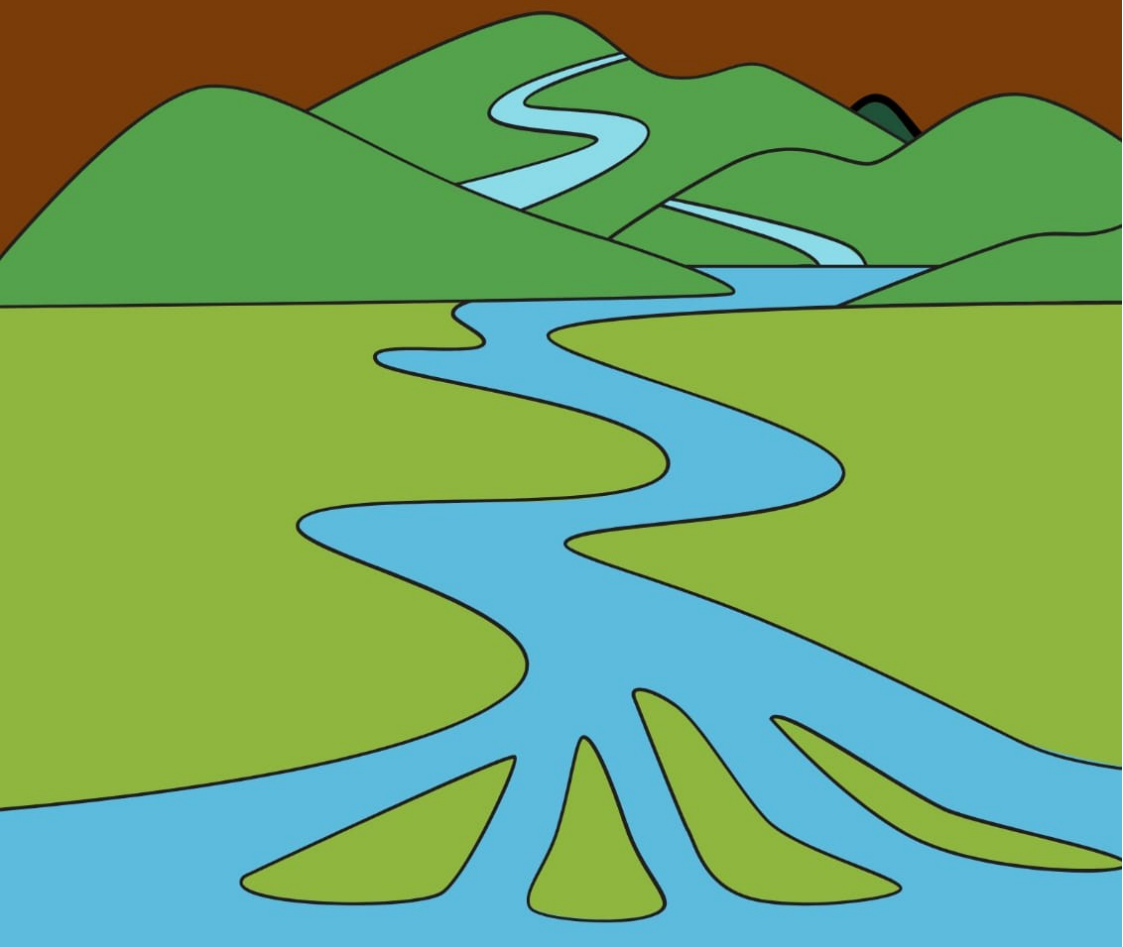


PRODUÇÃO DE SEDIMENTO NAS BACIAS DE PERNAMBUCO



CICLO DE SEDIMENTO NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE PERNAMBUCO: Situação atual e cenários futuros

Organizadora: Josicleda Domiciano Galvinctio

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de pesquisa da organizadora deste livro, a FACEPE através do processo do programa PNPd financiada para Rodrigo de Queiroga Miranda autor principal dos produtos e resultados apresentados neste Atlas que foi resultado dos seus valiosos esforços do projeto de PNPd. A FACEPE pelo apoio aos projetos APQ-0392-3.07/22 e BPV-0010-3.07/21.

SUMÁRIO

Capítulo 1- Balanço de sedimento médio anual: Hidrologia Atual	09
Bacias Hidrográficas e Balanços de Sedimentos - Situação Atual	11
Capítulo 2- Balanço de sedimento médio anual para as bacias de Pernambuco- Cenários de Mudanças climáticas	24
Bacias Hidrográficas e Balanços de Sedimentos – Mudanças Climáticas	25

SOBRE OS AUTORES

Josiclêda Domiciano Galvêncio

Doutora em Recursos Naturais e Professora da Universidade Federal de Pernambuco.

Rodrigo Queiroga de Miranda

Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Pós-doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, com ênfase em modelagem hidrológica e ambiental, programa PNPd-CAPES/FACEPE.

Yene Medeiros Paz

Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Gabrielly Gregorio Luz

Geografa. Registro CREA:1821545230-PE.

Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Bolsista CAPES.

Suzana Maria Gico Lima Montenegro

PhD em Civil Engineering - University of Newcastle Upon Tyne. Professora da Universidade Federal de Pernambuco. Bolsista de produtividade de pesquisa 1A do CNPQ.

Apresentação

O desenvolvimento agrícola no Brasil e a necessidade do uso cada vez maior de terras agricultáveis vem exigindo elevada eficiência no processo de produção agrícola. Todavia, muitas vezes não há o planejamento adequado dessas áreas, acarretando assim em um uso intenso do solo, sem preocupações com práticas conservacionistas, Paz (2018).

Ainda segundo Paz (2018) as técnicas de preparo de solo inadequadas para ambientes com suscetibilidade à erosão podem ocasionar diferentes problemas ambientais para essas áreas e para os recursos hídricos, como perdas de solo, carreamento de sedimentos para corpos hídricos e contaminação a partir dos defensivos agrícolas utilizados (AVANZI et al., 2013; VANZELA et al., 2010). Atrelado a isso, é importante mencionar que mudanças no uso e ocupação do solo também tem forte influência no aporte de sedimentos e que a vegetação natural pode minimizar esses impactos, visto que atenua a ação das chuvas no solo. A erosão hídrica é um dos principais fatores de degradação dos solos, sendo esta a razão de perda da camada superficial do solo em diversas regiões do Brasil (HERNANI et al., 2002; BESKOW et al., 2009). Esta remoção dos horizontes superficiais acarreta perda da capacidade produtiva e estando na rede de drenagem da bacia hidrográfica podem contaminar as águas superficiais através do transporte de sedimentos, nutrientes e agroquímicos (SOUTO; CRESTANA, 2000). Segundo Hernani et al. (2002) a perda anual de solo no Brasil foi estimada em 822,7 milhões de toneladas em áreas de cultivo agrícola e pastagem, produzindo 247 milhões de toneladas de sedimentos. Assim, considerando o exposto acima este Atlas apresenta balanços de sedimentos médios anuais para as 13 maiores bacias de Pernambuco. No primeiro momento é apresentado a situação atual e no segundo momento foi

mostrado cenários de aumento e diminuição de precipitação e aumento de temperatura. Esses resultados apresentam informações preciosas para a gestão das bacias hidrográficas do estado de Pernambuco, como também um material didático para aulas de graduação e pós-graduação que venha atuado na gestão ambiental, gestão dos recursos hídricos e os impactos ambientais. Além disso, esses resultados podem servir para comparações com outras metodologias e avanços científicos. Sabe-se que a perda de sedimentos da paisagem depende de muitos fatores. Há poucos ou nenhum dado medido para diferenciar entre sedimentos de terras altas e mudanças de sedimentos no rio. Os córregos podem ser uma fonte líquida de sedimentos ou um sumidouro. A modificação dos sedimentos no fluxo é afetada pelas características físicas do canal (inclinação, largura, profundidade, cobertura do canal e características do substrato) e pela quantidade de sedimentos e fluxo a montante. Assim, as informações aqui apresentadas são bastante valiosas uma vez que essa informação é muito escassa e de grande necessidade no momento uma vez que as mudanças climáticas podem ocasionar uma maior degradação dos solos e maior erosão hídrica.

Josiclêda Domiciano Galvinctio
Professora da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE
Pós-graduacao em Desenvolvimento e Meio Ambiente-
PRODEMA
Pesquisador Mentor da APAC-FACEPE

Capítulo 1- BALANÇO DE SEDIMENTO MÉDIO ANUAL: Situação Atual

Para analisar o balanço de sedimento médio anual das 13 maiores bacias de Pernambuco foram utilizados dados diários de precipitação observados na APAC-Agência Pernambucana de Águas e Clima e ANA-Agência Nacional de Águas do período de 1961-2021. Os sedimentos aqui apresentados são estimativas em diferentes escalas temporais diárias, mensais e anuais que foram processados no modelo hidrológico SWAT-Soil Water Assessment Tools que está sendo base para o sistema SUPER- Sistema de Unidades de Respostas Hidrológicas para Pernambuco, site <https://super.hawqs.tamu.edu/#/>

Como avaliação dos resultados apresentados neste material citamos o estudo desenvolvido por Paz (2018). A autora em sua tese fez avaliação espacial da produção de sedimentos na bacia hidrográfica do rio Goiana em Pernambuco utilizando o do modelo SWAT. Para tanto a mesma avaliou a performance do modelo através dos critérios de propostos por Moriasi et al. (2007) em que a performance é avaliada através dos critérios NSE, PBIAS e RSR. Sendo Muito boa $1 - 0,75$, PBIAS $< \pm 15$ $0,0 - 0,50$, Boa $0,75 - 0,65$ $\pm 15 \leq$ PBIAS $< \pm 30$ $0,50 - 0,60$, satisfatória $0,65 - 0,50$ $\pm 30 \leq$ PBIAS $< \pm 55$ $0,60-0,70$ e insatisfatória $\leq 0,50$ PBIAS $\geq \pm 55$.

Paz (2018) encontrou os seguintes resultados para a bacia do Goiana. A análise entre concentração diária de sedimentos observada e simulada resultou em um NSE de 0,26, PBIAS de -18,78 e RSR de 0,86 (Figura 1).

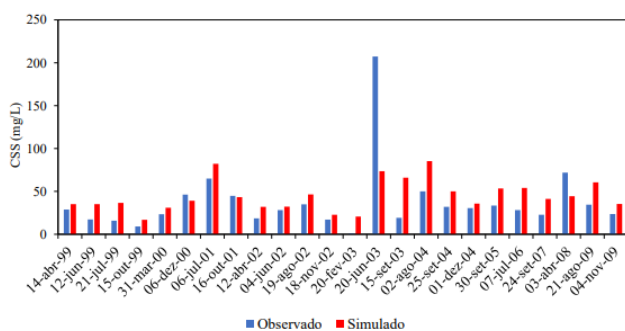


Figura 1- Comparação entre os dados observados e estimados para a bacia do Goiana. Fonte: Paz (2018).

1-Balanco de sedimento médio anual da Bacia Hidrográfica do Capibaribe

Escoamento superficial médio anual = 84mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto

2,57 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-2,635 mg/ha (valores negativos significa que aumentou o sedimento ao longo dos anos)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

52,5 mg/ha

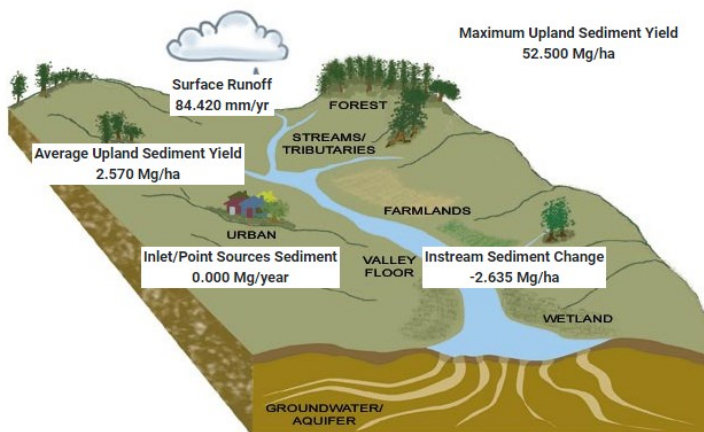


Figura 2- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Capibaribe.

2-Balanco de sedimento médio anual da Bacia Hidrográfica do Pajeú

Escoamento superficial médio anual = 109mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto
1,900 mg/há

Mudança de Sedimentos Instream

-4,712 mg/há (valores negativos significa que aumentou o sedimento ao longo dos anos)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

39,890 mg/ha

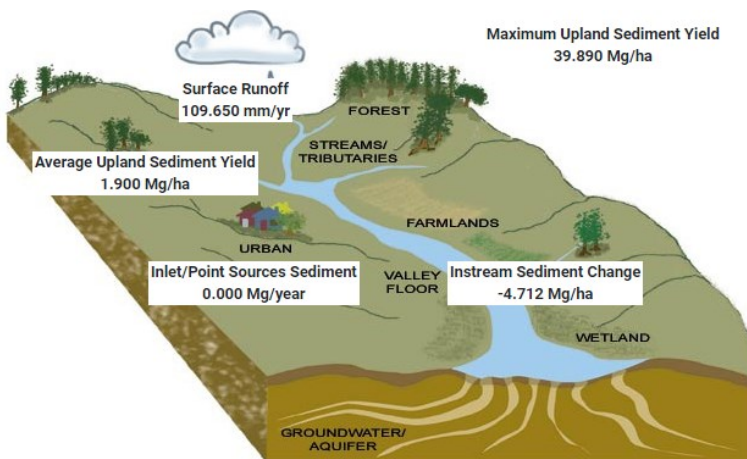


Figura 3- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Pajeú.

3-Balanco de sedimento médio anual da Bacia Hidrográfica do Una

Escoamento superficial médio anual = 98mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto

8,28 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-7,705 mg/há (valores negativos significa que aumentou o sedimento ao longo dos anos)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

60,970 mg/ha

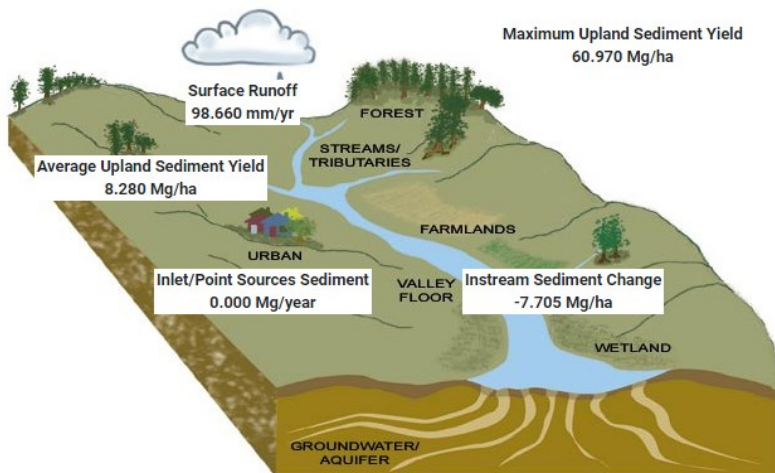


Figura 4- Balanco de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Una.

4-Balanco de sedimento médio anual da Bacia Hidrográfica do Moxotó

Escoamento superficial médio anual = 33mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto

0,56 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-0,409 mg/há (valores negativos significa que aumentou o sedimento ao longo dos anos)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

7,58 mg/ha

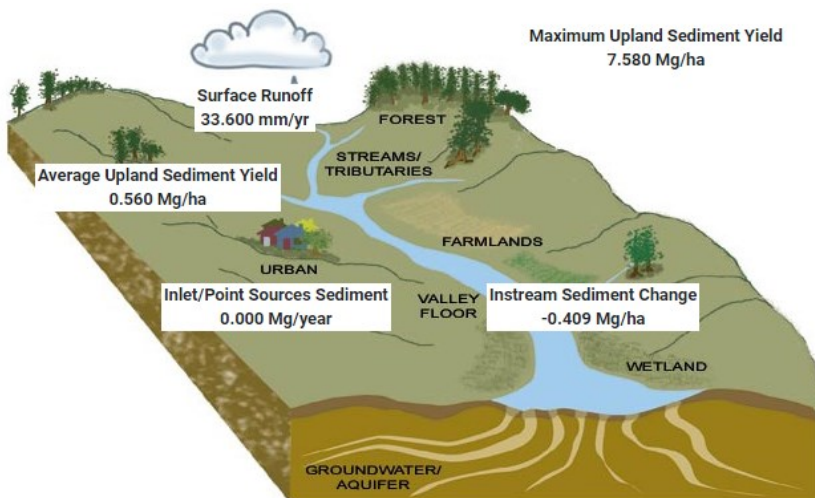


Figura 5- Balanco de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Moxotó.

5- Balanço de sedimento médio anual da Bacia Hidrográfica do Ipanema

Escoamento superficial médio anual = 8mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto

0,36 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-0,66 mg/há (valores negativos significa que aumentou o sedimento ao longo dos anos)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

6,12 mg/ha

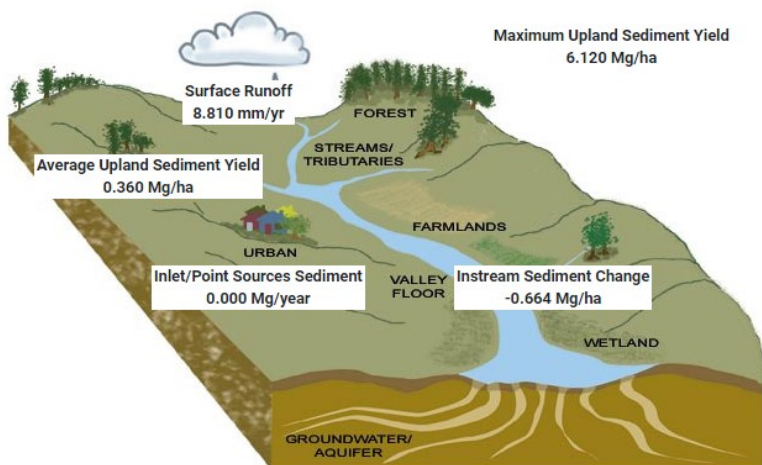


Figura 6- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Ipanema.

6- Balanço de sedimento médio anual da Bacia Hidrográfica do Goiana

Escoamento superficial médio anual = 151mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto

4,62 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-4,948 mg/há (valores negativos significa que aumentou o sedimento ao longo dos anos)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

33,38 mg/ha

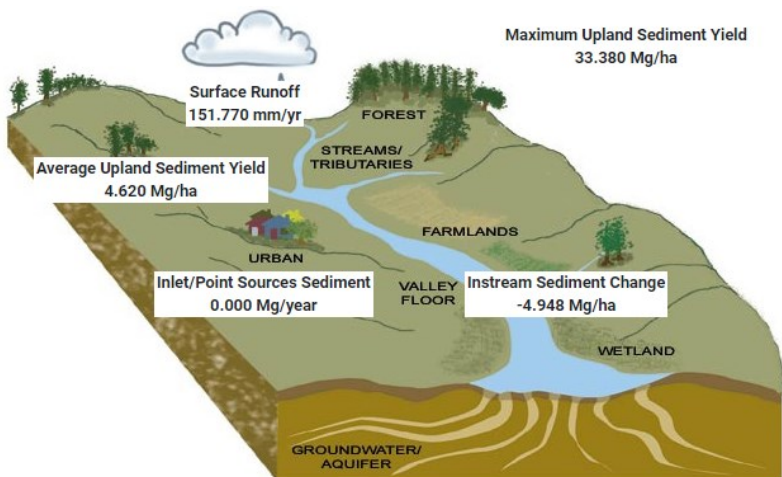


Figura 7- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Goiana.

7- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Mundaú

Escoamento superficial médio anual = 142mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto
6,32 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-5,652 mg/há (valores negativos significa que aumentou o sedimento ao longo dos anos)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

79,8 mg/ha

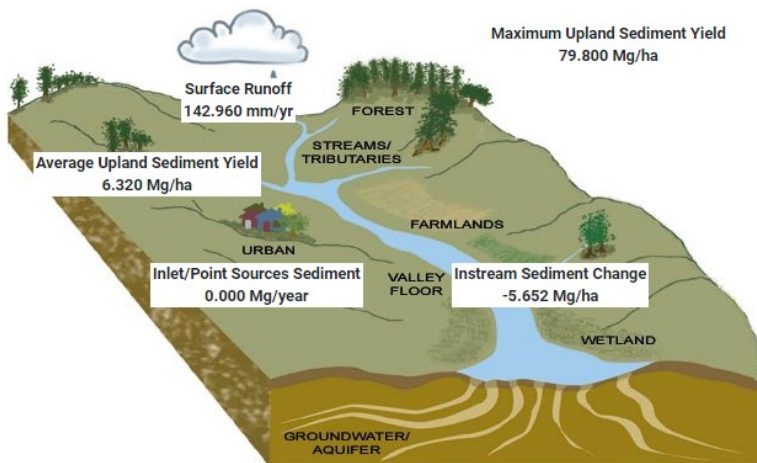


Figura 8- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Mundaú.

8- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Garças

Escoamento superficial médio anual = 64mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto

3,04 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-2,893 mg/há (valores negativos significa que aumentou o sedimento ao longo dos anos)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

24,7 mg/ha

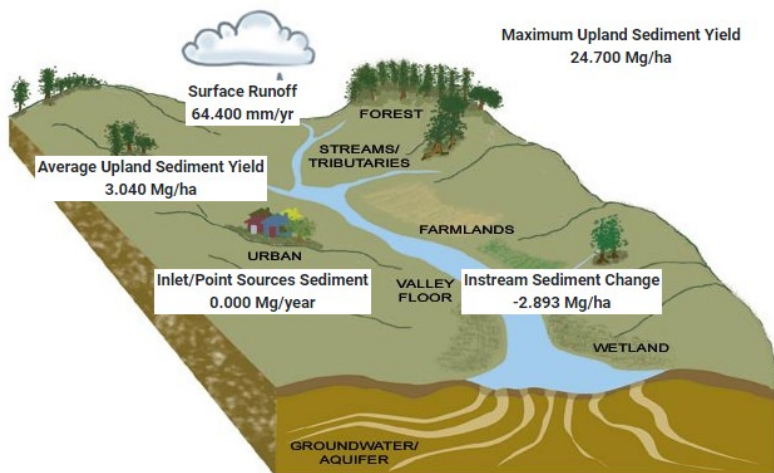


Figura 9- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Garças.

9- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Terra Nova

Escoamento superficial médio anual = 35mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto

1,00 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-5,348 mg/há (valores negativos significa que aumentou o sedimento ao longo dos anos)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

9 mg/ha

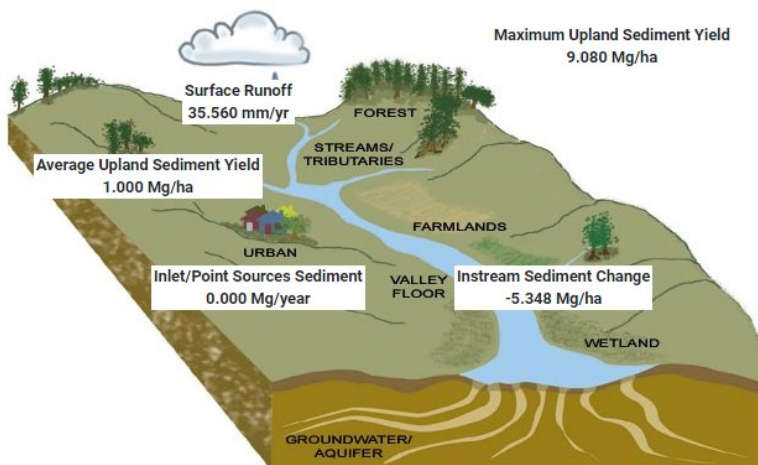


Figura 10- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Terra Nova.

10- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Brígida

Escoamento superficial médio anual = 92mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto

3,3 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-4,5 mg/há (valores negativos significa que aumentou o sedimento ao longo dos anos)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

72 mg/ha

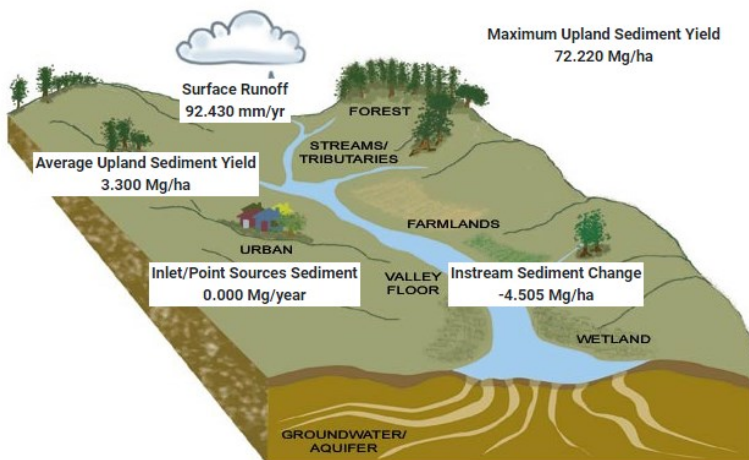


Figura 11- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Brígida.

11- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Sirinhaém

Escoamento superficial médio anual = 475mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto

44,1 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-42,14 mg/há (valores negativos significa que aumentou o sedimento ao longo dos anos)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

189 mg/ha

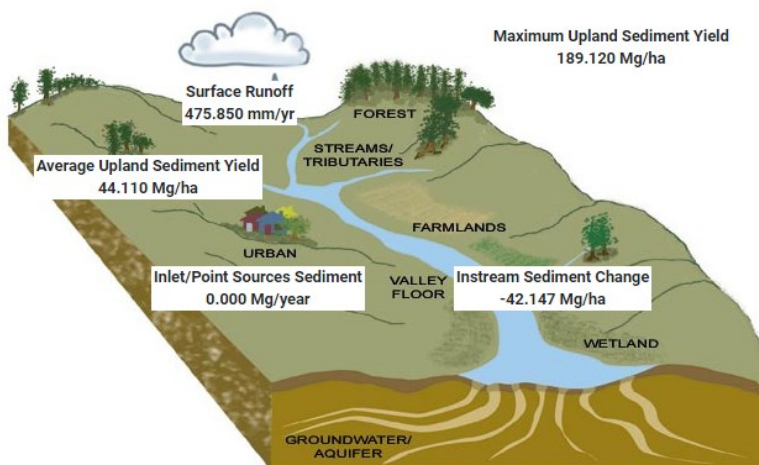


Figura 12- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Sirinhaém.

12- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Ipojuca

Escoamento superficial médio anual = 122mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto

7,6 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-6,812 mg/há (valores negativos significa que aumentou o sedimento ao longo dos anos)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

162 mg/ha

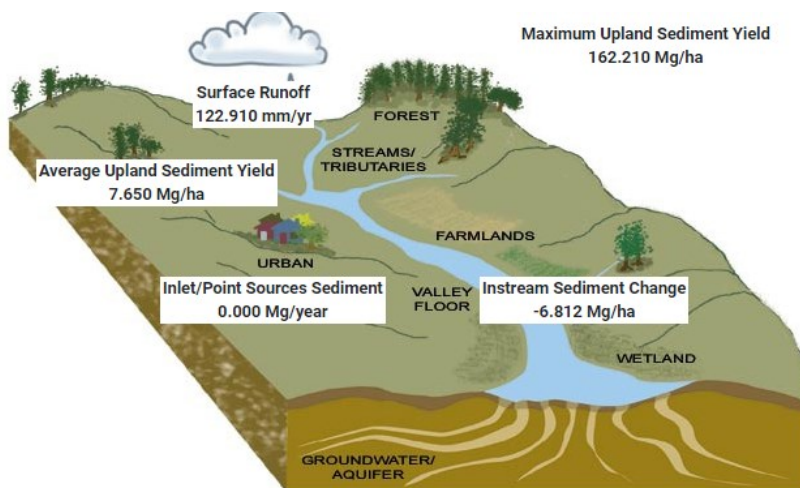


Figura 13- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Ipojuca.

13- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Pontal

Escoamento superficial médio anual = 51mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto

8,98 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-8,56 mg/há (valores negativos significa que aumentou o sedimento ao longo dos anos)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

73 mg/ha

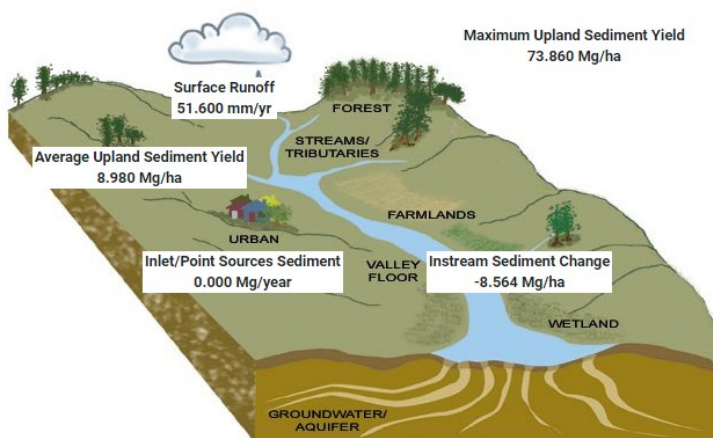


Figura 14- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Pontal.

Capítulo 2- BALANÇO DE SEDIMENTO MÉDIO ANUAL: Mudanças climáticas

Para este atlas foi criado um cenário baseado nos cenários para precipitação de Galvincto e Luz (2021) e dos cenários de temperatura do IPCC. Para as bacias do semiárido diminuiu-se 15% da precipitação e aumentou 2 graus na temperatura. Para as bacias do agreste e litoral aumento 17% na precipitação e 2 graus na temperatura.

1-Balanco de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Pajeú

Escoamento superficial médio anual = 68mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto

1,15 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-2,64 mg/ha (vai diminuir a produção de sedimento médio anual em quase 50%)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

24,96 mg/ha

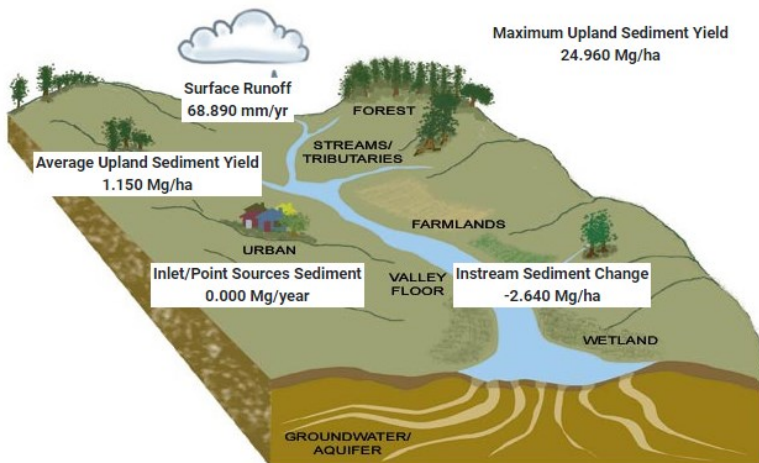


Figura 15- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Pajeú com cenários de mudanças climáticas.

2-Balanco de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Terra Nova

Escoamento superficial médio anual = 22mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto

0,64 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-2,517 mg/ha (vai diminuir a produção de sedimento médio anual em quase 54%)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

7,2 mg/ha

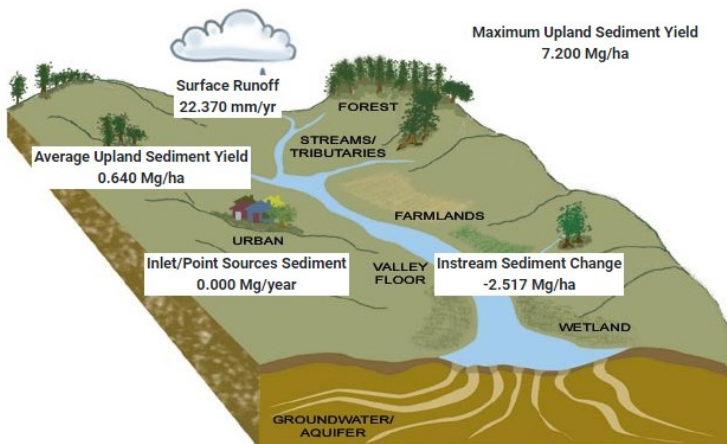


Figura 16- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Terra Nova com cenários de mudanças climáticas.

3- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Una

Escoamento superficial médio anual = 151mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto

21,24 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-20,339 mg/ha (vai aumentar a produção de sedimento médio anual em quase 63%)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

156,5 mg/ha

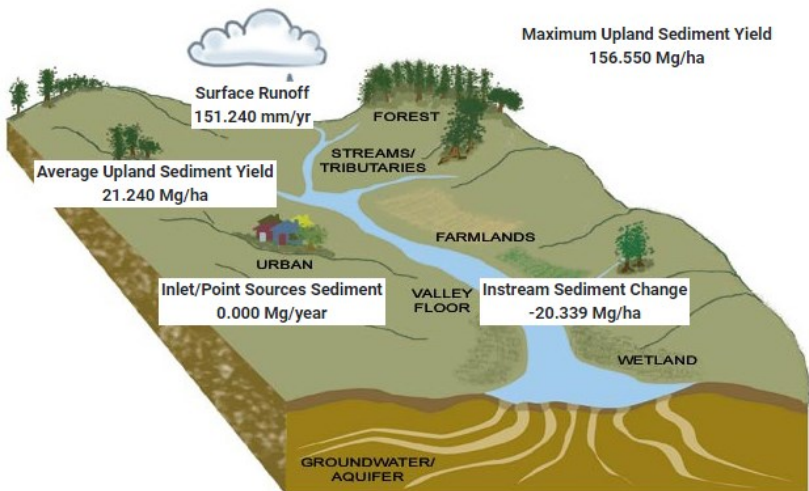


Figura 17- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Una com cenários de mudanças climáticas.

4-Balanco de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Moxotó

Escoamento superficial médio anual = 19mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto

0,31 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-0,223 mg/ha (vai diminuir a produção de sedimento médio anual em quase 46%)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

4,3 mg/ha

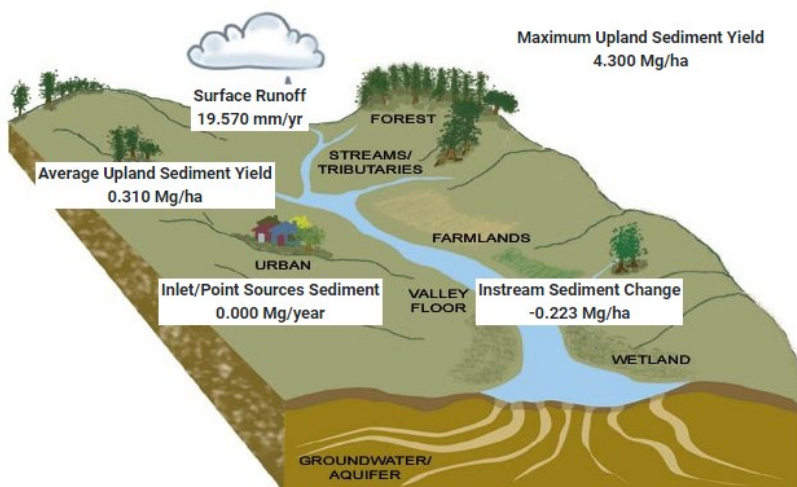


Figura 18- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Moxotó com cenários de mudanças climáticas.

5-Balanco de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Ipanema

Escoamento superficial médio anual = 15mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto

0,78 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-1,264 mg/ha (vai aumentar a produção de sedimento médio anual em quase 48%)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

9,5 mg/ha

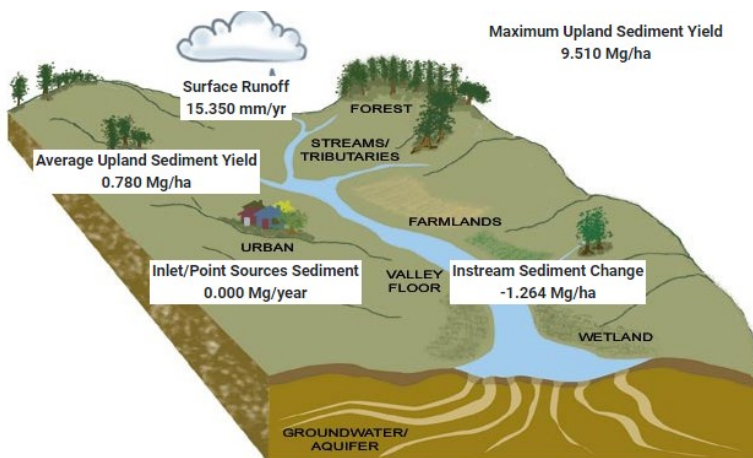


Figura 19- Balanco de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Ipanema com cenários de mudanças climáticas.

6- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Goiana

Escoamento superficial médio anual = 217mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto

10,62 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-11,066 mg/ha (vai aumentar a produção de sedimento médio anual em quase 56%)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

85,84 mg/ha

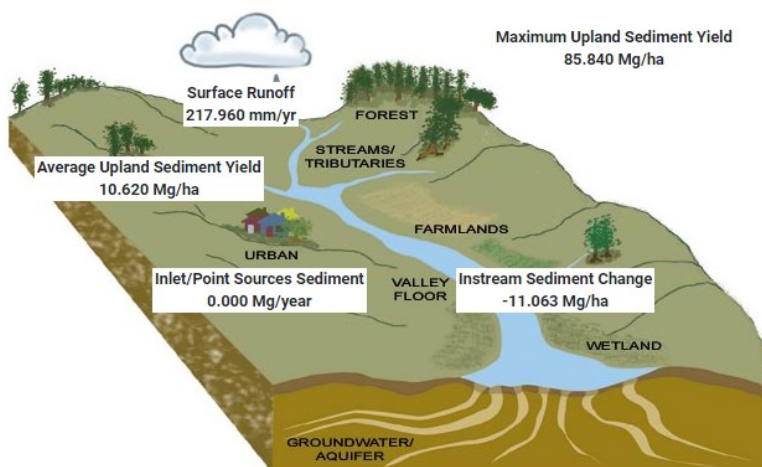


Figura 20- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Goiana com cenários de mudanças climáticas.

7-Balanco de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Mundaú

Escoamento superficial médio anual = 203mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto

12,32 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-11,39 mg/há (vai aumentar a produção de sedimento médio anual em quase 51%)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

109,98 mg/ha

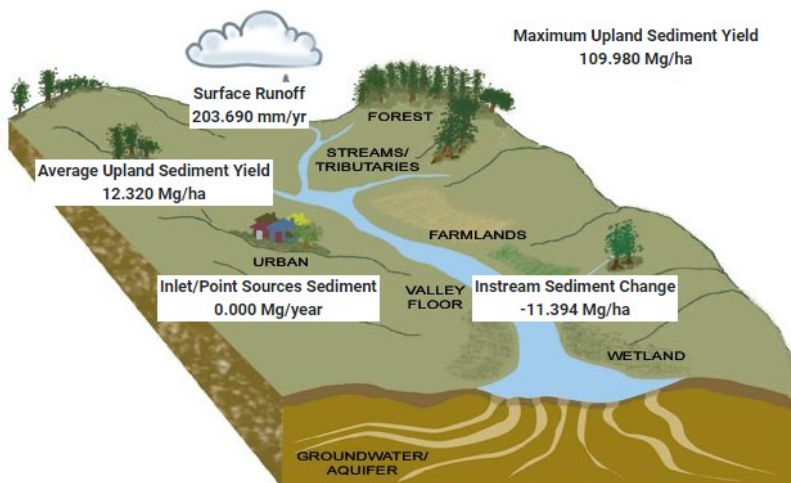


Figura 21- Balanco de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Mundaú com cenários de mudanças climáticas.

8-Balanco de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Brígida

Escoamento superficial médio anual = 59mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto

2,16 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-2,6 mg/ha (vai diminuir a produção de sedimento médio anual em quase 46%)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

48,21 mg/ha

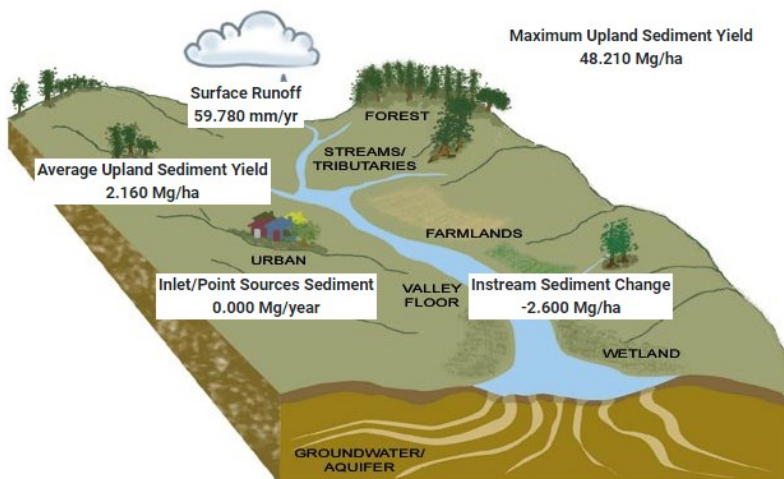


Figura 22- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Brígida com cenários de mudanças climáticas.

9-Balanco de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Capibaribe

Escoamento superficial médio anual = 116mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto
4,85 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-5,29 mg/há (vai aumentar a produção de sedimento médio anual em quase 51%)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto
69,71 mg/ha

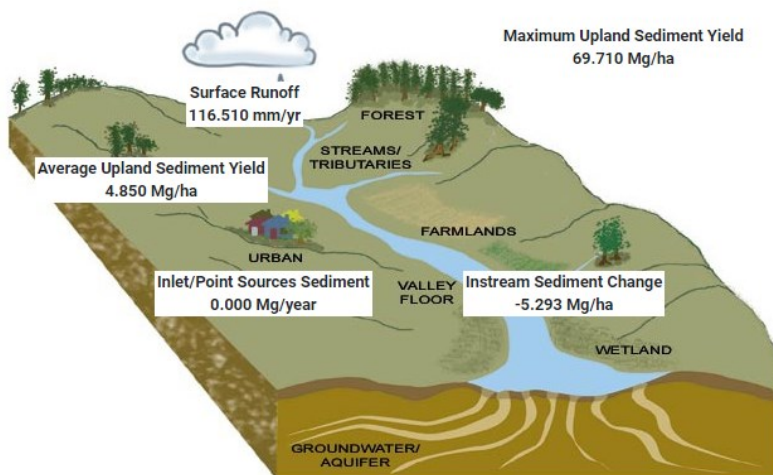


Figura 23- Balanço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Capibaribe com cenários de mudanças climáticas.

10-Balço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Sirinhaém

Escoamento superficial médio anual = 641mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto

75,41 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-72,57 mg/ha (vai aumentar a produção de sedimento médio
anual em quase 42%)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

252,26 mg/ha

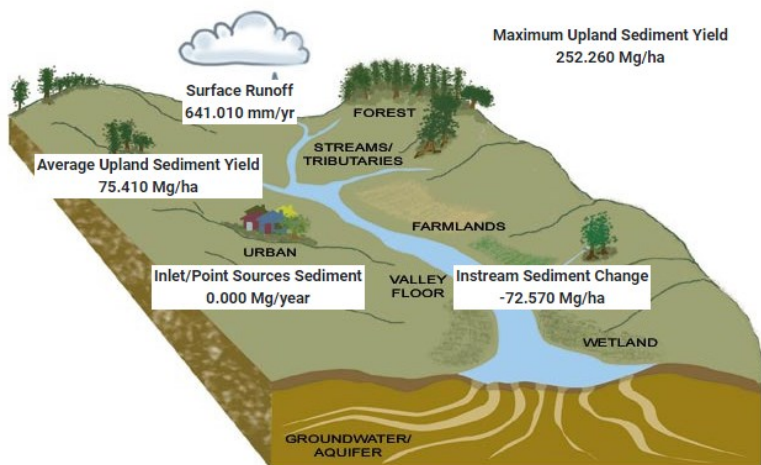


Figura 24- Balço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Sirinhaém com cenários de mudanças climáticas.

11-Balço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Ipojuca

Escoamento superficial médio anual = 167mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto

12,38 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-11,207 mg/ha (vai aumentar a produção de sedimento médio anual em quase 40%)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

213,180 mg/ha

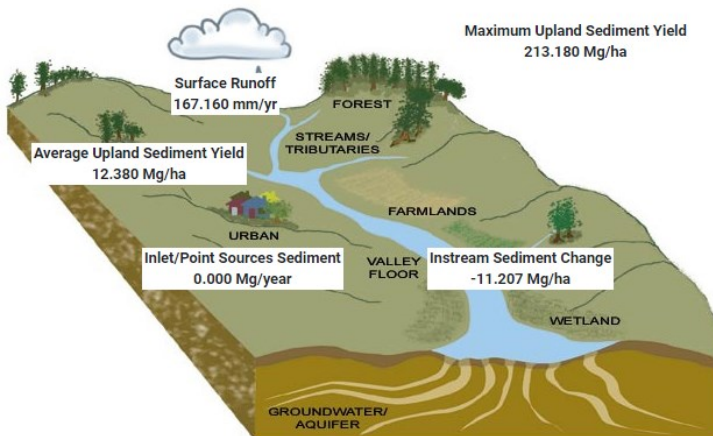


Figura 25- Balço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Ipojuca com cenários de mudanças climáticas.

12-Balço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Garças

Escoamento superficial médio anual = 39mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto

1,9 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-1,817 mg/ha (vai diminuir a produção de sedimento médio
anual em quase 38%)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

15,570 mg/ha

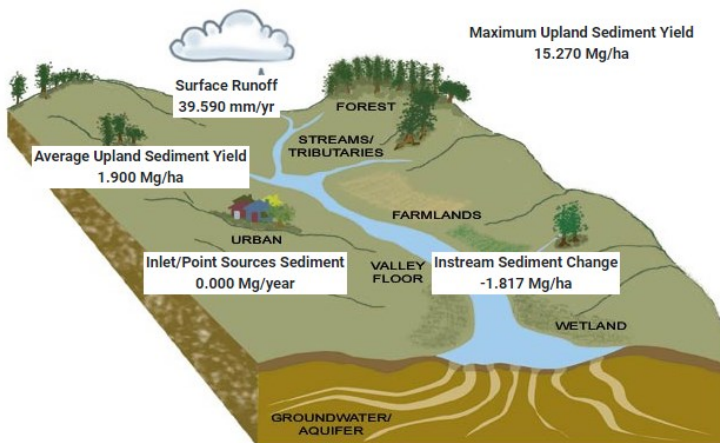


Figura 26- Balço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Garças com cenários de mudanças climáticas.

13-Balço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Pontal

Escoamento superficial médio anual = 31mm

Rendimento Médio anual de Sedimentos de Planalto

5,58 mg/ha

Mudança de Sedimentos Instream

-5,324 mg/ha (vai diminuir a produção de sedimento médio
anual em quase 38%)

Rendimento Máximo de Sedimentos de Planalto

51,97 mg/ha

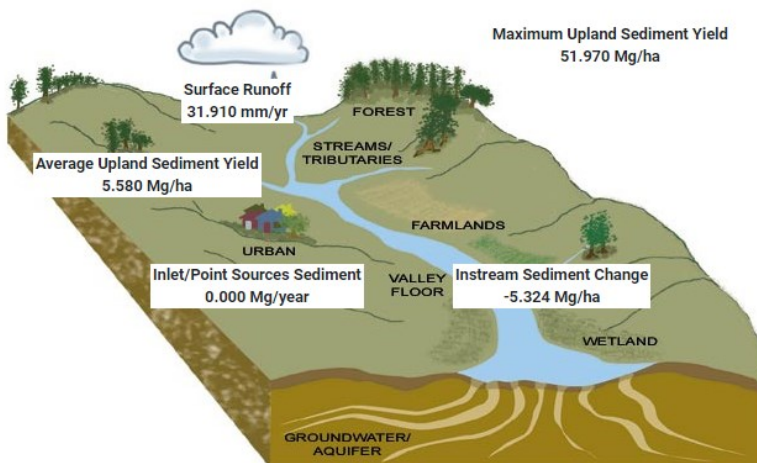


Figura 27- Balço de sedimento médio anual da bacia hidrográfica do Pontal com cenários de mudanças climáticas.

Referências

Avanzi, J. C. et al. (2013). Spatial distribution of water erosion risk in a watershed with eucalyptus and Atlantic Forest. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, v. 37, n. 5, p. 427-434.

BESKOW, S. et al. (2009). Soil erosion prediction in the Grande river basin, Brazil using distributed modeling. *Catena, Amsterdam*, v. 79, n. 1, p. 49-59.

Galvíncio, J., & Luz, G. (2021). Desenvolvimento de Modelo que Estima o Impacto do CO₂ Atmosférico nas Precipitações do Estado de Pernambuco, utilizando ARIMA. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 14(4), 1840-1851. doi:<https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.4.p1840-1851>

Hernani, L.C. et al. 2002. A erosão e seu impacto. In: MANZATTO, C.V.; FREITAS JÚNIOR, E.; PERES, J.R.R., eds. *Uso agrícola dos solos brasileiros*. Rio de Janeiro, Embrapa, p.47-60.

Moriasi, D. N. et al. 2007. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. *Transactions of the ASABE, St Joseph*, v. 50, n. 3, p. 885-900.

Paz, Y.M. (2018). Estimativas Hidrossedimentológicas Como Ferramenta De Planejamento e Gestão Ambiental Em Bacias Hidrográficas. Tese de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. 145p.
<https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/31941/1/TESE%20Yen%20c3%aa%20Medeiros%20Paz.pdf>

Souto, A. R.; Crestana, S. Identificação das áreas potenciais de produção de sedimentos com o modelo AGNPS e técnicas de SIG em uma microbacia hidrográfica. *Revista Brasileira de*

Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.4, n.3, p.429-435, 2000.

Vanzela, L. S.; Hernandez, F. B. T.; Franco, R. A. M. 2010. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.14, n.1, p.55-64.

Financiadores dos projetos e instituições que colaboraram para a realidade deste Atlas:



Para registro oficial, este Atlas foi publicado na página da Journal of Hyperspectral Remote Sensing. Para citações e reconhecimento dos direitos autorais dos autores utilizar o link

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/jhrs/issue/view/3496>

ou citar da forma abaixo.

Galvínio, J., Miranda, R., Paz, Y., Luz, G., & Montenegro, S. (2023). CICLO DE SEDIMENTO NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE PERNAMBUCO: Situação atual e cenários futuros. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*, 1(1), 01-41. doi:<https://doi.org/10.29150/2237-2202.2023.257894>