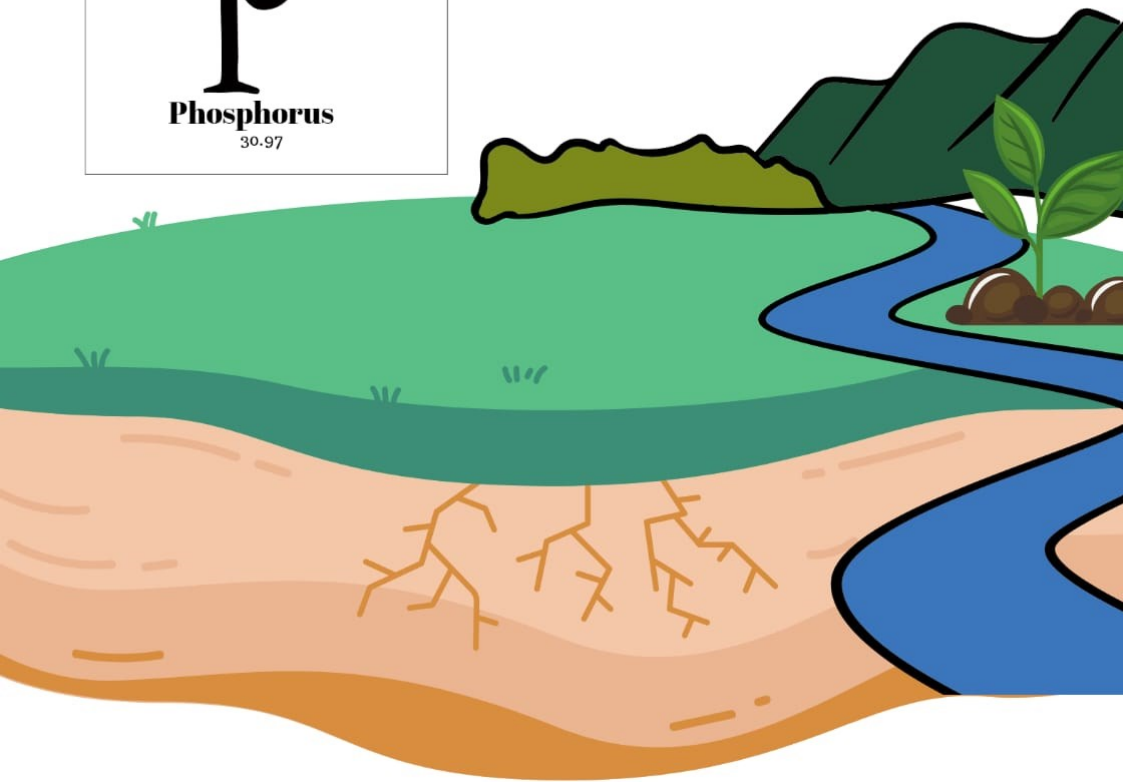
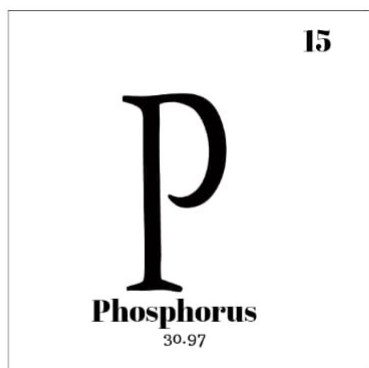


CICLO DE FÓSFORO NO SOLO DAS BACIAS DE PERNAMBUCO



CICLO DE FÓSFORO 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 fósforo médio anual: Fósforo Atual	08
Bacias Hidrográficas - Fósforo Atual	10
Capítulo 2- Balanço de fósforo médio anual para as bacias de Pernambuco- Cenários de Mudanças climáticas	23
Bacias Hidrográficas – Mudanças Climáticas	24

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.

Nara Tôres Silveira

Engenheira de Pesca.
Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.
Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Bolsista CAPES.

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 fósforo (P) as suas principais fontes estão nos solos das bacias hidrográficas, fertilizantes, além de efluentes domésticos ou industriais. O aumento deste nutriente em ambientes lênticos, pode provocar o crescimento excessivo de algas e plantas aquáticas (CETESB, 2016; ANA, 2021). Esse crescimento acarreta problemas relacionados aos recursos hídricos, com destaque em especial a qualidade de água. A diminuição da qualidade de água pode acarretar escassez hídrica uma vez que o uso pode ser restringido. Mesmo existindo água em quantidade nos rios das bacias hidrográficas a escassez estaria relacionada a qualidade. Isso acontece em muitas bacias hidrográficas com alta uso urbano e agrícola e consequentemente alta poluição. Algumas divulgações em noticiários mostram que Pernambuco, dentre os dez rios mais poluído do Brasil tem-se dois nessa lista que são o rio Capibaribe e rio Ipojuca, estando o último no terceiro lugar dos mais poluídos do Brasil, <https://socientifica.com.br/os-10-rios-mais-poluidos-do-brasil/>

Porém, a situação é bem mais preocupante do que se apresenta nesses noticiários de acordo com os resultados apresentados neste estudo. Existem algumas outras bacias do estado de Pernambuco que a quantidade de fosforo médio anual é bem significativa e quantidade de fósforo fertilizante muito alta. Precisa-se muito atenção nas mudanças climáticas, pois os impactos positivos e negativos são diferentes nas bacias de Pernambuco quando comparado com a realidade atual.

Assim, considerando o exposto acima este Atlas apresenta balanços de fósforo 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 venham 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.

Vale ressaltar que os dados estimados nesse estudo são bastante preciosos há uma ausência de informações disponíveis de fósforo nos órgãos de monitoramento dos recursos hídricos do Brasil, como por exemplo no HidroWeb da ANA.

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

Capítulo 1- BALANÇO DE FÓSFORO MÉDIO ANUAL: Situação Atual

Para analisar o balanço de fósforo 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 fósforos 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 SUPe-Sistema de Unidades de Respostas Hidrológicas para Pernambuco, site <https://super.hawqs.tamu.edu/#/>

Para validação dos dados de fósforo estimados no SUPe foram comparados por Silveira, 2022 os dados observados na bacia de Terra Nova, no reservatório Nilo Coelho obtidos no portal da HidroWeb da ANA-Agência Nacional de Águas e pelo MDR- Ministério do Desenvolvimento Regional, Tabela 1. Para o RMSE, o fósforo obteve o menor valor, 0,25 mg L⁻¹. Resultado semelhante foi encontrado por Almeida et al. (2020), em estudo de predição para parâmetros de qualidade da água, no qual identificaram os menores valores de RMSE para o fósforo (0,01). Os dados estimados pelo SUPe e validados para a bacia de Terra Nova se mostraram bastante satisfatórios em sua acurácia e por este motivo acredita-se na qualidade das estimativas dos dados estimados de fósforo para todas as bacias de Pernambuco.

Tabela 4 - Valores de média, desvio padrão e RMSE para os dados observados da ANA e MDR e dados estimados do SUPer (Os valores estão em mg L⁻¹)

Data da Coleta	VARIÁVEIS					
	OD (ANA/MDR)	OD (SUPer)	N (ANA/MDR)	N (SUPer)	P (ANA/MDR)	P (SUPer)
12/12/2019	7,10	6,90	0,08	1,07	0,06	0,24
11/04/2019	7,80	6,90	0,14	0,48	0,15	0,37
18/09/2019	5,90	8,07	0,08	0,24	0,16	0,01
18/06/2019	7,30	8,10	0,08	0,27	0,07	0,00
26/03/2019	6,00	6,04	0,09	1,36	0,13	0,31
19/06/2018	6,90	8,10	0*	0,14	0,1	0,01
21/03/2018	5,10	6,65	0*	4,64	0,35	0,97
21/03/2017	9,09	7,33	0,32	1,6	0,33	0,08
20/07/2016	8,50	8,45	0*	0,42	0,10	0,01
27/04/2015	8,78	7,52	0,50	0,68	0,36	0,06
08/10/2014	7,48	8,22	1,10	1,34	0,60	0,00
Média	7,27	7,48	0,30	1,11	0,22	0,19
Desvio Padrão	1,20	0,74	0,33	1,21	0,16	0,27
RMSE	1,11		0,83		0,25	

Fonte: HidroWeb, MDR e SUPer. Dados organizados pela autora (2022)

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

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 2372,751 kg/ha

Final= 521,645 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 4,103 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 50,123 kg/ha

Mineralização= 1,218 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 571,86 kg/ha

Final 854,088 kg/ha

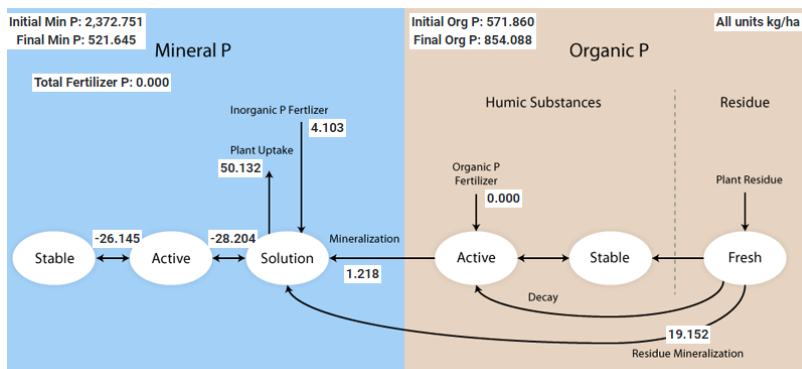


Figura 1 - Balanço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Capibaribe.

2-Balço de fósforo médio anual da Bacia Hidrográfica do Pajeú

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 1561,451 kg/ha

Final= 94,127 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 5,795 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 46,658 kg/ha

Mineralização= 1,089 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 477,019 kg/ha

Final 779,468 kg/ha

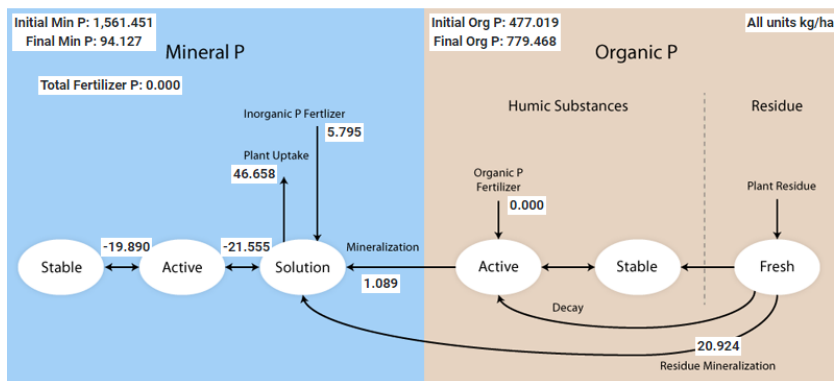


Figura 2 - Balço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Pajeú.

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

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 353,169 kg/ha

Final= 1412,318 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 1,322 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 41,942 kg/ha

Mineralização= 1,014 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 655,830 kg/ha

Final 779,015 kg/ha

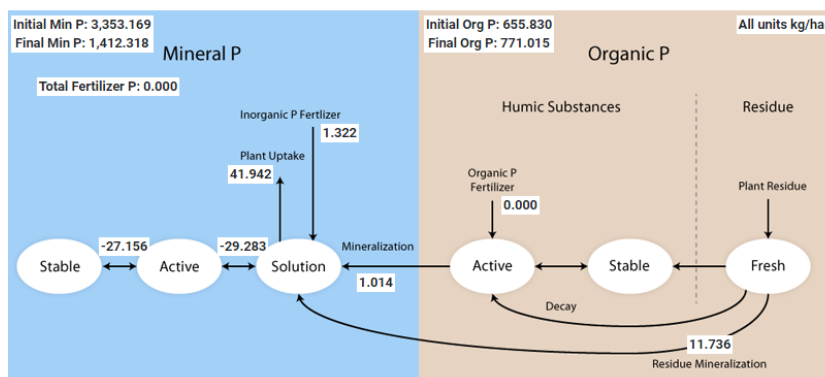


Figura 3 - Balanço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Una.

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

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 1689,312 kg/ha

Final= 45,201 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 7,813 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 53,102 kg/ha

Mineralização= 1,1231 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 412,888 kg/ha

Final 822,421 kg/ha

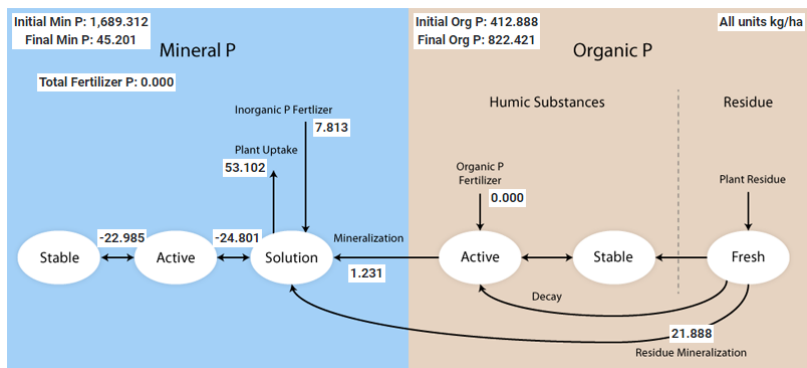


Figura 4 - Balanço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Moxotó.

5-Balanco de fósforo médio anual da Bacia Hidrográfica do Ipanema

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 1837,105 kg/ha

Final= 137,441 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 5,461 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 51,740 kg/ha

Mineralização= 1,230 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 492,823 kg/ha

Final 814,975 kg/ha

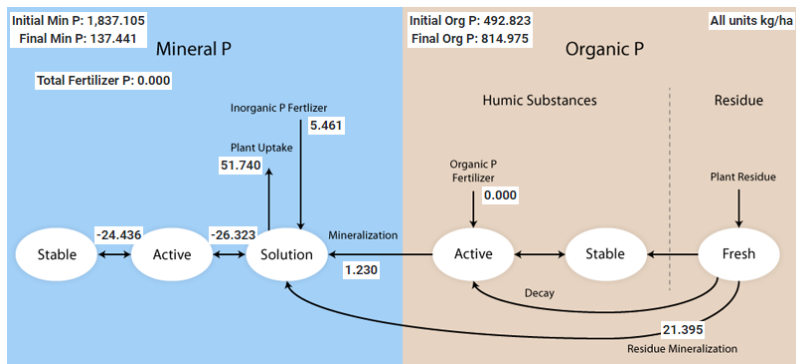


Figura 5 - Balanço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Ipanema.

6-Balanco de fósforo médio anual da Bacia Hidrográfica do Goiana

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 4518,339 kg/ha

Final= 1531,685 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 2,522 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 68,460 kg/ha

Mineralização= 1,699 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 876,215 kg/ha

Final 1390,205 kg/ha

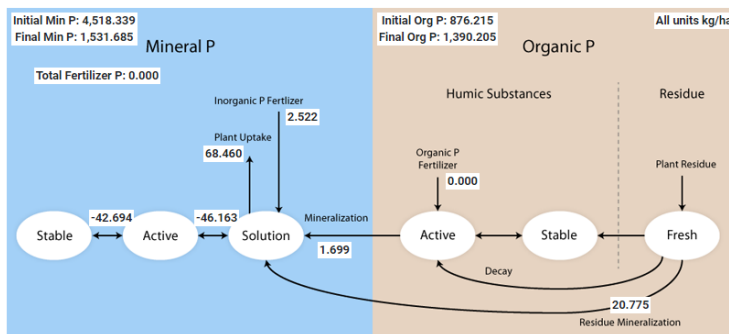


Figura 6 - Balanço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Goiana.

7-Balço de fósforo médio anual da Bacia Hidrográfica do Mundaú

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 4564,786 kg/ha

Final= 2305,615 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 0,826 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 46,393 kg/ha

Mineralização= 1,276 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 847,917 kg/ha

Final= 983,307 kg/ha

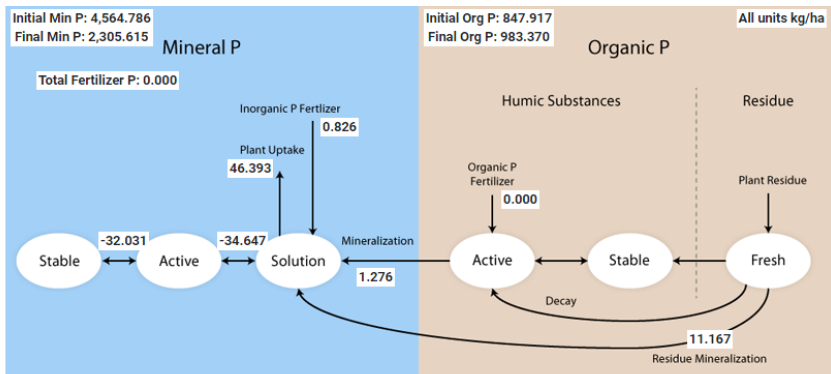


Figura 7 - Balço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Goiana.

8-Balanco de fósforo médio anual da Bacia Hidrográfica do Garças

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 3131,594 kg/ha

Final= 1080,326 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 0,532 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 57,710 kg/ha

Mineralização= 1,235 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 574,011 kg/ha

Final= 1300,407 kg/ha

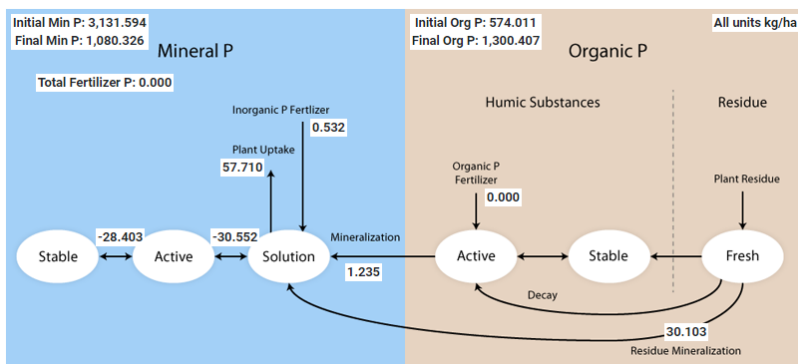


Figura 8 - Balanço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Garças.

9-Balanco de fósforo médio anual da Bacia Hidrográfica do Terra Nova

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 1161,271 kg/ha

Final= 117,811 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 1,971 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 33,867 kg/ha

Mineralização= 0,865 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 371,762 kg/ha

Final= 670,813 kg/ha

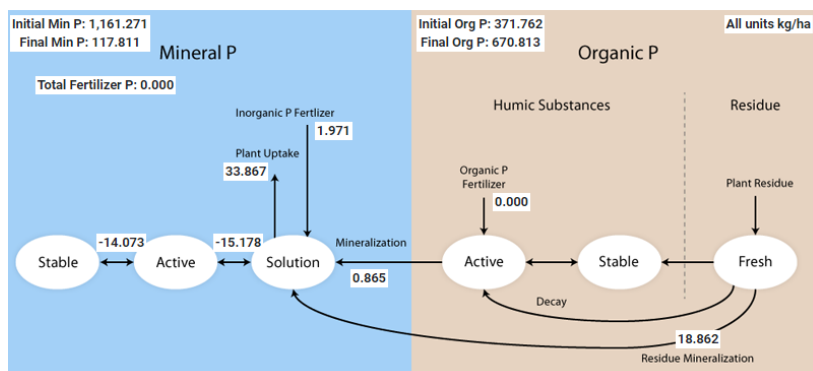


Figura 9 - Balanço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Terra Nova.

10-Balço de fósforo médio anual da Bacia Hidrográfica do Brígida

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 2324,529 kg/ha

Final= 659,939 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 1,566 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 47,819 kg/ha

Mineralização= 0,919 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 462,538 kg/ha

Final= 978,353 kg/ha

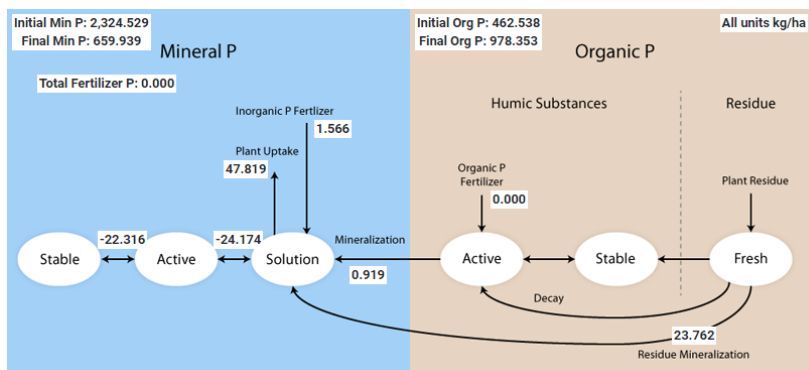


Figura 10 - Balço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Brígida.

11-Balço de fósforo médio anual da Bacia Hidrográfica do Sirinhaém

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 4162,905 kg/ha

Final= 1730,915 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 0,052 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 46,322 kg/ha

Mineralização= 1,447 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 941,928 kg/ha

Final= 939,545 kg/ha

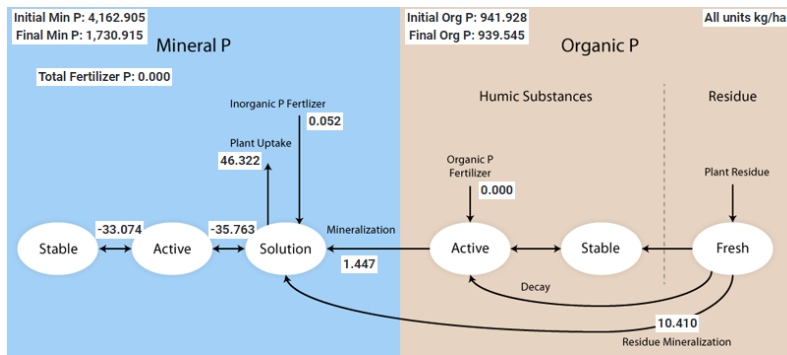


Figura 11 - Balço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Sirinhaém.

12-Balço de fósforo médio anual da Bacia Hidrográfica do Ipojuca

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 2007,78 kg/ha

Final= 636,433 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 5,370 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 37,639 kg/ha

Mineralização= 1,047 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 529,997 kg/ha

Final= 656,266 kg/ha

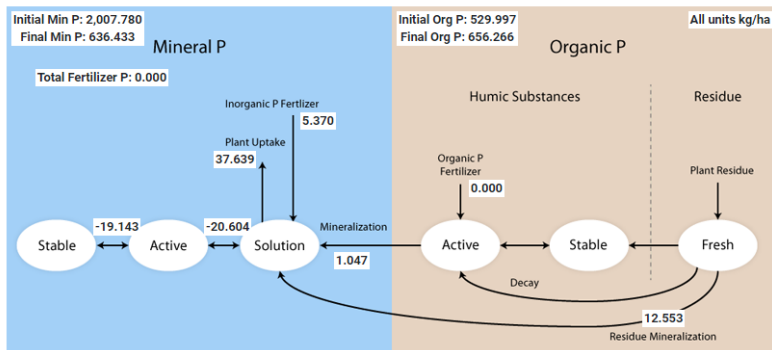


Figura 12 - Balanço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Ipojuca.

13-Balço de fósforo médio anual da Bacia Hidrográfica do Pontal

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 5109,236 kg/ha

Final= 3867,612 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 0,310 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 19,416 kg/ha

Mineralização= 1,021 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 16,611 kg/ha

Final= 14,869 kg/ha

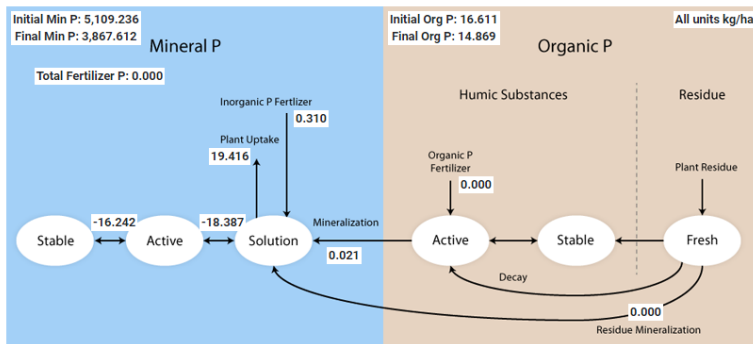


Figura 13 - Balço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Pontal.

Capítulo 2- BALANÇO DE FÓSFORO 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.

14-Balço de fósforo médio anual da Bacia Hidrográfica do Pajeú

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 1561,451 kg/ha

Final= 147,771 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 7,368 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 47,165 kg/ha

Mineralização= 1,198 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 477,019 kg/ha

Final= 793,321 kg/ha

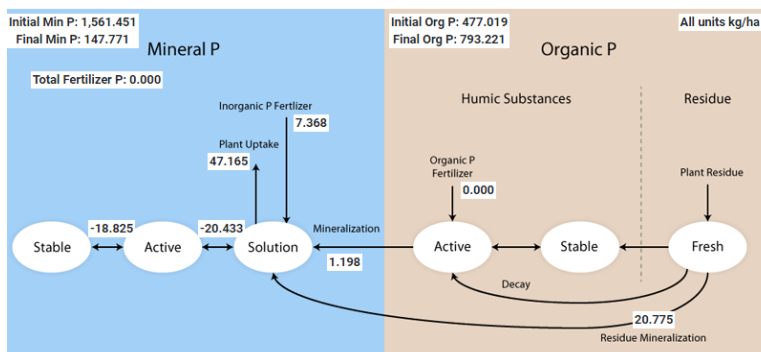


Figura 14 - Balço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Pajeú.

15-Balço de fósforo médio anual da Bacia Hidrográfica do Terra Nova

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 1161,271 kg/ha

Final= 216,856 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 1,168 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 31,178 kg/ha

Mineralização= 0,791 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 371,762 kg/ha

Final= 656,871 kg/ha

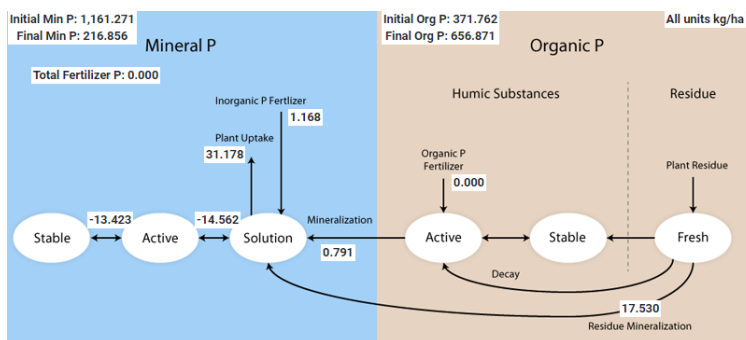


Figura 15 - Balanço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Terra Nova.

16-Balço de fósforo médio anual da Bacia Hidrográfica do Una

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 3353,169 kg/ha

Final= 1687,795 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 1,981 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 35,682 kg/ha

Mineralização= 1,028 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 655,830 kg/ha

Final= 716,749 kg/ha

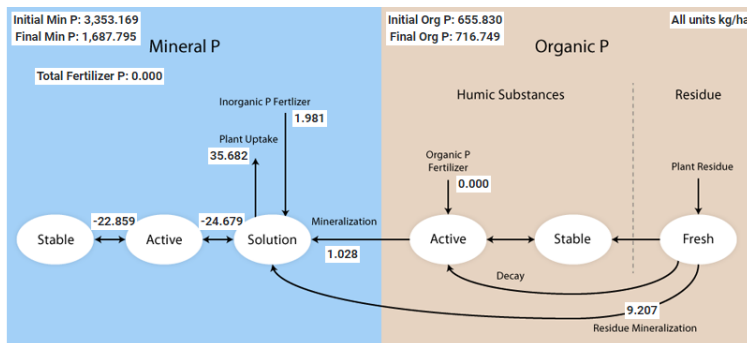


Figura 16 - Balço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Una.

17-Balço de fósforo médio anual da Bacia Hidrográfica do Moxotó

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 1689,312 kg/ha

Final= 109,916 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 7,236 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 51,329 kg/ha

Mineralização= 1,230 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 412,888 kg/ha

Final= 818,810 kg/ha

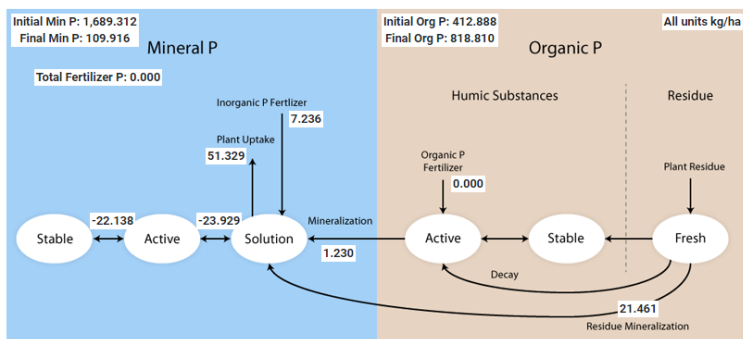


Figura 17 - Balço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Moxotó.

18-Balço de fósforo médio anual da Bacia Hidrográfica do Ipanema

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 1837,105 kg/ha

Final= 272,880 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 5,008 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 47,321 kg/ha

Mineralização= 1,206 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 492,823 kg/ha

Final= 762,465 kg/ha

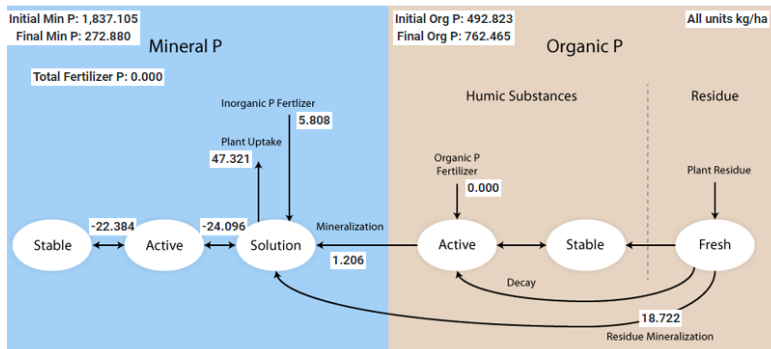


Figura 18 - Balanço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Ipanema.

19-Balço de fósforo médio anual da Bacia Hidrográfica do Goiana

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 4518,339 kg/ha

Final= 1926,953 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 2,414 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 59,086 kg/ha

Mineralização= 1,698 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 876,215 kg/ha

Final= 1301,35 kg/ha

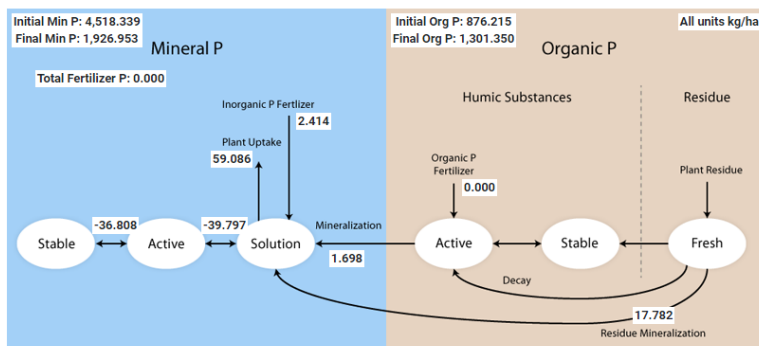


Figura 19 - Balanço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Goiana.

20-Balço de fósforo médio anual da Bacia Hidrográfica do Mundaú

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 4564,786 kg/ha

Final= 2303,73 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 1,252 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 45 kg/ha

Mineralização= 1,306 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 847,917 kg/ha

Final= 950,707 kg/ha

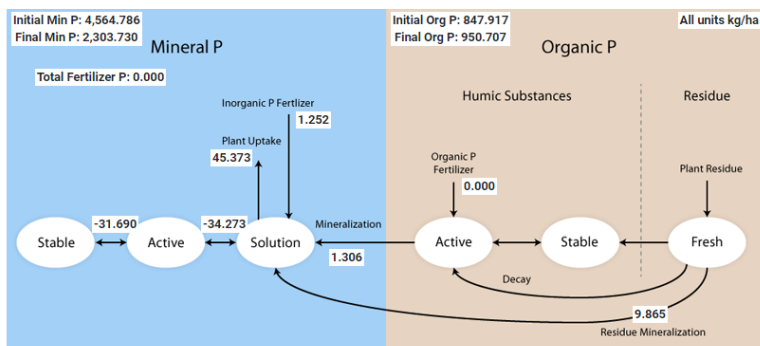


Figura 20 - Balço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Mundaú.

21-Balço de fósforo médio anual da Bacia Hidrográfica do Garças

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 3131,594 kg/ha

Final= 1353,58 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 0,417 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 50,916 kg/ha

Mineralização= 1,167 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 574,011 kg/ha

Final= 1241,651 kg/ha

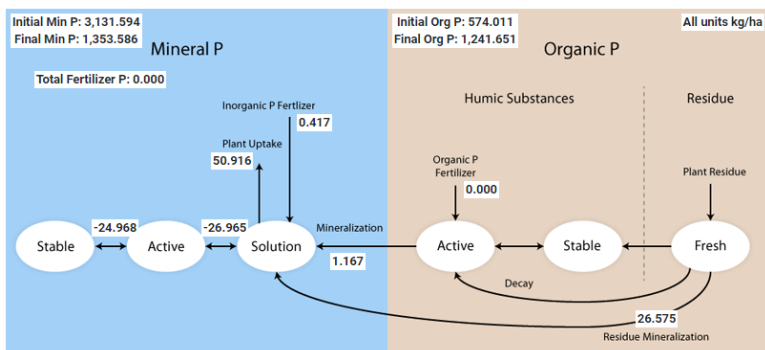


Figura 21 - Balço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Garças.

22-Balço de fósforo médio anual da Bacia Hidrográfica do Brígida

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 2324,529 kg/ha

Final= 802,730 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 1,309 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 44,351 kg/ha

Mineralização= 0,898 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 462,538 kg/ha

Final= 966,447 kg/ha

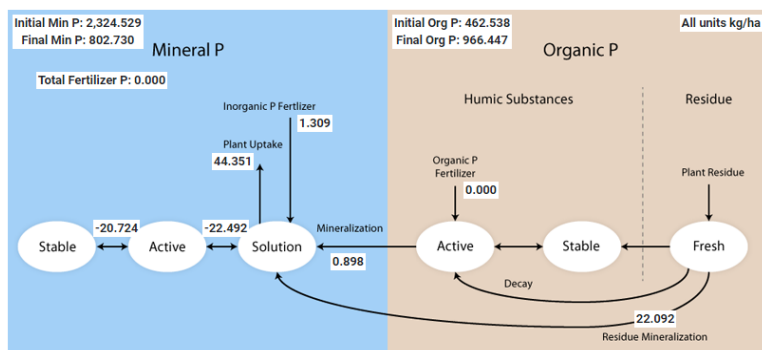


Figura 22 - Balço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Brígida.

23-Balanco de fósforo médio anual da Bacia Hidrográfica do Capibaribe

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 2372,751 kg/ha

Final= 647,203 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 5,285 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 48,062 kg/ha

Mineralização= 1,259 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 571,860 kg/ha

Final= 818,423 kg/ha

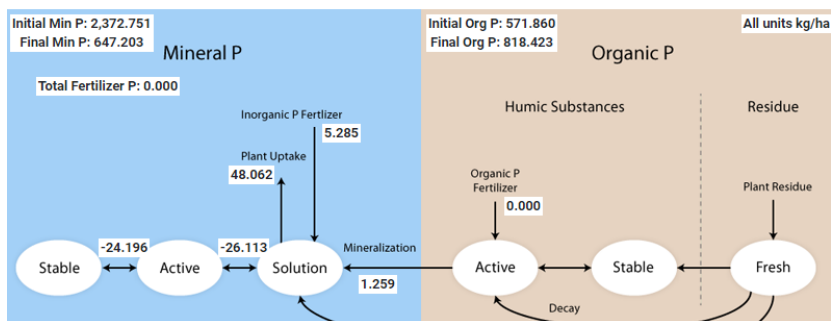


Figura 23 - Balanço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Capibaribe.

24-Balço de fósforo médio anual da Bacia Hidrográfica do Sirinhaém

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 4162,905 kg/ha

Final= 2053,35 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 0,018 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 39,282 kg/ha

Mineralização= 1,441 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 941,928 kg/ha

Final= 898,676 kg/ha

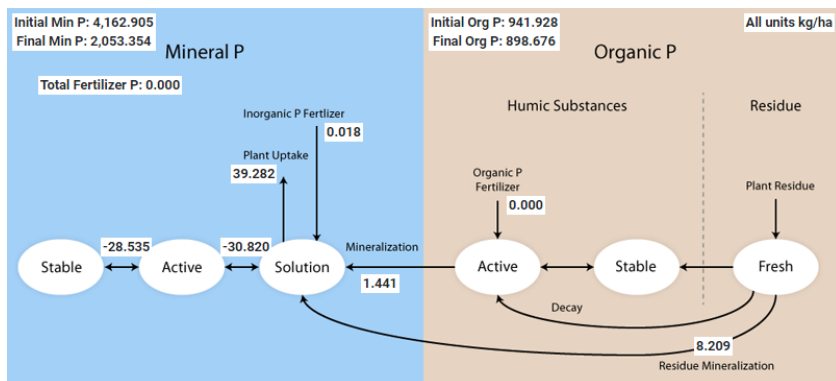


Figura 24 - Balço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Sirinhaém.

25-Balço de fósforo médio anual da Bacia Hidrográfica do Ipojuca

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 2007,780 kg/ha

Final= 736,114 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 6,581 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 36,534 kg/ha

Mineralização= 1,081 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 529,997 kg/ha

Final= 634,107 kg/ha

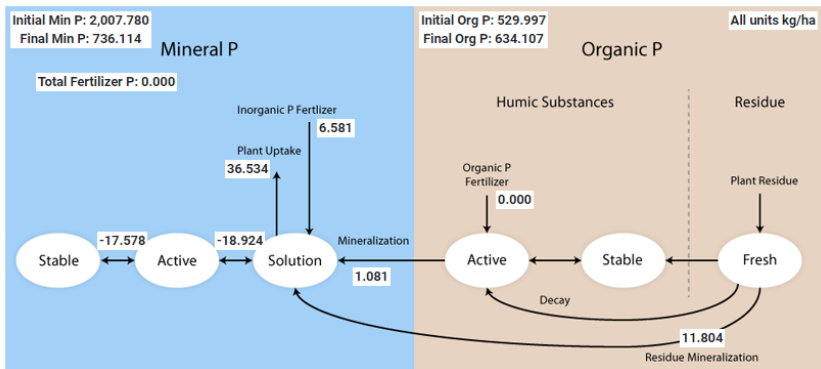


Figura 25 - Balço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Ipojuca.

26-Balço de fósforo médio anual da Bacia Hidrográfica do Pontal

Fósforo Mineral médio anual

Inicial= 2007,780 kg/ha

Final= 736,114 kg/ha

Fósforo orgânico Fertilizante = 6,581 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 36,534 kg/ha

Mineralização= 1,081 kg/ha

Fósforo orgânico médio anual

Inicial = 529,997 kg/ha

Final= 634,107 kg/ha

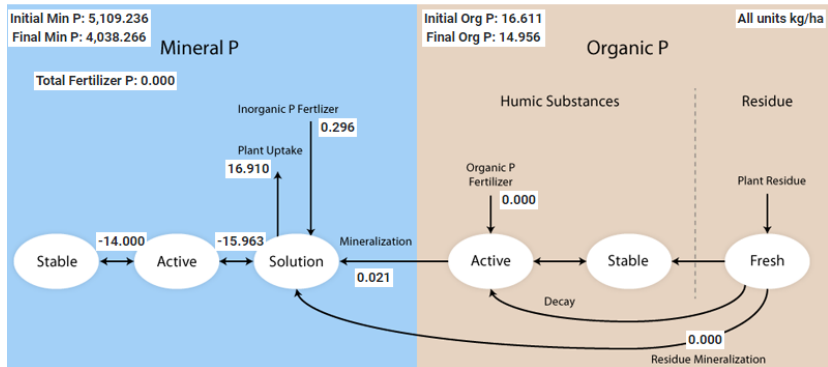


Figura 26 - Balço de fósforo médio anual da bacia hidrográfica do Pontal.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. 2021. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.ana.gov.br>. Acesso em 22 fev. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos: avaliações e diretrizes para adaptação. 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/panorama-das-aguas/mudancas-climaticas-recursos-hidricos/publicacoes-e-estudos-sobre-mudancas-climaticas>. Acesso em: 25 maio 2022

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Apêndice E Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem. 2016. São Paulo, SP. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2020/09/Apendice-E-Significado-Ambiental-e-Sanitario-das-variaveis.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2022.

Galvêncio, 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>

Silveira, N. T. Impactos das mudanças climáticas na qualidade da água da bacia hidrográfica do Terra Nova, Pernambuco. Dissertação de mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente-UFPE. 90p, 2022.

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. Essa publicação receberá os créditos de um artigo científico. Para citações e reconhecimento dos direitos autorais dos autores utilizar o link

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/jhrs/issue/view/3501>

ou citar da forma abaixo.

Galvêncio, J., Miranda, R., Siqueira, N., Luz, G., & Montenegro, S. (2023). CICLO DE FÓSFORO NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE PERNAMBUCO: Situação atual e cenários futuros. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*, 1(1). doi:<https://doi.org/10.29150/2237-2202.2023.257951>