão potencial PSER, combinando parâmetros relativos a erodibilidade do solo, erosividade climática e relevo, obtendo-se a erosividade inerente a suscetibilidade do solo frente a erosão, desconsiderando a ação protetora da cobertura vegetal, o que corresponde a situação de maior risco. Em seguida o PSER é confrontado com o índice de cobertura do solo, obtendo-se assim o índice de erosão real ASER. A figura 1 apresenta esquematicamente a metodologia.

3.1 Índice de erodibilidade

O índice de erodibilidade do solo - SEI ("*Soil Erosion Index*") é estimado a partir da textura, profundidade e pedregosidade superficial do solo.

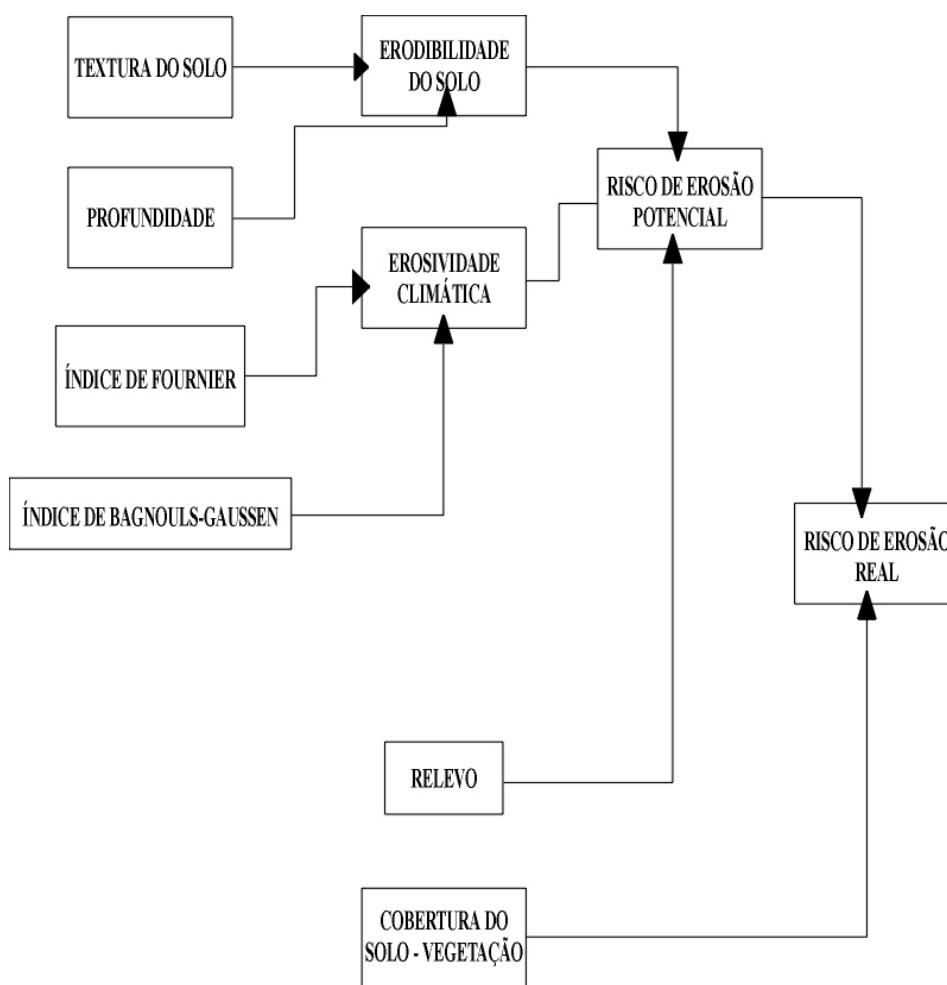


Figura 1: Etapas de avaliação da metodologia do Programa CORINE

A partir do diagrama de textura do USDA são definidos três valores:

Tabela 1: Classe de erodibilidade quanto a textura (USDA).*(Fonte: Alonso, 1994)*

Classe	Descrição	Textura
1	Ligeiramente erodível	C, SC, ZC
2	Moderadamente erodível	SCL, CL, ZCL, LS, S
3	Altamente erodível	L, ZL, Z, SL

C:	argilosa
SC:	argilo-arenosa
ZC:	argilo-siltosa
SCL:	franco-argilo-arenosa
CL:	franco-argilosa
ZCL:	franco-argilo-siltosa
S:	arenosa
LS:	arenosa-franca
SL:	franco-arenosa
L:	franca
ZL:	franco-siltosa
Z:	siltosa

A profundidade do solo é estabelecida como sendo a distância entre a superfície e a base do perfil (ex.: parte superior da rocha ou do material original não intemperizado) de acordo com a tabela 2:

Tabela 2: Classe de erodibilidade quanto a profundidade do solo.

Classe	Descrição	Profundidade (mm)
1	Ligeiramente erodível	> 750
2	Moderadamente erodível	250 - 750
3	Altamente erodível	< 250

O fator de pedregosidade está associado a taxa percentual de material com granulometria superior a 20 mm na superfície do solo, de acordo a tabela 3:

Tabela 3: Classe de erodibilidade quanto a pedregosidade superficial.

Classe	Descrição	Porcentagem de Cobertura
1	Completamente protegido	> 10 %
2	Parcialmente protegido	≤ 10 %

O valor de índice de erodibilidade do solo - SEI é obtido pelo produto:

$$SEI = \text{classe de textura} \times \text{classe de profundidade} \times \text{classe de pedregosidade}$$

Os valores expressos na tabela 4, classificam o índice SEI:

Tabela 4: Valores do índice de erodibilidade do solo SEI

Índice	Descrição	Intervalo
1	Baixo	0 - 3
2	Moderado	3 - 6
3	Alto	> 6

3.2 Índice de erosividade

O índice de erosividade climática - EI ("*Erosivity Index*") é obtido a partir o índice de Fournier-Arnoldus - FI (Arnoldus, 1980) e do índice ombrotérmico de Bagnoulds-Gaussen - BGI (Gaussen, 1954, 1955).

O índice de Fournier modificado por Arnoldus é um índice de agressividade climática, obtido através da expressão:

$$FI = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{P_i^2}{P} \right)$$

onde: p_i : precipitação total (mm) do mês i ;

P : precipitação total (mm) média anual.

O valor de FI é classificado de acordo a tabela 5:

Tabela 5: Valores relativos ao índice FI

Índice	Descrição	Intervalo
1	Muito baixo	< 60
2	Baixo	60 - 90
3	Moderado	90 - 120

4	Alto	120 - 160
5	Muito Alto	>160

O índice ombrotérmico de Bagnouls-Gaussen - BGI, é estimado a partir do balanço hídrico mensal, e constitui um índice de aridez climática. Os valores de BGI podem ser classificados de acordo com a tabela 6:

Tabela 6: Valores relativos do índice BGI

Índice	Descrição
1	Úmido
2	Moderadamente úmido
3	Seco
4	Muito seco

O valor de EI é obtido pelo produto: $EI = FI \times BGI$

Os valores do índice EI podem ser classificados conforme a tabela 7:

Tabela 7: Valores do índice de Erosividade Climática - EI

Índice	Descrição	Intervalo
1	Baixo	< 4
2	Moderado	3 – 8
3	Alto	> 8

3.3 Índice de relevo

O índice associado ao relevo, mais especificamente à declividade, SI ("*Slope Index*"), é estabelecido a partir de dados altimétricos. Aos diferentes intervalos de declividade é assignado um valor de SI, conforme mostra a tabela 8:

Tabela 8: Valores do índice de relevo - SI

Índice	Descrição	Intervalo
1	Plano	< 5 %
2	Suave	5 - 15
3	Inclinado	15 - 30
4	Muito inclinado	> 30

3.4 Índice de cobertura vegetal

Para a cobertura vegetal efetua-se uma classificação binária em função do tipo de vegetação, de acordo com a tabela 9:

Tabela 9: Classificação da cobertura vegetal.

Índice	Descrição	Intervalo
1	Completamente protegido	Florestas, matas, pastagens permanentes e serrados
2	Parcialmente protegido	Terras cultivadas ou solo nú

3.5 Riscos de Erosão Potencial e Erosão Real

O risco de erosão potencial - PSER (CORINE-CEC, 1992) é estimado a partir da sobreposição dos parâmetros de erosividade climática (EI), erodibilidade do solo (SEI) e topografia (SI). Esta operação é expressa através do produto:

$$PSER = SEI \times EI \times SI$$

O índice PSER é classificado posteriormente em quatro níveis (tabela 10):

Tabela 10: Valores do índice de erosão potencial - PSER

Índice	Descrição	Intervalo
0	Nulo	0
1	Baixo	0 - 5
2	Médio	5 - 11

3	Alto	> 11
---	------	------

A estimativa do risco de erosão real ASER é obtida pela tabulação cruzada entre o índice PSER e a classificação da cobertura vegetal, conforme a matriz expressa na tabela 11:

Tabela 11: Classificação do índice de risco de erosão real - ASER

Cobertura	P S E R			
Vegetal	0	1	2	3
1	0	1	1	2
2	0	1	2	3

A descrição qualitativa do índice ASER é a mesma dada ao índice PSER, apresentada na tabela 10.

4. Sistema de Informações Geográficas - Implementação da Metodologia

O termo Sistemas de Informações Geográficas (SIG) denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica. Os SIGs permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados geo-referenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

As etapas de avaliação da metodologia CORINE (figura1) foram adotadas como planos de informações a serem cruzados espacialmente para se definir os riscos de erosão real.

Foi desenvolvido um banco de dados em *Access97* que continha todas as informações necessárias sobre os tipos de solos, vegetação da área, dados sobre clima e topografia. Posteriormente foi efetuado o link entre as tabelas do bando de dados e os planos de informações.

4.1 Relevo – Mapa de Declividade

As cartas topográficas na escala 1:100.000 de Senhor do Bomfim, Campo Formoso, Caldeirão Grande e Mirangaba contêm a área de estudo. As curvas de níveis pertencentes às sub-bacias foram digitalizadas, levadas para 3d e gerado o modelo numérico do terreno (MNT) através do GeoTerrain (módulo do SIG). A partir do MNT as declividades foram fatiadas nas faixas correspondentes ao índice de relevo da metodologia: plano: < 5%, suave: 5-15% , inclinado: 16 - 30% e muito inclinado: > 30%.

4.2 Erodibilidade do Solo

Os solos encontrados dentro da área de estudo, segundo a classificação do RADAM, foram: LVd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico; PVd - Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico; Rd - Litólicos Distróficos; PE - Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico e PSe - Planossolo Solódico

Eutrófico. As características do solo foram retirados da seção de pedologia do Projeto RADAM, sendo a descrição de textura adaptada à classificação do método (USDA). Dentro da área de estudo não há nenhum perfil levantado. Foram utilizados os perfis correspondentes a classe de solo (LVd13, Rd16 e PSe11) e da própria descrição da classe do solo, indicada na legenda do mapa do RADAM. A figura 5 apresenta a distribuição espacial das classes de solos nas sub-bacias.

Segundo a Metodologia do CORINE os solos avaliados ficaram com descrição de erodibilidade mostrada na tabela 13. A tabela indica também a porcentagem da área ocupada por cada classe de solo. A figura 6 apresenta a distribuição espacial da erodibilidade do solos nas sub-bacias.

Tabela 13 Erodibilidade e área ocupada por cada classe de solo.

Tipo de Solo	Classe	Erodibilidade	Área [%]
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	LVd - 7 e 15	Baixa	45,10
	1, 3 e 11	moderada	
	12 e 13	alta	
Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico	PVd -7, 12, 13, 15, 16 e 24	Moderada	10,80
Litólicos Distróficos	Rd - 1, 11 e 16	Alta	25,85
Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico	PE - 34, 36, 38 e 41	Moderada	16,94
Planossolo Solódico Eutrófico	PSe - 11	Moderada	1,10

A partir de uma pesquisa, na tabela SOLOS do banco de dados, o SIG criou o plano de informação erodibilidade do solo.

4.3 Erosividade Climática

As características do clima são obtidas a partir de dados de precipitação e temperatura, respectivamente, os índices de Fournier-Arnoldus e de Bagnolds-Gaussen. Os postos pluviométricos utilizados constam na tabela 14. O índice de Fournier-Arnoldus é calculado com as precipitações médias mensais e anual, enquanto que o índice de Bagnolds-Gaussen utiliza dados de precipitação e temperatura. Os dados de temperatura na região são escassos e adotou-se a classificação de clima seco para índice de Bagnolds-Gaussen. Segundo o método do CORINE, os postos 01040003 - Campo Formoso e 01040019 - Saúde tem erosividade climática alta, sendo os demais de moderada erosividade. A tabela 14 apresenta a precipitação média anual dos postos e a erosividade climática segundo o método de CORINE. Os dados de erosividade foram posteriormente espacializados por interpolação no SIG.

Tabela 14 Postos pluviométricos utilizados para o cálculo da erosividade climática.

Posto	Código	Lat	Long	P _m anual [mm]	Erosividade
Ponto Novo	01040012	10 51	40 08	646,6	moderada
Caem	01140020	11 05	40 26	794,8	moderada
Campo Formoso	01040003	10 30	41 19	986,8	alta
Saúde	01040019	10 56	40 25	1005,2	alta
Senhor do Bomfim	01040020	10 27	40 10	856,6	moderada
Pindobaçu	01040010	10 44	40 21	766,7	moderada

4.4 Cobertura do Solo - Vegetação

Nas sub-bacias em estudo foram identificadas os seguintes tipos de cobertura vegetal, segundo classificação realizada pelo DDF: Agropecuária; Floresta Estacional; Campo Rupestre; Área de Transição; Mata Ciliar e; Caatinga Arbustiva. A tabela 15 apresenta a descrição dos tipos de vegetação e a área percentual abrangida por cada um. A figura 8 apresenta a distribuição espacial da cobertura vegetal nas sub-bacias.

A ocupação identificada demonstra que mais da metade da área de estudo está sob ação antrópica (agropecuária), localizada na parte do Tabuleiro. As áreas preservadas com Floresta Estacional correspondem às regiões de difícil acesso, na Serra de Jacobina, isto é, nas cabeceiras das bacias em questão.

Cobertura vegetal	Descrição	Área [%]
Agropecuária	Vegetação composta de culturas e pastagens	65,16
Floresta Estacional	Indivíduos arbóreos dominantes com estabilidade foliar em clima de duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca, tendo adaptação à deficiência hídrica	19,28
Campo Rupestre	Áreas de altitude acima de 900 metros, com predominância de plantas escuras e algumas famílias com as Oquidaceae e Eriocaulaceae, ocorrendo na presença de rochas quartzíticas	11,09
Área de Transição	Entre duas ou mais regiões ecológicas ou tipos de vegetação, existindo sempre, ou pelo menos na maioria das vezes, comunidades indiferenciadas onde se interpenetram, constituindo as transições florísticas ou contatos edáficos	2,63
Mata Ciliar	Formação ribeirinha que ocorre ao longo dos cursos de água. Esta	

	formação é constituída de plantas de porte alto (20 a 50 m), média (20 a 30 m) e 5 a 20 m) de rápido crescimento, em geral casca lisa, tronco cônico, por vezes com forma característica de botija e raízes tabulares, apresentando muitas palmeiras no estrato intermediário	1,42
Caatinga Arbustiva	A caatinga se caracteriza por uma vegetação lenhosa decidual, composta por muitas fanerófitas espinhentas, cactáceas suculentas áfilas e com tufos eventuais de gramíneas, apresentando um clima bem demarcado por período seco que varia de 5 a 9 meses. A caatinga arbustiva apresenta um estrato aberto ou denso, composta também por plantas lenhosas deciduais sobre um tapete herbáceo estacional; é decorrente da intensa intervenção do homem que degradou a vegetação através de sucessivos cortes das plantas lenhosas mais altas	0,16

5 Identificação das áreas de erosão crítica

O cruzamento de todos os planos de informação de erodibilidade, erosividade e relevo resultou no mapeamento do risco de erosão potencial das nas sub-bacias em estudo. O MAPA DE EROSÃO POTENCIAL apresenta a distribuição das áreas de erosão potencial alta, moderada e baixa.

O estudo para avaliação do risco de erosão real, cruzando o mapa da erosão potencial com a cobertura vegetal, possibilitou identificar duas situações principais:

- 1) As encostas da Serra da Jacobina apresentam as regiões com potencial de erosão mais crítico, decorrente da ocorrência de solos litólicos e da alta declividade. No entanto, quando consideramos a floresta estacional existente a erosão real é reduzida;
- 2) Por outro lado, a agropecuária é intensa na região do Tabuleiro de Capim Grosso. Por isto será a área de atuação prioritária de recuperação da mata ciliar.

Dentro da área do Tabuleiro os resultados apontam como área de erosão mais crítica a borda oriental da Serra da Jacobina e as encostas da Serra do Cantagalo, divisor d'água das sub-bacias hidrográficas do rio Paiaí e das Pedras, próximas da cidade de Saúde. A figura 10 apresenta o mapa com a distribuição espacial dos riscos de *alta erosão real* nas sub-bacias em estudo. Em inspeção de campo foi constatado que nos relevos mais inclinados existe uma boa cobertura vegetal ou a rocha é aparente, reduzindo o potencial de erosão. No MAPA FINAL, o retângulo que faz um recorte perto da cidade de Saúde representa a área escolhida para seleção das duas bacias experimentais de monitoramento hidrossedimentológico, na bacia do rio Paiaí.

6. Bibliografia

Alonso, Javier A., 1994. *Métodos de estimación de la erosión hídrica*. Madrid. 151 p.

SRH, 1995. *Plano Diretor de Recursos Hídricos: Bacia do rio Itapicuru*. Documento Síntese. Governo do Estado da Bahia. Superintendência de Recursos Hídricos. Salvador.