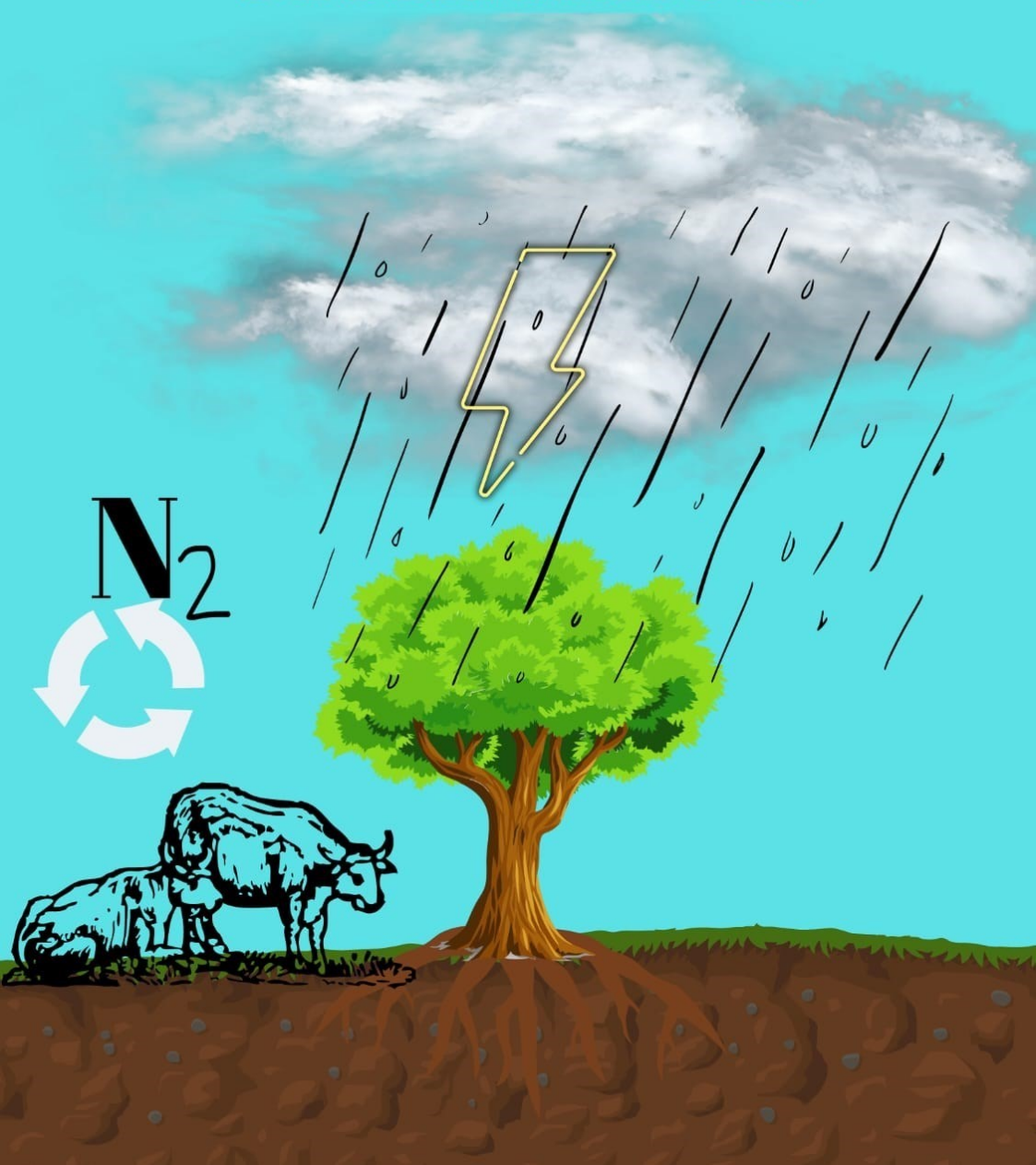


# CICLO DE NITROGÊNIO NAS BACIAS DE PERNAMBUCO





# **CICLO DE NITROGÊNIO NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE PERNAMBUCO: Situação atual e cenários futuros**

**Organizadora:** Josicleda Domiciano Galvincto

## 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 nitrogênio médio anual: Hidrologia Atual	08
Bacias Hidrográficas - Nitrogênio Atual	09
Capítulo 2- Balanço de nitrogênio médio anual para as bacias de Pernambuco- Cenários de Mudanças climáticas	22
Bacias Hidrográficas e ciclo de nitrogênio- Mudanças Climáticas	23

## **SOBRE OS AUTORES**

### **Josiclêda Domiciano Galvíncio**

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.

### **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.

### **Gabrielly Gregorio Luz**

Geografa. Registro CREA:1821545230-PE.

Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Bolsista CAPES.

## Apresentação

O ciclo do nitrogênio é fundamental para a produção de biomassa, que por sua vez afeta a ET-Evapotranspiração real e a produção de sedimentos. O ciclo do nitrogênio é complexo, geralmente não é possível validar essas rotinas fora de um ambiente de pesquisa. De particular importância são o fertilizante nitrogenado total aplicado e as perdas devido à absorção pelas plantas, volatilização e desnitrificação. Os solos contêm uma grande quantidade de nitrogênio orgânico na forma de matéria orgânica. Grandes mudanças nos teores de nitrogênio inicial e final (em particular N orgânico) podem indicar fertilização insuficiente ou excessiva durante a simulação, SUPer, <https://super.hawqs.tamu.edu/>. Assim, considerando o exposto acima este Atlas apresenta balanços de nitrogênio 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.

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

## **Capítulo 1- BALANÇO DE NITROGÊNIO MÉDIO ANUAL: Situação Atual**

Para analisar o balanço de nitrogênio 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 nitrogênios 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/#/>

# 1-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Capibaribe

Nitrogênio Mineral médio anual  
 Inicial= 54 kg/ha  
 Final= 45 kg/ha  
 Desnitrificação = 0,92 kg/ha  
 Nitrogênio orgânico Fertilizante = 160 kg/ha  
 Nitrogênio usado pela planta= 145 kg/ha  
 Mineralização= 5,22 kg/ha  
 Nitrogênio orgânico médio anual  
 Inicial = 4.668,24 kg/ha  
 Final 4.758,365 kg/ha

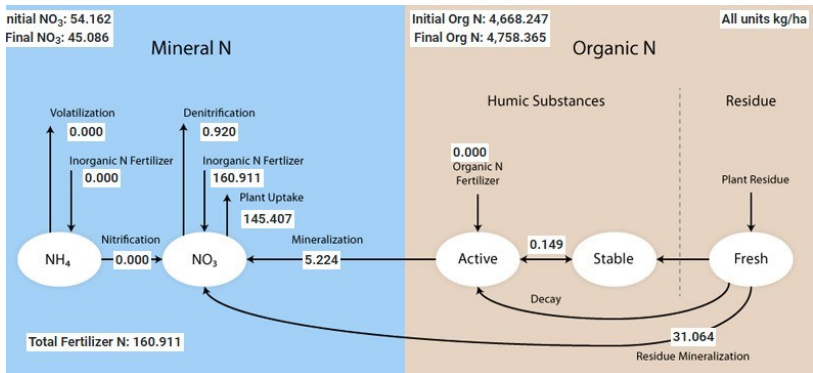


Figura 1 - Balço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Capibaribe.

## 2-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Pajeú

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 44 kg/ha

Final= 38 kg/ha

Desnitrificação = 9 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 150 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 137 kg/ha

Mineralização= 4,3 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 2.894,02 kg/ha

Final 4.006,381 kg/ha

**OBS: Diferença significativa entre o nitrogênio orgânico inicial e final.**

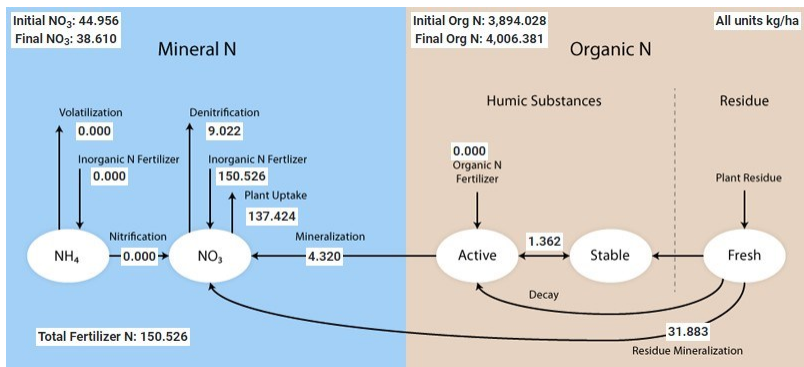


Figura 2 - Balço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Pajeú.

### 3-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Una

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 63 kg/ha

Final= 71 kg/ha

Desnitrificação = 0,41 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 141 kg/ha

Usado pela planta= 121 kg/ha

Mineralização= 5,05 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 5.353,71 kg/ha

Final 5.094,608 kg/ha

**OBS: Pouca diferença entre o nitrogênio orgânico inicial e final.**

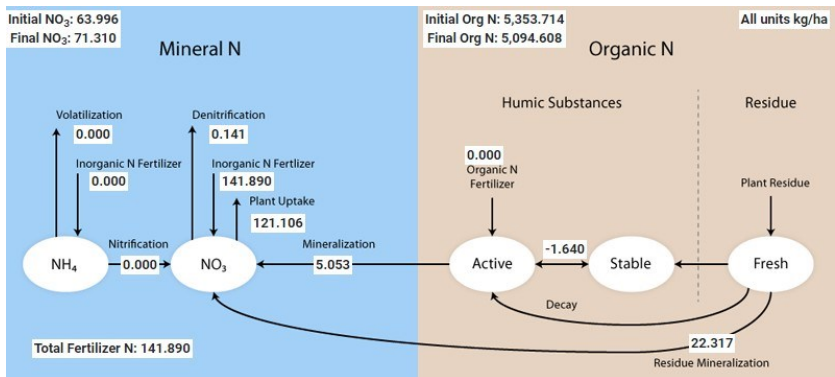


Figura 3- Balço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Una.

## 4-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Moxotó

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 52 kg/ha

Final= 46 kg/ha

Desnitrificação = 3,4 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 163 kg/ha

Usado pela planta= 165 kg/ha

Mineralização= 4,37 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 3.370,51 kg/ha

Final 3.830,150 kg/ha

**OBS: Pouca diferença entre o nitrogênio orgânico inicial e final.**

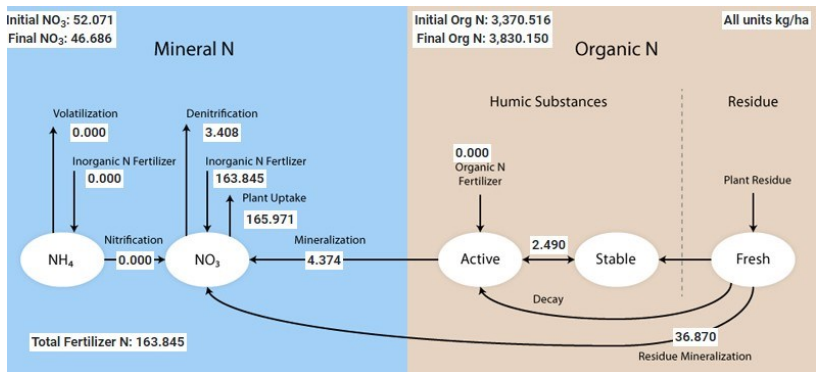


Figura 4- Balço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Moxotó.

## 5-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Ipanema

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 55 kg/ha

Final= 55 kg/ha

Desnitrificação = 1,8 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 161 kg/ha

Usado pela planta= 157 kg/ha

Mineralização= 4,8 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 4.023,04 kg/ha

Final 4.297,139 kg/ha

**OBS: Pouca diferença entre o nitrogênio orgânico inicial e final.**

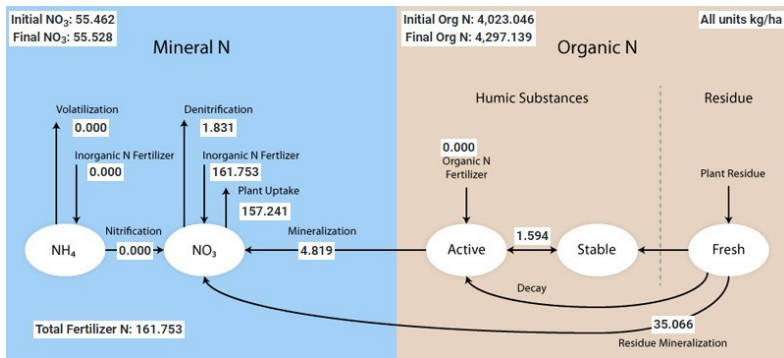


Figura 5- Balço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Ipanema.

## 6-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Goiana

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 74 kg/ha

Final= 93 kg/ha

Desnitrificação = 4,8 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 209 kg/ha

Usado pela planta= 181 kg/ha

Mineralização= 7,8 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 7.152,77 kg/ha

Final 7.167,038 kg/ha

**OBS: Pouca diferença entre o nitrogênio orgânico inicial e final.**

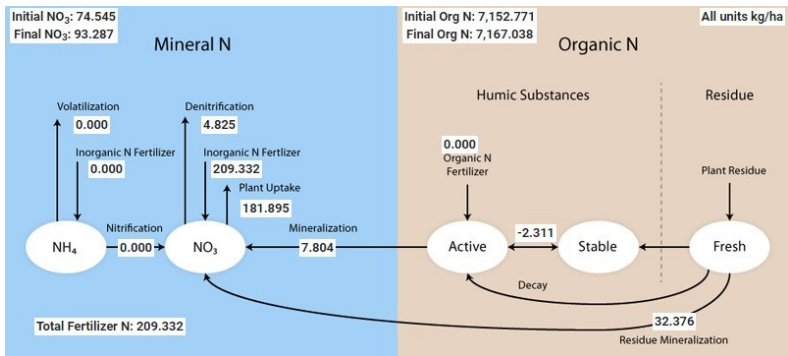


Figura 6- Balço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Goiana.

## 7-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Mundaú

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 71 kg/ha

Final= 80 kg/ha

Desnitrificação = 0 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 159 kg/ha

Usado pela planta= 136 kg/ha

Mineralização= 6,7 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 6.921,17 kg/ha

Final 6.613,928 kg/ha

**OBS: Pouca diferença entre o nitrogênio orgânico inicial e final.**

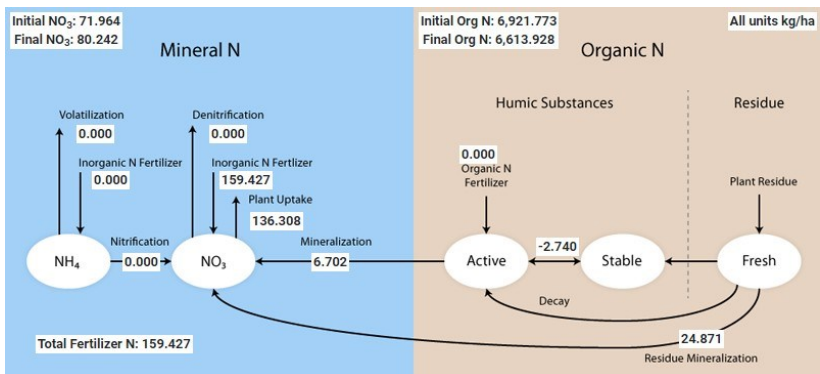


Figura 7- Balço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Mundaú.

## 8-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Garças

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 64 kg/ha

Final= 13 kg/ha

**OBS: Alta diferença entre o nitrogênio mineral inicial e final.**

Desnitrificação = 2,492 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 97 kg/ha

Usado pela planta= 113 kg/ha

Mineralização= 4,7 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 4.685,804 kg/ha

Final 4.812,206 kg/ha

**OBS: Pouca diferença entre o nitrogênio orgânico inicial e final.**

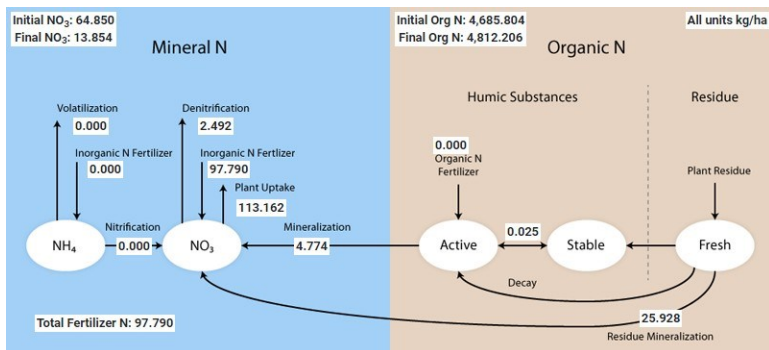


Figura 8- Balço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Garças.

## 9-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Terra Nova

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 37 kg/ha

Final= 12 kg/há

**OBS: Alta diferença entre o nitrogênio mineral inicial e final.**

Desnitrificação = 2,96 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 97 kg/ha

Usado pela planta= 89 kg/ha

Mineralização= 3,3 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 3.034,793 kg/ha

Final 3.149,084 kg/ha

**OBS: Pouca diferença entre o nitrogênio orgânico inicial e final.**

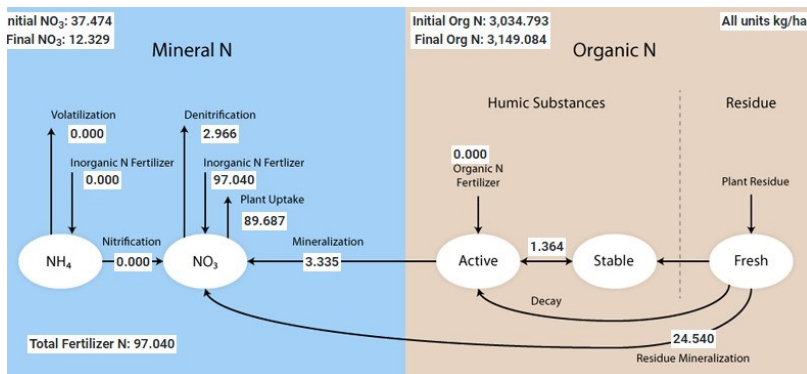


Figura 9- Balço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Terra nova.

## 10-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Brígida

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 53 kg/ha

Final= 16 kg/há

**OBS: Alta diferença entre o nitrogênio mineral inicial e final.**

Desnitrificação = 1,154 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 102 kg/ha

Usado pela planta= 102 kg/ha

Mineralização= 3,418 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 3.775,820 kg/ha

Final 3.732,092 kg/ha

**OBS: Pouca diferença entre o nitrogênio orgânico inicial e final.**

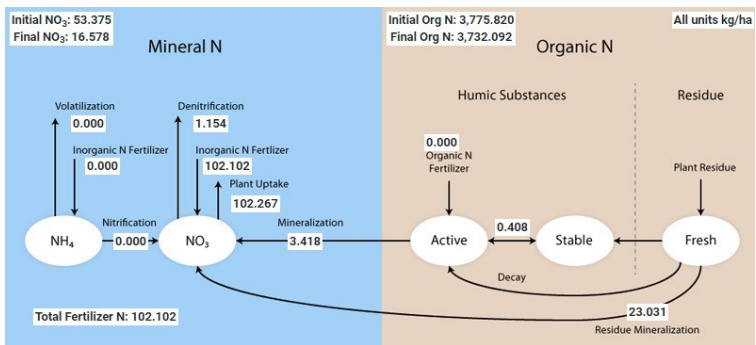


Figura 10- Balço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Brígida.

## 11-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Sirinhaém

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 73 kg/ha

Final= 99 kg/ha

**OBS: Razoável diferença entre o nitrogênio mineral inicial e final.**

Desnitrificação = 0,561 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 208 kg/ha

Usado pela planta= 163 kg/ha

Mineralização= 8,176 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 7.689,206 kg/ha

Final 6.955,208 kg/ha

**OBS: Razoável diferença entre o nitrogênio orgânico inicial e final.**

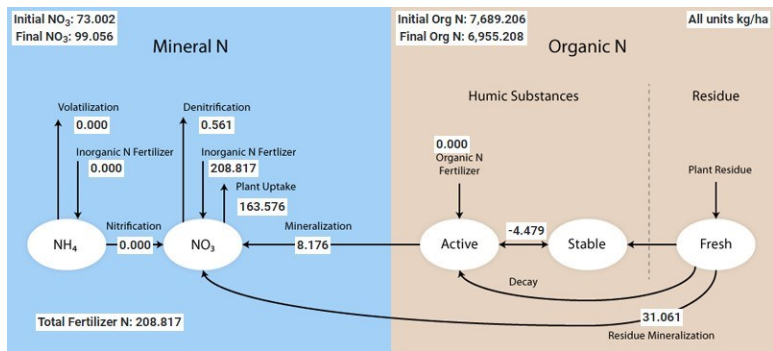


Figura 11- Balço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Sirinhaém.

## 12-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Ipojuca

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 43 kg/ha

Final= 43 kg/ha

**OBS: Não há diferença entre o nitrogênio mineral inicial e final.**

Desnitrificação = 0,707 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 183 kg/ha

Usado pela planta= 126 kg/ha

Mineralização= 5,01 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 4.326,508 kg/ha

Final 4.244,447 kg/ha

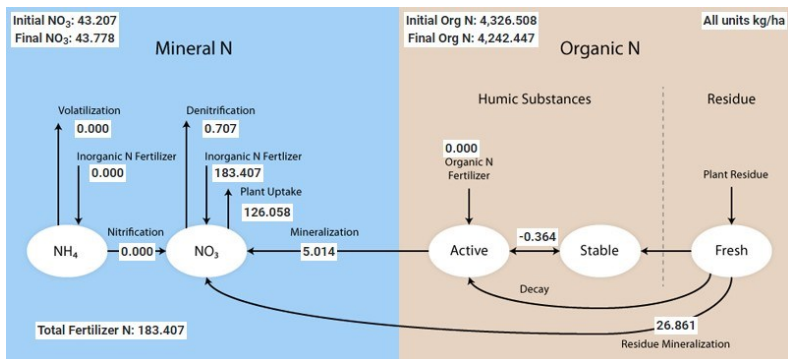


Figura 12- Balço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Ipojuca.

## 13-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Pontal

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 72 kg/ha

Final= 2,189 kg/ha

Desnitrificação = 0,00 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 2,18 kg/ha

Usado pela planta= 2,27 kg/ha

Mineralização= 0,129 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 135,603 kg/ha

Final 124,732 kg/ha

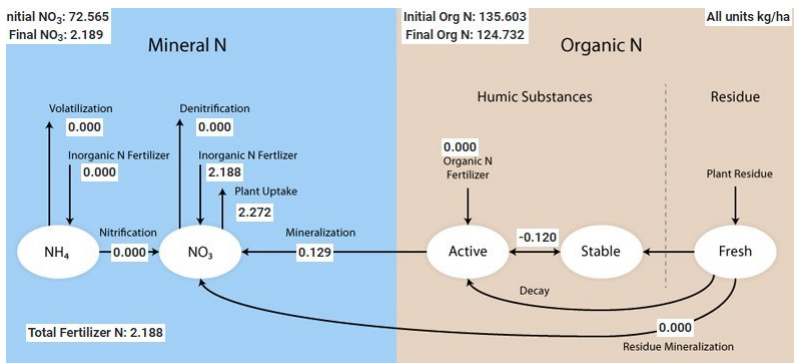


Figura 13- Balço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Pontal.

## **Capítulo 2- BALANÇO DE NITROGÊNIO 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-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Pajeú

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 44 kg/ha

Final= 39 kg/ha

Desnitrificação = 10 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 165 kg/ha

Usado pela planta= 157 kg/ha

Mineralização= 4,66 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 3.894,02 kg/ha

Final 4.150,69 kg/ha

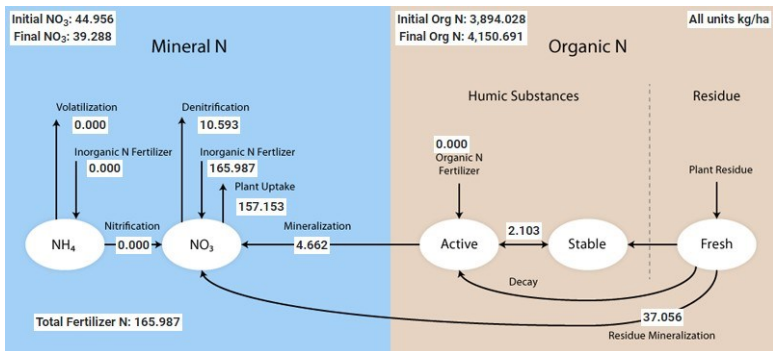


Figura 14- Balço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Pajeú.

## 2-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Terra Nova

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 37 kg/ha

Final= 7 kg/há

**OBS: aumentou significativamente, com as mudanças climáticas, na diferença entre o nitrogênio mineral inicial e final.**

Desnitrificação = 2,28 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 83 kg/ha

Usado pela planta= 78 kg/ha

Mineralização= 3,18 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 3.034,793 kg/ha

Final 3.153,084 kg/ha

**OBS: Pouca alteração com as mudanças climáticas na diferença entre o nitrogênio orgânico inicial e final.**

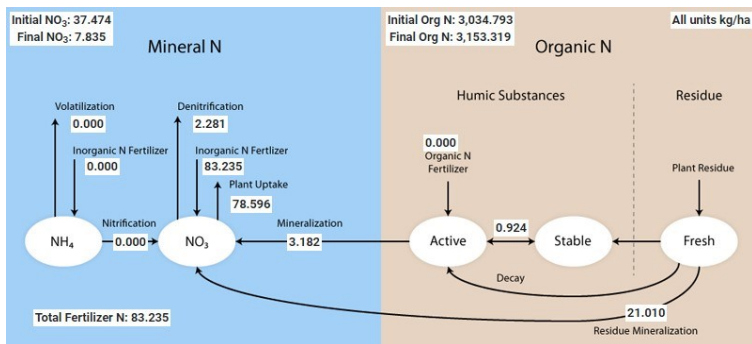


Figura 15- Balanço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Terra Nova, com mudanças climáticas.

### 3-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Una

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 63 kg/ha

Final= 49 kg/ha

**OBS: aumentou significativamente, com as mudanças climáticas, na diferença entre o nitrogênio mineral inicial e final**

Desnitrificação = 0,175 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 144 kg/ha

Usado pela planta= 116,490 kg/ha

Mineralização= 5,31 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 5.353,71 kg/ha

Final 4.976,36 kg/ha

**OBS: Pouca alteração com as mudanças climáticas na diferença entre o nitrogênio orgânico inicial e final.**

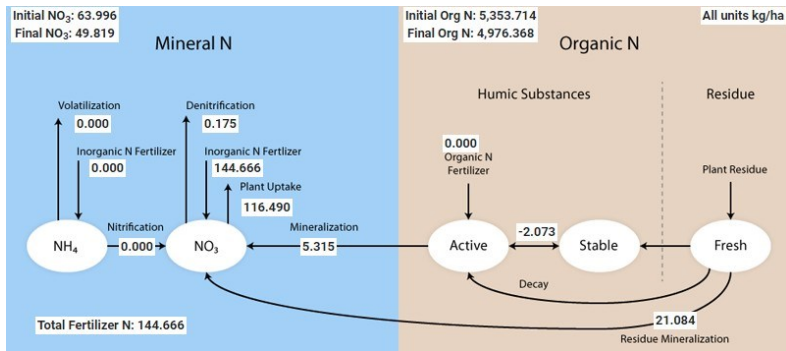


Figura 16- Balço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Una, com mudanças climáticas.

## 4-Balço de nitrogênio médio anual da Baía Hidrográfica do Moxotó

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 52 kg/ha

Final= 54 kg/ha

Desnitrificação = 3,25 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 155 kg/ha

Usado pela planta= 163 kg/ha

Mineralização= 4,37 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 3.370,51 kg/ha

Final 3.837,008 kg/ha

**OBS: Pouca alteração com as mudanças climáticas no ciclo de nitrogênio inicial e final.**

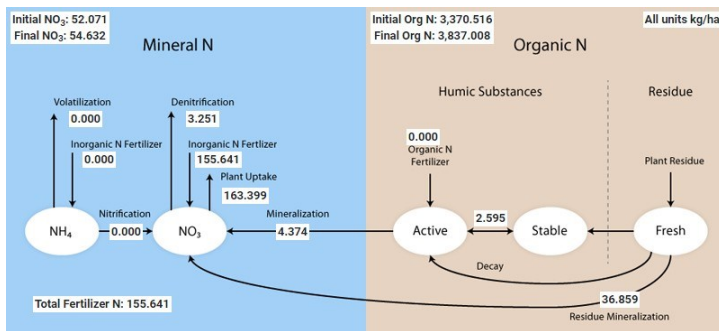


Figura 17- Balço de nitrogênio médio anual da baía hidrográfica do Moxotó, com mudanças climáticas.

## 5-Balço de nitrogênio médio anual da Baía Hidrográfica do Ipanema

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 55 kg/ha

Final= 47 kg/ha

**OBS: aumenta, com as mudanças climáticas, a diferença entre o nitrogênio mineral inicial e final**

Desnitrificação = 2,8 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 167 kg/ha

Usado pela planta= 152 kg/ha

Mineralização= 4,9 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 4.023,04 kg/ha

Final 4.231,727 kg/ha

**OBS: Pouca diferença entre o nitrogênio orgânico inicial e final.**

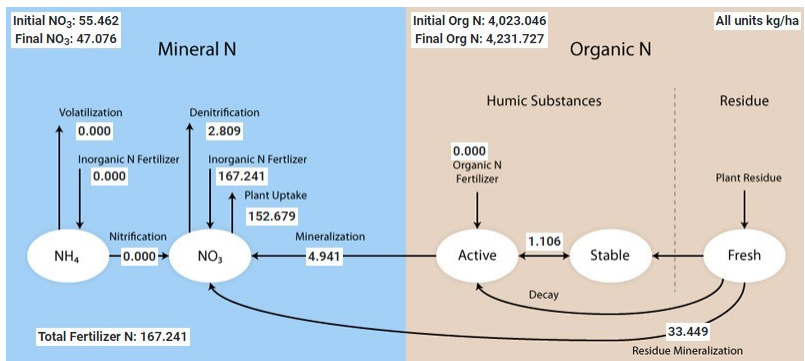


Figura 18- Balço de nitrogênio médio anual da baía hidrográfica do Ipanema, com mudanças climáticas.

## 6-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Goiana

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 74 kg/ha

Final= 70 kg/ha

Desnitrificação = 3,59 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 192 kg/ha

Usado pela planta= 165 kg/ha

Mineralização= 7,99 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 7.152,77 kg/ha

Final 6.995,297 kg/ha

**OBS: Pouca diferença entre o nitrogênio orgânico inicial e final. Mas, há diminuição do nitrogênio orgânico.**

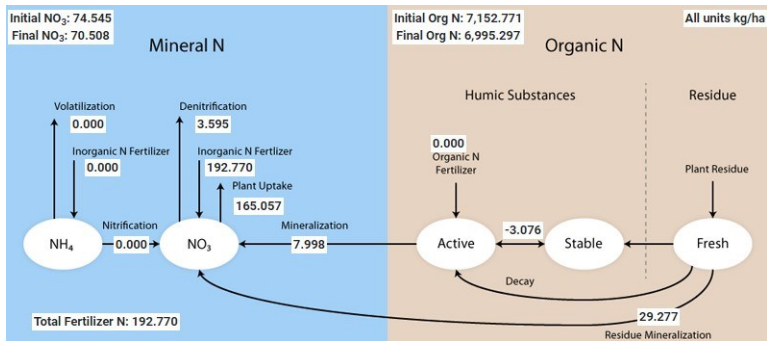


Figura 19- Balço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Goiana, com mudanças climáticas.

## 7-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Mundaú

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 71 kg/ha

Final= 88 kg/há

**OBS: aumento da diferença do nitrogênio mineral inicial e final, com as mudanças climáticas.**

Desnitrificação = 0 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 184 kg/ha

Usado pela planta= 146 kg/ha

Mineralização= 6,967 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 6.921,17 kg/ha

Final 6.531,324 kg/ha

**OBS: Pouca diferença entre o nitrogênio orgânico inicial e final.**

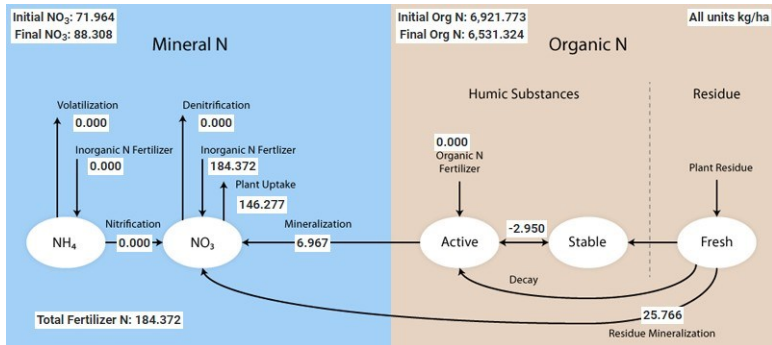


Figura 20- Balço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Mundaú, com mudanças climáticas.

## 8-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Garças

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 64 kg/ha

Final= 9 kg/há

**OBS: aumento da diferença entre o nitrogênio mineral inicial e final.**

Desnitrificação = 2,138 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 85 kg/ha

Usado pela planta= 101 kg/ha

Mineralização= 4,6 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 4.685,804 kg/ha

Final 4.821,838 kg/ha

**OBS: Pouca diferença entre o nitrogênio orgânico inicial e final.**

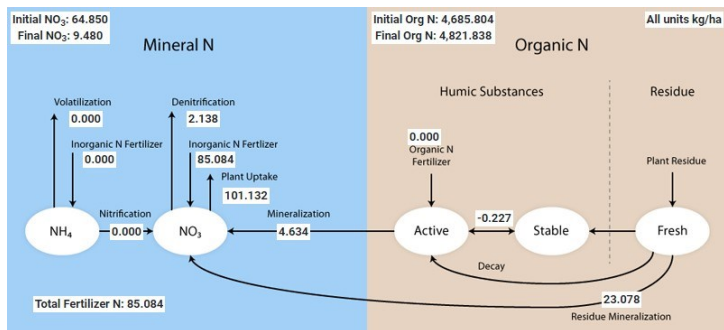


Figura 21- Balço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Garças, com mudanças climáticas.

## 9-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Brígida

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 53 kg/ha

Final= 14 kg/há

**OBS: Aumenta a diferença entre o nitrogênio mineral inicial e final, com as mudanças climáticas.**

Desnitrificação = 1,076 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 92 kg/ha

Usado pela planta= 95 kg/ha

Mineralização= 3,361 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 3.775,820 kg/ha

Final 3.787,429 kg/ha

**OBS: Pouca diferença entre o nitrogênio orgânico inicial e final.**

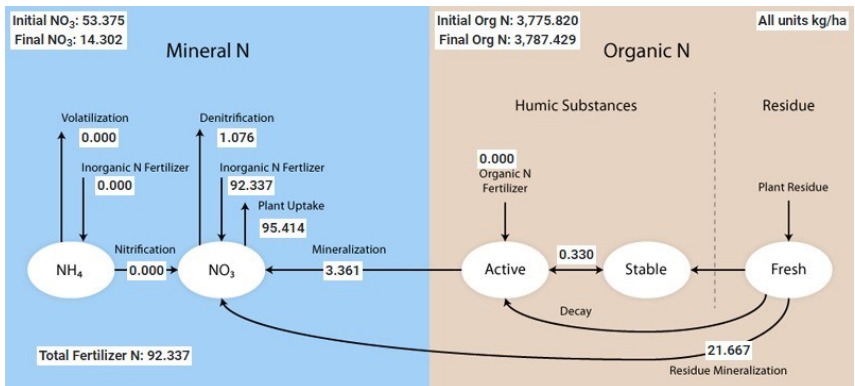


Figura 22- Balço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Brígida, com mudanças climáticas.

## 10-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Capibaribe

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 54 kg/ha

Final= 45 kg/ha

Desnitrificação = 1,7 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 177 kg/ha

Nitrogênio usado pela planta= 150 kg/ha

Mineralização= 5,46 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 4.668,24 kg/ha

Final 4.712,569 kg/ha

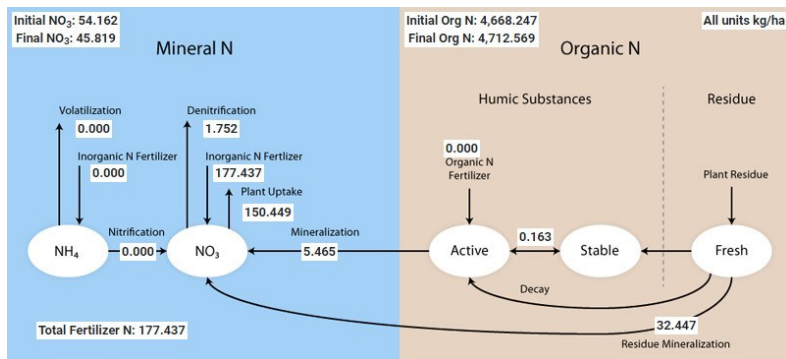


Figura 23- Balço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Capibaribe, com mudanças climáticas.

## 11-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Sirinhaém

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 73 kg/ha

Final= 76 kg/ha

**OBS: Diminui a diferença entre o nitrogênio mineral inicial e final.**

Desnitrificação = 0,612 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 183 kg/ha

Usado pela planta= 139,977 kg/ha

Mineralização= 8,272 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 7.689,206 kg/ha

Final 6.815,150 kg/ha

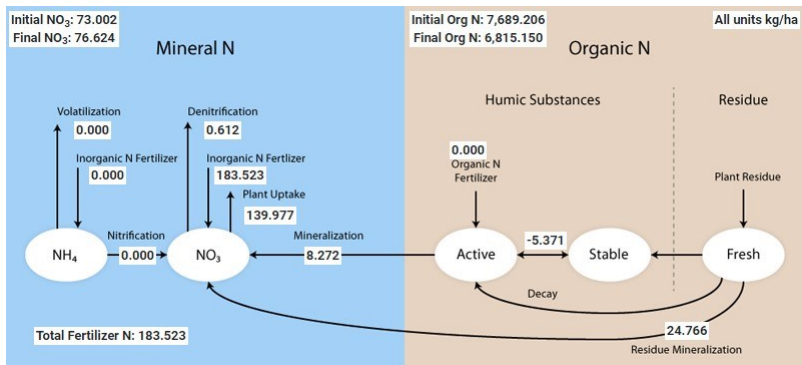


Figura 24- Balço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Sirinhaém, com mudanças climáticas.

## 12-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Ipojuca

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 43 kg/ha

Final= 54 kg/ha

**OBS: Aumenta a diferença entre o nitrogênio mineral inicial e final.**

Desnitrificação = 1,07 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 205 kg/ha

Usado pela planta= 126 kg/ha

Mineralização= 5,22 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 4.326,508 kg/ha

Final 4.184,991 kg/ha

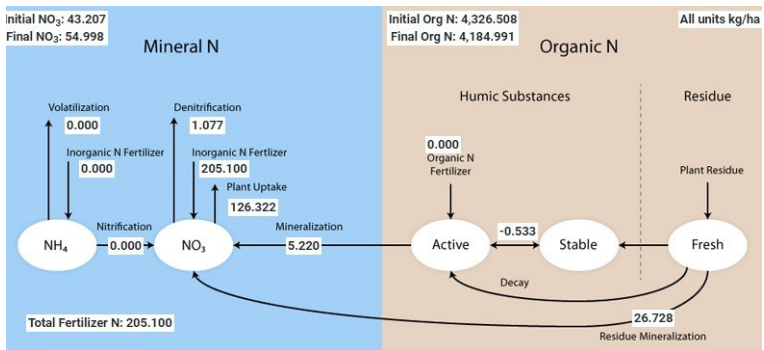


Figura 24- Balanço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Ipojuca, com mudanças climáticas.

## 13-Balço de nitrogênio médio anual da Bacia Hidrográfica do Pontal

Nitrogênio Mineral médio anual

Inicial= 72 kg/ha

Final= 4,274 kg/ha

Desnitrificação = 0,00 kg/ha

Nitrogênio orgânico Fertilizante = 2,08 kg/ha

Usado pela planta= 2,28 kg/ha

Mineralização= 0,125 kg/ha

Nitrogênio orgânico médio anual

Inicial = 135,603 kg/ha

Final 125,364 kg/ha

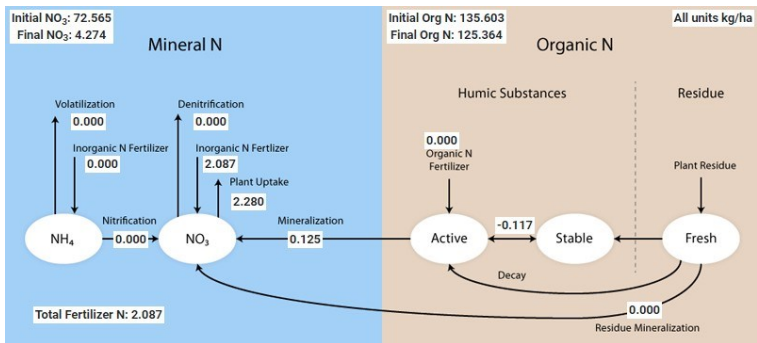


Figura 26- Balço de nitrogênio médio anual da bacia hidrográfica do Pontal, com mudanças climáticas.

## Referências

Galvêncio, J., & Luz, G. (2021). Desenvolvimento de Modelo que Estima o Impacto do CO<sub>2</sub> 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>

Miranda, R. Q. Avaliação Integrada Da Variação Espacial E Temporal Do Balanço Hídrico Na Caatinga. Tese de doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente na Universidade Federal de Pernambuco. 123p. <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/25188/1/T%E2%20Rodrigo%20de%20Queiroga%20Miranda.pdf>

**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/3498> ou citar da forma abaixo.

Galvínio, J., Miranda, R., Montenegro, S., & Luz, G. (2023). CICLO DE NITROGÊNIO NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE PERNAMBUCO: Situação atual e cenários futuros. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*, 1(1), 01-37. doi:<https://doi.org/10.29150/2237-2202.2023.257896>