

# Balanço Bruto de Nutrientes Azoto e Fósforo

## I - Caracterização geral

### Descrição:

Os Balanços dos Nutrientes, azoto e fósforo, representam uma quantificação dos desequilíbrios observados entre a incorporação ou captação destes nutrientes pelos solos agrícolas e a sua remoção pelas culturas neles instalados, dos quais resultam excedentes ou deficiências.

Este indicador aborda os seguintes aspetos:

- Incorporação de azoto e fósforo nos solos (tonelada N e tonelada de P);
- Remoção de azoto e fósforo pelas culturas (tonelada N e tonelada de P);
- Balanços do azoto e do fósforo (tonelada N e tonelada de P);

### Unidades de medida :

Balanço do azoto – toneladas de azoto (N), kg N/ha SAU

Balanço do fósforo - toneladas de fósforo (P), kg P/ha SAU

### Relevância:

Um fornecimento adequado de nutrientes aos solos é fundamental para o desenvolvimento das culturas agrícolas. Todavia, a manutenção do equilíbrio entre a incorporação de nutrientes no solo e a sua remoção pelas culturas é também de extrema importância para a utilização racional de recursos (fertilizantes inorgânicos e orgânicos) e para impedir a poluição relacionada com a deposição excessiva de azoto e fósforo no solo. Por outro lado, a deficiência de nutrientes nos solos põe em causa a sua fertilidade e a produtividade das culturas neles instalados.

O cálculo dos Balanços de Nutrientes permite, assim, identificar estas situações de excesso ou défice de nutrientes no solo e antever situações que podem colocar em risco quer o ambiente quer a produção agrícola.

### Limitação:

O balanço de nutrientes não é um indicador preciso sobre as quantidades de nutrientes que se perdem para o ambiente. Deve ser usado como um indicador de tendências ao longo do tempo e que detecta um maior ou menor risco de perdas para o ambiente.

### Cuidados na interpretação:

A comparação do balanço de nutrientes entre Estados Membros deve ser feita com cautela, já que o clima e os diferentes sistemas de produção agrícola condicionam de forma diferente as perdas de nutrientes para o ambiente.

## II - Caracterização técnica

### Metodologia:

O cálculo dos Balanços de Nutrientes (azoto e fósforo) segue a metodologia da OCDE/Eurostat (<http://www.oecd.org/dataoecd/2/37/40820234.pdf> e <http://www.oecd.org/dataoecd/2/36/40820243.pdf>), e resulta da diferença entre a incorporação destes nutrientes no solo e a sua remoção pelas culturas agrícolas, de acordo com as expressões:

**Balanço bruto do Azoto = Incorporação (t azoto) – Remoção (t azoto) = Consumo de fertilizantes azotados (t azoto) + Estrume ou chorume (t azoto) + Fixação biológica de azoto (t azoto) + Deposição atmosférica de azoto (t azoto) – Culturas agrícolas (t azoto)**

**Balanço bruto do Fósforo = Incorporação (t fósforo) – Remoção (t fósforo) = Consumo de fertilizantes fosfatados (t fósforo) + Estrume ou chorume (t fósforo) – Culturas agrícolas (t fósforo)**

De realçar que a metodologia dos Balanços de Nutrientes continua a ser alvo de análise por parte da OCDE e do Eurostat, com vista a melhorar aspetos que influenciam a qualidade da informação produzida, nomeadamente a nível do consumo de fertilizantes.

### **A - Incorporação de nutrientes**

#### **1. Consumo aparente de fertilizantes azotados**

Para esta rubrica de incorporação de nutrientes considera-se o consumo aparente de fertilizantes, azotados e fosfatados, calculado de forma indireta com base nas quantidades vendidas a nível nacional de fertilizantes destinadas ao sector agrícola e nas entradas e saídas do comércio internacional.

#### **2. Estrume**

A quantidade de azoto e fósforo excretado pelo efetivo pecuário está diretamente relacionada com o número de animais e categoria a que pertencem e é estimada multiplicando, para cada categoria, o número de animais por um coeficiente de conversão do estrume animal em azoto e em fósforo.

Para cada categoria animal:

$$\begin{aligned} & \text{Quantidade de nutriente proveniente do estrume animal (kg N/ano e kg P/ano)} \\ & \quad = \\ & \quad \text{Número de animais (cabeças)} \\ & \quad \quad \times \\ & \quad \text{Coeficiente de conversão do estrume em nutriente (kg N/cabeça/ano e kg P/cabeça/ano)} \end{aligned}$$

Os coeficientes utilizados foram, no caso do azoto, os utilizados pelo NIR (National Inventory Report) e para o balanço do fósforo os disponibilizados pelo CBPA (Código das Boas Práticas Agrícolas). Nas categorias em que se regista mais de um ciclo de produção anual (porcos de engorda, frangos, perus, patos e coelhos), os coeficientes de conversão utilizados refletem essa situação.

Em 2009, Portugal procedeu a uma reavaliação dos coeficientes de emissão das espécies animais, no âmbito do processo de revisão do Código de Boas Práticas Agrícolas e de implementação de nova regulamentação da atividade pecuária. Este processo baseou-se em nova informação disponível, tanto a nível nacional como internacional, com base em análises e resultados obtidos em anos mais recentes relativamente a efluentes pecuários e aplicação no solo e que demonstram a evolução estrutural sectorial.

### 3. Fixação biológica de azoto no solo

O azoto é fixado no solo através de:

a) Bactérias que vivem simbioticamente nas raízes das culturas leguminosas – o azoto fixado no solo é estimado multiplicando a área de leguminosas secas nacional pelo coeficiente de fixação de azoto de cada cultura.

$$\begin{aligned} & \text{Quantidade de azoto fixado no solo por leguminosas (kg N)} \\ & \quad = \\ & \quad \text{Área cultivada com leguminosas (ha)} \\ & \quad \quad \times \\ & \quad \text{Coeficiente de fixação do azoto das culturas leguminosas (kg N/ha)} \end{aligned}$$

O coeficiente utilizado para a fixação do azoto é da responsabilidade do INE.

b) Organismos vivos do solo - o azoto fixado no solo é estimado multiplicando a área por tipo de ocupação de solo (terra arável, culturas permanentes e pastagens permanentes) pelos coeficientes de fixação de azoto para cada tipo de ocupação.

$$\begin{aligned} & \text{Quantidade de azoto fixado no solo pelos organismos vivos (kg N)} \\ & = \\ & \text{SAU (ha)} \\ & \times \\ & \text{Coeficiente de fixação do azoto dos organismos vivos (kg N/ha)} \end{aligned}$$

O coeficiente utilizado para a fixação do azoto é o utilizado pela OCDE no cálculo dos balanços de nutrientes.

#### 4. Deposição atmosférica de azoto

A água da chuva arrasta consigo compostos azotados existentes na atmosfera, os quais se depositam nos solos.

A deposição atmosférica de componentes azotados sobre o solo é calculada multiplicando a SAU pelo coeficiente de deposição atmosférica nacional.

$$\begin{aligned} & \text{Deposição atmosférica de nutrientes (kg N)} \\ & = \\ & \text{SAU (ha)} \\ & \times \\ & \text{Coeficiente de deposição atmosférica (kg N/ha e kg P/ha)} \end{aligned}$$

O coeficiente utilizado para a deposição do azoto é o utilizado pela OCDE no cálculo dos balanços de nutrientes. Não se considerou no Balanço do Fósforo a deposição atmosférica deste nutriente.

### B - Remoção de nutrientes

#### 1. Culturas agrícolas

Os nutrientes removidos do solo pelas culturas são estimados multiplicando a produção das culturas pelos respetivos coeficientes de remoção de fósforo.

$$\begin{aligned} & \text{Nutriente removido pela cultura y (kg N ou kg P)} \\ & = \\ & \text{Produção da cultura y (t matéria verde)} \\ & \times \\ & \text{Coeficiente de remoção dos nutrientes pela cultura y (kg N/t matéria verde da cultura y e kg P/t} \\ & \text{matéria verde da cultura y)} \end{aligned}$$

No caso específico das pastagens, a produção foi calculada em matéria seca e considerado que se consome 70% da produção (estimativa da OCDE). Por sugestão do Manual EUROSTAT/OCDE, o coeficiente de remoção de fósforo para as pastagens utilizado foi 0,032 kg N/kg matéria seca.

Os coeficientes utilizados para a remoção de azoto pelas culturas são os propostos pela OCDE, enquanto que para a remoção de fósforo se utilizam na generalidade os propostos pelo Código das Boas Práticas Agrícolas (CBPA). Apenas nos casos das culturas para as quais o CBPA não fornece coeficientes para a remoção do fósforo se utilizam os propostos pela OCDE.

### Conceitos:

Consumo aparente – total de recursos disponíveis para serem utilizados no mercado interno (inclui eventuais perdas e stocks).

Deposição atmosférica do azoto – deposição, seca ou através da chuva, de componentes azotados sobre o solo.

Efetivo animal – número de animais que são propriedade de uma exploração agrícola, bem como os criados sob contrato pela exploração.

Estrume – mistura de dejectos sólidos e líquidos dos animais com resíduos de origem vegetal, como palhas e matos, com maior ou menor grau de decomposição.

Fertilizante – substâncias utilizadas (adubos e/ou corretivos) com o objetivo de direta ou indiretamente melhorar a nutrição das plantas.

Fixação biológica do azoto – fixação do azoto no solo, através de bactérias que vivem simbioticamente nas raízes das culturas leguminosas e/ou através de organismos vivos do solo.

### Fontes:

- Inquérito Anual à Produção Industrial (IAPI) (Instituto Nacional de Estatística - INE) – quantidades vendidas de fertilizantes azotados e fosfatados (tonelada de substância ativa; tonelada de produto).

- Comércio Internacional (CI) (INE) – quantidade exportada/importada de fertilizantes azotados e fosfatados inorgânicos (tonelada de substância actina; tonelada de produto).

- Séries estatísticas dos efetivos animais de bovinos, suínos, porcos de engorda, ovinos e caprinos, frangos, galinhas poedeiras, outras aves, equídeos, coelhos – cabeças animais (número).

- Séries estatísticas da produção vegetal e da utilização dos solos – produção das culturas agrícolas (toneladas); área das culturas agrícolas (hectare); superfície agrícola utilizada (SAU) (hectare).

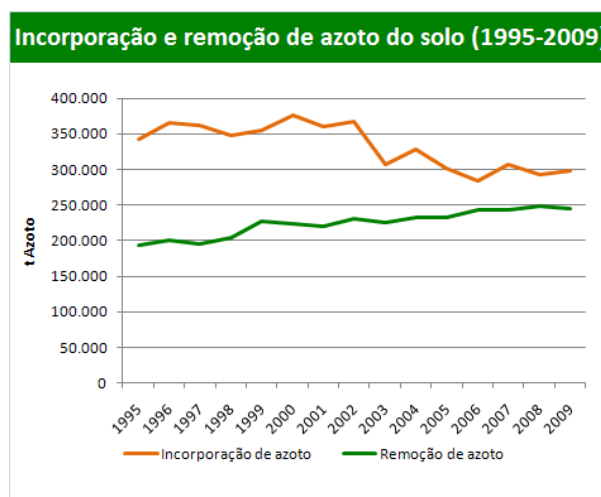
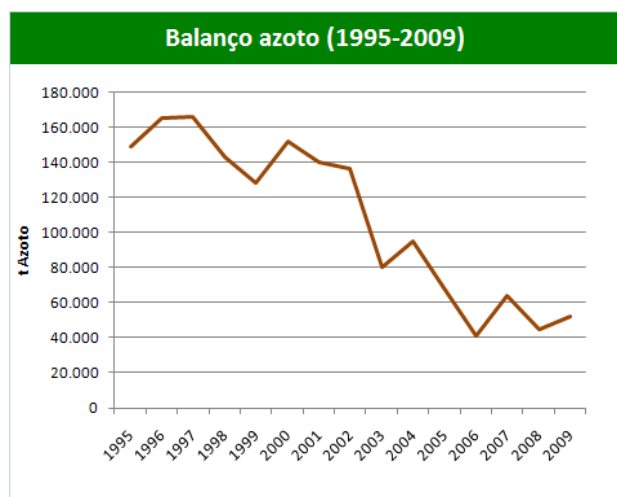
- Recenseamento Geral da Agricultura (RGA) 1999 e 2009 (INE) – SAU, efetivos animais (número), área das principais culturas (hectare).

- Balanço do fósforo e Balanço do azoto da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) – coeficiente de fixação biológica do azoto (kg de N/ha); coeficientes de deposição atmosférica do azoto (kg de N/ha); coeficientes de remoção de azoto e de fósforo do solo, por cultura (kg de N/tonelada e kg de P/tonelada).
- Código das Boas Práticas Agrícolas 2009 - coeficientes de conversão do estrume animal em fósforo (kg P/cabeça animal/ano).
- Inventário Nacional de Emissões - coeficientes de conversão do estrume animal em azoto (kg N/cabeça animal/ano).
- Manual Serviço de Estatísticas das Comunidades Europeias (EUROSTAT) / OCDE 2002 – coeficientes de remoção do azoto e do fósforo do solo para as pastagens temporárias e permanentes.

### III - Análise sumária dos dados

O Balanço do Azoto resultou em 2009 num excesso de 52 mil toneladas expresso em nutriente azoto, o que equivale a 14 kg de N por hectare de SAU. Nestes últimos 14 anos, a tendência do balanço tem sido de decréscimo, revelando uma variação de menos 65% neste período e potencialmente um menor risco em termos das perdas deste nutriente. Esta evolução resulta da menor incorporação de azoto no solo (-13%) e simultaneamente duma maior remoção de nutriente pelas culturas (+27%).

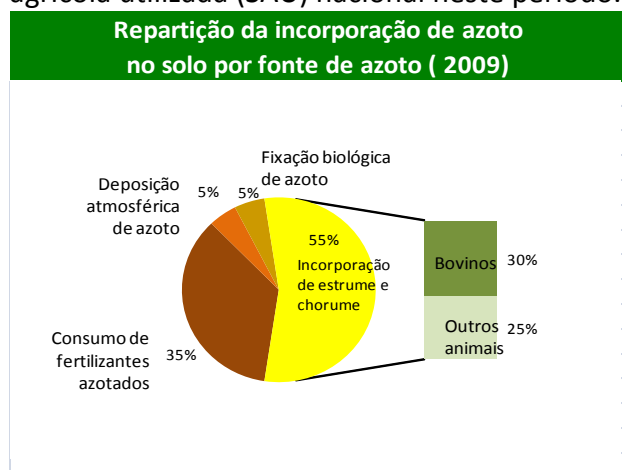
Em 2006, atingiu-se o mínimo do balanço do azoto, em resultado do período de seca extrema (2005 e 2006) e do início da aplicação do Regime de Pagamento Único, com a ajuda desligada da produção.



A incorporação de estrume no solo representa o maior componente de incorporação de azoto no solo, 55% em 2009, seguindo-se a aplicação de fertilizantes azotados com 35%. Os bovinos são a espécie animal que mais contribuem para a incorporação de azoto pelo estrume (30%).

Em termos de evolução, no período em análise, a contribuição em azoto da aplicação de estrume tem-se mantido relativamente estável, enquanto o consumo de fertilizantes tem diminuído progressivamente (-28%) (Anexo - Quadro 1). Esta variação reflete uma maior integração de políticas de proteção ambiental pela PAC, nomeadamente pela pressão legislativa que promoveu a definição do Código das Boas Práticas Agrícolas, das Zonas Vulneráveis de Nitratos e da aplicação das regras de condicionalidade aos regimes de pagamentos diretos.

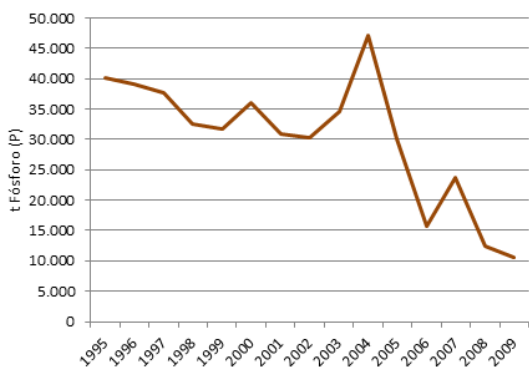
A fixação biológica e a deposição atmosférica de azoto têm uma menor contribuição para a incorporação deste nutriente no solo, 5% em 2009. O decréscimo da fixação biológica (-15%) resulta do decréscimo da área de culturas leguminosas nacional ao longo dos últimos 14 anos, assim como o decréscimo de 7% da deposição atmosférica está relacionado com a diminuição da superfície agrícola utilizada (SAU) nacional neste período.



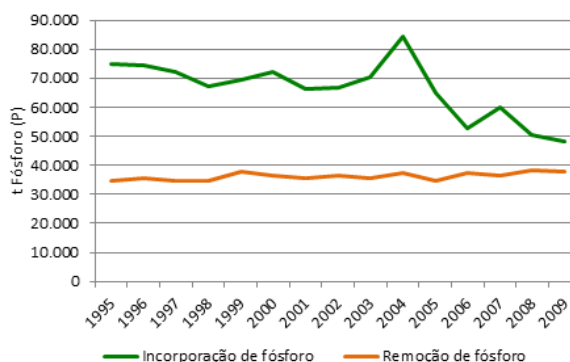
O Balanço do Fósforo contabilizou em 2009 um excedente de cerca de 10,5 mil toneladas de fósforo no solo, o que equivale a cerca de 3 kg de P por hectare de SAU. Apesar da tendência de decréscimo do balanço do fósforo no período entre 1995 e 2009 (-74%), verificou-se em 2004 um aumento pontual face a 2003 (+37%), variação esta promovida pela maior incorporação via aumento do consumo aparente de fertilizantes fosfatados.

De forma similar ao Balanço do Azoto, o Balanço do Fósforo teve um significativo decréscimo em 2005 e 2006, justificado pela seca extrema que se sentiu neste período e que fez com que a incorporação de fósforo, quer por incorporação de fertilizantes fosfatados quer pela incorporação de estrume no solo, tenha diminuído.

### Balanço do fósforo (1995-2009)

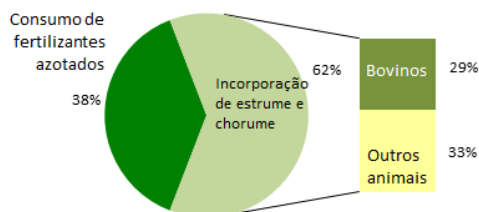


### Incorporação e remoção de fósforo do solo (1995-2009)



À semelhança do azoto, a incorporação de estrume no solo representa também o maior componente de incorporação de fósforo no solo, 62% em 2009, seguindo-se a aplicação de fertilizantes fosfatados com 38%. Os bovinos são também a espécie animal que mais contribuem para a incorporação de fósforo pelo estrume (29%). Em termos de evolução, a incorporação de fósforo pelo estrume diminuiu cerca de 7% entre 1995 e 2009, enquanto a incorporação por consumo de fertilizantes diminuiu 57% no mesmo período (Anexo – Quadro 1).

### Repartição da incorporação de fósforo no solo por fonte de fósforo (2009)



## IV - Documentação de referência

-Gross Phosphorus Balances Handbook – Eurostat e OCDE

<http://www.oecd.org/dataoecd/2/36/40820243.pdf>

-Gross Nitrogen Balances Handbook – Eurostat e OCDE

<http://www.oecd.org/dataoecd/2/37/40820234.pdf>



- Inventário Nacional de Emissões
- Código das Boas Práticas (CBPA), com a revisão do Anexo 1.

## **ANEXO**

### **Quadro 1**

### Incorporação de azoto (t N)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Consumo aparente de fertilizantes azotados	145.815	168.229	164.288	149.303	148.944	170.009	157.511	163.902	110.132	125.844	102.663	87.391	113.005	100.216	105.130
Incorporação de estrume e chorume	162.907	164.170	164.461	167.058	174.884	174.500	171.783	172.160	165.300	170.697	168.232	165.540	164.634	163.255	162.876
Bovinos	80.556	82.514	82.757	84.554	87.312	87.253	86.099	87.423	86.138	89.325	90.992	89.261	90.746	91.671	89.381
Suínos	23.821	23.292	23.548	23.323	23.247	23.105	23.114	22.693	21.784	22.766	22.497	22.128	22.577	22.301	21.965
Ovinos e caprinos	33.941	33.780	33.328	34.451	34.259	34.169	32.698	32.382	31.520	33.075	33.466	32.977	31.212	29.502	27.479
Aves	16.697	16.697	17.497	17.497	22.958	22.978	22.972	22.948	19.572	19.572	16.015	16.015	15.257	15.257	19.623
Outros animais	7.892	7.887	7.331	7.233	7.108	6.995	6.900	6.715	6.286	5.959	5.261	5.159	4.842	4.524	4.428
Deposição atmosférica de azoto	15.289	15.224	15.183	14.621	15.071	15.002	14.717	14.914	14.778	14.798	14.674	14.597	14.276	14.479	14.229
Fixação biológica de azoto	17.774	17.531	17.261	16.507	16.633	16.482	16.153	16.317	16.230	16.212	15.834	15.708	15.385	15.440	15.111

## Quadro 2

### Balanço do azoto

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Incorporação de azoto (t N)	341.785	365.154	361.193	347.489	355.532	375.992	360.164	367.293	306.439	327.551	301.402	283.236	307.299	293.390	297.345
Remoção de azoto (t N)	192.788	199.911	195.522	204.801	227.485	223.793	220.270	230.765	226.042	232.885	232.687	242.462	243.278	248.728	245.304
Balanço do azoto (t N)	148.997	165.242	165.671	142.687	128.047	152.199	139.894	136.528	80.398	94.667	68.716	40.774	64.020	44.662	52.041
Balanço do azoto/SAU (kg N/ha)	38	42	43	38	33	40	37	36	21	25	18	11	17	12	14

## Quadro 3

### Incorporação de fósforo (t P)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Consumo aparente de fertilizantes fosfatados	42.786	42.218	40.125	34.916	36.310	39.304	33.996	34.633	39.109	52.147	33.739	22.332	29.711	20.759	18.439
Incorporação de estrume e chorume	32.221	32.233	32.137	32.458	33.312	33.170	32.523	32.352	31.213	32.201	31.254	30.732	30.486	29.970	29.991
Bovinos	14.053	14.223	14.227	14.385	14.273	14.206	13.943	13.988	13.917	14.419	14.426	14.112	14.352	14.343	14.007
Suínos	5.178	5.068	5.124	5.069	5.054	5.022	5.004	4.916	4.718	4.926	4.874	4.795	4.883	4.821	4.743
Ovinos e caprinos	7.594	7.548	7.449	7.690	7.629	7.606	7.263	7.184	6.984	7.337	7.422	7.316	6.920	6.548	6.111
Aves	3.375	3.375	3.473	3.473	4.543	4.548	4.546	4.540	3.983	3.983	3.180	3.180	3.089	3.089	3.969
Outros animais	2.020	2.019	1.864	1.842	1.814	1.788	1.766	1.724	1.611	1.536	1.351	1.328	1.242	1.170	1.162

## Quadro 4

### Balanço do fósforo

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Incorporação de fósforo (t P)	75.007	74.451	72.261	67.374	69.622	72.474	66.519	66.985	70.322	84.348	64.993	53.064	60.197	50.729	48.430
Remoção de azoto de fósforo (t P)	34.767	35.417	34.588	34.878	37.907	36.370	35.690	36.718	35.810	37.215	34.921	37.425	36.464	38.204	37.898
Balanço do de fósforo (t P)	40.240	39.034	37.673	32.496	31.715	36.104	30.829	30.267	34.512	47.133	30.071	15.640	23.733	12.525	10.532
Balanço do de fósforo/SAU (kg P/ha)	10	10	10	9	8	9	8	8	9	12	8	4	6	3	3