



## **MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE**

**Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA**

**Departamento de Apoio ao Conselho Nacional do Meio Ambiente – DCONAMA**

SEPN 505, Lote 2, Bloco B, Ed. Marie Prendi Cruz, 1º andar - Asa Norte - 70730-542 – Brasília/DF  
Tel. (61) 2028 2207 - 2028 2102 - [conama@mma.gov.br](mailto:conama@mma.gov.br)

**Critérios e procedimentos para uso de resíduos industriais indicados como matéria-prima fornecedora de micronutrientes na produção de fertilizantes para aplicação no solo**

**Processo n. 02000.002955/2004-69**

**Procedência: 8ª Reunião da Câmara Técnica de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos CTQAGR**

### **VERSÃO LIMPA**

*Define critérios e procedimentos para uso de resíduos industriais indicados como matéria-prima fornecedora de micronutrientes na produção de fertilizantes para aplicação no solo, e dá outras providências.*

O **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE**, no uso das atribuições e competências que lhe são conferidas pelo art. 8o, inciso VII, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e

Considerando a Lei nº 12.305/10, de 02 de agosto de 2010, que estabelece em seu artigo 9º, a ordem de prioridade a ser observada na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, como a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos mesmos.

Considerando que o uso controlado de resíduos industriais substitui substâncias inorgânicas que ocorrem nas matérias-primas naturais utilizadas na produção de fertilizantes, aumenta a vida útil de reservas minerais e reduz os impactos ambientais resultantes da exploração de jazidas minerais;

Considerando a necessidade de controle da contaminação do solo visando à manutenção de sua funcionalidade e a proteção da qualidade das águas superficiais e subterrâneas; e

Considerando a necessidade de estabelecimento de procedimentos e critérios uniformizados e integrados entre os órgãos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios para a utilização de resíduos industriais indicados como matéria-prima fornecedora de micronutrientes na produção de fertilizantes para aplicação no solo, resolve:

### **CAPÍTULO I DAS DISPOSIÇÕES GERAIS**

Art. 1º Esta Resolução define critérios e procedimentos para uso de resíduos industriais indicados como matéria-prima fornecedora de micronutrientes na produção de fertilizantes para aplicação no solo e dá outras providências.

§1º Deverão ser observados os demais instrumentos normativos que dispõem sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes destinados à agricultura.

§ 2º Os critérios e procedimentos aqui estabelecidos envolvem a geração, o tratamento e a utilização desses resíduos.

Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotados os seguintes termos e definições:

Autorização ambiental: documento emitido pelo órgão ambiental competente que aprova o uso do resíduo industrial como matéria-prima fornecedora de micronutrientes na produção de fertilizantes para aplicação no solo.

Beneficiamento: conjunto de operações de natureza física que visam ao preparo do resíduo para seu uso como matéria-prima fornecedora de micronutrientes, podendo envolver moagem, classificação granulométrica, homogeneização e secagem.

Fertilizante: produto mineral ou orgânico, natural ou sintético, fornecedor de um ou mais nutrientes de plantas.

Micronutriente: elemento essencial ou benéfico para o crescimento e produção dos vegetais, compreendendo Cobre (Cu), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo) e Zinco (Zn), expressos nas suas formas elementares.

Plano de gerenciamento de resíduos sólidos: documento integrante do processo de licenciamento ambiental do empreendimento ou atividade, baseado nos princípios da não geração e na minimização da geração de resíduos, que aponta e descreve as ações relativas ao seu manejo, contemplando os aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, reciclagem, tratamento e disposição final, bem como a proteção à saúde pública e ao meio ambiente.

Resíduos elegíveis: resíduos industriais resultantes das etapas dos processos produtivos especificados nesta Resolução e indicados como matéria-prima fornecedora de micronutrientes na produção de fertilizantes para aplicação no solo.

Sistema de controle de poluição: conjunto de instalações, equipamentos, medidas e procedimentos empregados para prevenir e controlar a poluição do ar, das águas e do solo.

Tratamento: conjunto de operações de natureza física, físico-química ou química, aplicadas na remoção ou redução de substâncias inorgânicas do resíduo, com vistas à sua utilização como matéria-prima fornecedora de micronutrientes atendendo aos limites máximos de concentração estabelecidos nesta Resolução.

Unidade geradora: unidade industrial onde ocorre um ou mais processos produtivos geradores de resíduo(s) elegível(is) indicado(s) como matéria-prima fornecedora de micronutrientes na produção de fertilizantes para aplicação no solo.

Unidade produtora de fertilizante micronutriente: estabelecimento registrado e autorizado pelos órgãos competentes para utilizar os resíduos industriais indicados como matéria-prima fornecedora de micronutrientes na produção de fertilizantes para aplicação no solo, de acordo com as normas e procedimentos regidos nesta Resolução, por meio da formulação com outras matérias-primas fornecedoras de nutrientes não consideradas como resíduos.

## **CAPÍTULO II DOS RESÍDUOS PASSÍVEIS DE UTILIZAÇÃO**

Art. 3º Um resíduo industrial poderá ser indicado como matéria-prima fornecedora de micronutrientes na produção de fertilizantes para aplicação no solo se atender integralmente às seguintes exigências:

I - constar da relação de resíduos elegíveis do Anexo I;

II – ser classificado como resíduo não perigoso conforme a norma ABNT NBR 10004 - Resíduos Sólidos – Classificação;

III - apresentar teor mínimo de micronutriente de interesse agrônômico conforme definido no art. 7º;

IV - apresentar concentrações de substâncias inorgânicas abaixo dos limites estabelecidos no Anexo II;

V - não apresentar concentrações de substâncias orgânicas que possam representar riscos à saúde pública e ao ambiente, o que deverá ser devidamente comprovado;

VI – ser gerado por processo industrial que garanta a manutenção de suas características dentro dos critérios definidos nos incisos anteriores.

Artigo 4º A importação de resíduos como matéria-prima para a fabricação de fertilizante micronutriente deverá observar a Convenção de Basileia sobre a movimentação transfronteiriça de resíduos perigosos e seu depósito, a Lei 12.305, de 2 de agosto de 2.010, e seu regulamento, e a Resolução Conama n. 452, de 2 de julho de 2012.

§ 1º A unidade produtora de fertilizante micronutriente deverá consultar previamente o órgão ambiental responsável pelo seu licenciamento nos termos desta Resolução sobre a elegibilidade da utilização do resíduo a ser importado.

§ 2º Para a autorização de uso de resíduo importado o órgão ambiental responsável pelo licenciamento da unidade produtora deverá verificar o atendimento das condições de elegibilidade constantes no art. 3º, os teores mínimos elementos de interesse agrônômico constantes no art. 7º e os limites máximos de substâncias inorgânicas nos resíduos de acordo com o Anexo II.

§ 3º A autorização de uso pelo órgão ambiental responsável pelo licenciamento da unidade produtora deverá ser informada ao Ibama para adoção das devidas providências quanto a importação.

Art. 5º Fica proibida a utilização de resíduos classificados como perigosos de acordo com a norma ABNT NBR 10004 - Resíduos Sólidos – Classificação, para o fim de que trata esta Resolução.

Art. 6º Os resíduos elegíveis indicados como matéria-prima fornecedora de micronutrientes na produção de fertilizantes para aplicação no solo são aqueles definidos no Anexo I.

Parágrafo único. Poderão ser acrescidos outros resíduos ao Anexo I, a partir de requerimento dos órgãos ambientais competentes ao Conama, fundamentado por estudos técnicos que comprovem o atendimento aos critérios estabelecidos no art. 3º desta Resolução.

Art. 7º O resíduo elegível deve apresentar, para o principal elemento de interesse agrônômico, o seguinte teor mínimo:

MICRONUTRIENTE	TEOR MÍNIMO NO RESÍDUO (%)
Cobre (Cu)	15
Manganês (Mn)	12
Molibdênio (Mo)	2

Art. 8º As concentrações de substâncias inorgânicas nos resíduos utilizados como matéria-prima fornecedora de micronutrientes na produção de fertilizantes não podem exceder aos limites máximos estabelecidos no Anexo II, calculados pela aplicação do modelo descrito no Anexo III e outras normas pertinentes.

§ 1º Os resíduos que apresentarem concentrações acima dos limites máximos de substâncias inorgânicas definidos no Anexo II deverão sofrer tratamento para adequação às exigências desta Resolução.

§ 2º O tratamento deverá ocorrer na unidade geradora do resíduo ou na unidade produtora de fertilizante micronutriente, a qual deverá possuir a licença para esta finalidade, emitida pelo órgão ambiental competente.

Art. 9º Os resíduos de que trata esta resolução não poderão ser utilizados diretamente nos solos, sendo vedada a sua comercialização direta para a agricultura.

Art. 10. Poderá ser admitida a mistura de resíduos elegíveis desde que individualmente atendam aos critérios definidos nesta Resolução e que a mistura resultante não exceda aos limites máximos de substâncias inorgânicas estabelecidos no Anexo II.

Parágrafo único. Não será admitida a mistura de resíduos elegíveis a outros tipos de resíduos para enquadramento das concentrações das substâncias inorgânicas aos limites estabelecidos no Anexo II.

### **CAPITULO III DA AVALIAÇÃO E AUTORIZAÇÃO**

Art. 11. A unidade geradora do resíduo e a unidade produtora de fertilizante micronutriente deverão possuir as devidas licenças ambientais e ter os sistemas de controle de poluição e os planos de gerenciamento de resíduos sólidos implementados.

Art. 12. O uso do resíduo destinado à matéria-prima para fabricação de micronutrientes deverá ser aprovado mediante documento de autorização a ser emitido pelo órgão ambiental responsável pelo licenciamento da unidade geradora, de modo a garantir a rastreabilidade do processo, a avaliação e a comprovação do atendimento a todos os critérios estabelecidos nesta Resolução.

§ 1º Para subsidiar a análise da solicitação do uso do resíduo, a unidade geradora deverá apresentar ao órgão ambiental a documentação necessária para verificação dos critérios definidos nesta Resolução e a anuência do órgão ambiental responsável pelo licenciamento da unidade produtora de fertilizante micronutriente, quando aplicável.

§ 2º A autorização deverá ser emitida para cada resíduo elegível, com a identificação da unidade geradora, do processo de geração e da unidade produtora de fertilizante micronutriente para a qual será destinado.

§ 3º A autorização ambiental deverá conter, no mínimo:

I- Identificação da unidade geradora do resíduo;

II- Identificação do tipo de resíduo conforme o art. 6º desta Resolução;

III - Identificação da unidade produtora de fertilizante micronutriente;

IV- Quantidade e periodicidade do envio do resíduo; e

V - Nome do órgão emissor e número das licenças ambientais da unidade geradora do resíduo e da unidade produtora de fertilizante micronutriente.

Art. 13. A caracterização do resíduo elegível deverá ser realizada com base no fluxograma do processo produtivo que lhe deu origem, incluindo informações sobre a composição química das matérias-primas e dos insumos utilizados, com a identificação dos pontos de geração.

§ 1º O resíduo deverá ser classificado segundo a Norma Técnica ABNT NBR 10.004 – Resíduos Sólidos – Classificação e ser amostrado de acordo com a Norma Técnica ABNT NBR 10.007 - Amostragem de Resíduos Sólidos, ou aquelas que vierem a substituí-las.

§ 2º Deverão ser coletadas no mínimo 4 (quatro) amostras compostas do resíduo em datas distintas, considerando um período que seja representativo da variabilidade do processo de geração e das características do resíduo.

§ 3º O relatório de amostragem deverá contemplar a descrição do local de coleta, incluindo diagramas, esboços ou fotografias, ponto de amostragem, número de amostras, tempo e forma de armazenamento, data e hora de coleta, identificação da amostra e assinatura do responsável.

Art. 14. A determinação das concentrações totais de substâncias inorgânicas na amostra bruta dos resíduos deverá ser realizada empregando-se a edição mais recente dos métodos 3050 e 3051 estabelecidos no *U.S.E.P.A. SW – 846 “Test Methods for Evaluating Solid Wastes”* ou outras metodologias que vierem a substituí-la.

Parágrafo único. Os parâmetros a serem determinados na massa bruta dos resíduos são arsênio, bário, cádmio, chumbo, cobre, cromo total, manganês, mercúrio, molibdênio, níquel e zinco, e as concentrações deverão ser expressas em grama (g) ou miligramas (mg) por quilograma (kg) de resíduo, em base seca.

Art. 15. As análises para caracterização do resíduo deverão ser realizadas em laboratórios acreditados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO, ou por entidades por ele credenciadas.

§ 1º Por um prazo de 3 (três) anos, contados a partir da data de publicação desta Resolução, serão admitidas análises realizadas por laboratórios acreditados ou homologados por outras instituições aceitas pelos órgãos ambientais para os respectivos parâmetros de interesse, de acordo com as normas e padrões utilizados pelo INMETRO.

§ 2º Na hipótese da importação de resíduos, nos termos do art. 4º desta Resolução, poderão ser aceitos laudos técnicos emitidos por laboratórios estrangeiros acreditados por organismos signatários de acordo de reconhecimento mútuo, do qual o INMETRO faça parte.

Art. 16. A unidade produtora de fertilizante micronutriente deverá manter um sistema de documentação que possibilite o rastreamento do resíduo desde sua entrada até o produto final que o contenha, incluindo mapas de produção, controle de estoque, consumo, laudos analíticos e outros registros que se fizerem necessários.

§1º Deverão ser mantidos em arquivo, por um prazo de 5 (cinco) anos, registros contendo as seguintes informações:

I – Identificação dos resíduos processados, contendo a data de recebimento, tipo, origem, quantidades recebidas e processadas, laudos analíticos dos elementos micronutrientes e das substâncias inorgânicas;

II - Os lotes de resíduos que tenham sido devolvidos à unidade geradora, com indicação dos motivos da rejeição;

III – Os lotes de fertilizantes micronutrientes fabricados com o uso de resíduos.

Art. 17. O beneficiamento que visa ao preparo do resíduo para seu uso como matéria-prima fornecedora de micronutrientes deverá ocorrer na unidade geradora ou na unidade produtora de fertilizante micronutriente, a qual deverá possuir a licença para esta finalidade, emitida pelo órgão ambiental competente.

Parágrafo único. No processo de beneficiamento não será permitida a mistura de resíduos a outros materiais para a redução das concentrações de substâncias inorgânicas visando ao enquadramento das concentrações aos limites estabelecidos no Anexo II desta Resolução.

#### **CAPITULO IV DAS RESPONSABILIDADES**

Art. 18. São de responsabilidade da unidade geradora do resíduo:

I – realizar análises laboratoriais do resíduo indicado como matéria-prima fornecedora de micronutrientes de acordo com os procedimentos definidos nesta Resolução, a cada alteração do processo produtivo que o gerou e conforme a periodicidade estabelecida pelo órgão ambiental competente;

II - destinar diretamente para unidade produtora de fertilizante micronutriente somente o resíduo autorizado pelo órgão ambiental competente, observados os demais instrumentos normativos que dispõem sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes destinados à agricultura;

III - manter à disposição da fiscalização dos órgãos competentes os registros atualizados da movimentação e destinação de cada lote de resíduo encaminhado à unidade produtora de fertilizante micronutriente;

IV- indicar e comprovar junto ao órgão ambiental competente o destino alternativo dado ao lote de resíduo rejeitado pela unidade produtora de fertilizante micronutriente.

Art. 19. São de responsabilidade da unidade produtora de fertilizante micronutriente, além de observar os instrumentos normativos que dispõem sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes destinados à agricultura:

I - utilizar como matéria-prima fornecedora de micronutriente somente o resíduo autorizado pelos órgãos ambientais competentes;

II - manter à disposição da fiscalização dos órgãos competentes os registros e os documentos fiscais relativos à aquisição, recebimento e utilização de cada lote de resíduo;

III - garantir que os resíduos utilizados como matérias-primas atendam aos requisitos de qualidade definidos pela regulamentação específica em vigor;

IV – segregar e armazenar adequadamente os resíduos a serem utilizados como matérias-primas, com devida identificação dos lotes e das unidades geradoras;

V - garantir a rastreabilidade dos resíduos utilizados como matérias-primas, conforme definido no art. 16 desta Resolução.

Art. 20. São responsabilidades dos órgãos ambientais emissores das licenças da unidade geradora e da unidade produtora de fertilizante micronutriente, de acordo com suas respectivas atribuições:

I - avaliar o enquadramento do resíduo elegível nos critérios técnicos desta Resolução e emitir a autorização ambiental para o seu uso como matéria-prima fornecedora de micronutriente;

II - verificar se a unidade geradora e a unidade produtora de fertilizante micronutriente estão com os sistemas de controle de poluição e os planos de gerenciamento de resíduos sólidos devidamente implementados, em conformidade com a respectiva licença ambiental;

III - inspecionar periodicamente a unidade geradora e a unidade produtora de fertilizante micronutriente para avaliar as condições de conformidade com os critérios técnicos desta Resolução;

IV – verificar a conformidade entre as informações prestadas pela unidade geradora e aquelas fornecidas pela unidade produtora de fertilizante micronutriente;

V – suspender a autorização ambiental para o uso do resíduo no caso da constatação de não conformidade aos requisitos desta Resolução.

## **CAPÍTULO V DAS DISPOSIÇÕES FINAIS**

Art. 21. A unidade geradora de resíduo e a unidade produtora de fertilizante micronutriente deverão prestar as informações relativas aos resíduos utilizados como matérias-primas nos respectivos relatórios dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos, observando o disposto no art. 23 da Lei n. 12.305/2010.

Art. 22. O descumprimento desta Resolução sujeitará o infrator às multas e penalidades previstas na Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e suas regulamentações.

## ANEXO I

### **Resíduos elegíveis como matéria-prima fornecedora de micronutrientes na produção de fertilizantes para aplicação no solo**

- I - Cinzas da produção de zinco SHG provenientes do processo de fusão de lingote ou catodo de zinco, formadas na superfície do banho (mínimo de 75% de Zn);
- II - Cinzas de galvanização (zincagem) a fogo provenientes do processo de fusão de zinco metálico, formadas na superfície do banho (mínimo de 60% de Zn);
- III - Cinzas de Zamac provenientes do processo de produção da liga por meio de fusão dos seus elementos primários, formadas na superfície do banho (zinco, alumínio, cobre e magnésio; mínimo de 60% de Zn);
- IV - Cinzas de Zamac proveniente do processo de injeção de peças oriundas da fusão da liga de Zamac e formadas na superfície do banho (zinco, alumínio, cobre e magnésio; mínimo de 45% de Zn);
- V - Lama de galvanização (zincagem) eletrolítica a frio gerada por processo que não utiliza aditivos com substâncias orgânicas que possam representar riscos à saúde ou ao meio ambiente (mínimo de 15% de Zn);
- VI - Escória de cobre de processo primário gerada na operação de produção de catodos e vergalhões, pela fusão do concentrado de cobre no forno de conversão na superfície (mínimo de 15% de Cu);
- VII - Escória de cobre de processo secundário gerada na operação de produção de lingotes na fusão de cobre metálico na superfície (mínimo de 15% de Cu);
- VIII - Escórias de latão e bronze geradas na produção de ligas de zinco e cobre pela fusão dos metais na superfície (mínimo de 1% a 20% de Cu e 8% a 30% de Zn);
- IX - Escórias de manganês geradas na produção de ligas de manganês pela fusão do concentrado (minério) de manganês na superfície (mínimo de 15% de Mn);
- X – Escórias de ferro-molibdênio geradas na produção de ligas de ferro-molibdênio pela fusão do concentrado de molibdênio e ferro metálico na superfície (mínimo de 2% de Mo).



## ANEXO II

### Limites máximos de substâncias inorgânicas nos resíduos indicados como matéria-prima fornecedora de micronutrientes na produção de fertilizantes para aplicação no solo.

SUBSTÂNCIA	CONCENTRAÇÃO MÁXIMA (mg.kg <sup>-1</sup> )
Arsênio	247
Bário	1795
Cádmio	6
Chumbo	750 <sup>(1)</sup>
Cromo Total	169
Mercúrio	10 <sup>(1)</sup>
Níquel	346

(1) Valor estabelecido na Instrução Normativa nº 27, de 05 de junho de 2006, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), Anexo I, Coluna C, adotado por ser mais conservador que os valores calculados conforme o Anexo III.

## ANEXO III

### **Modelo para o cálculo da concentração máxima de substâncias inorgânicas nos resíduos indicados como matéria-prima fornecedora de micronutrientes na produção de fertilizantes para aplicação no solo**

Este modelo adota os seguintes pressupostos:

1 - As quantidades de substâncias inorgânicas aplicadas no solo por meio de fertilizantes micronutrientes não devem exceder os Valores de Prevenção (VP) definidos na Resolução Conama n. 420, de 30 de dezembro de 2009, descontados os valores de ocorrência natural no solo e as quantidades aplicadas por meio de outros fertilizantes.

2 - São parâmetros técnicos fundamentais para aplicação do modelo a necessidade agrônômica do micronutriente para a planta, a taxa de aplicação do insumo agrícola e o número de aplicações do fertilizante fosfatado.

3 - Foram considerados, a favor da segurança, um número de 100 aplicações de fertilizante fosfatado a uma taxa de 400 kg/ha e um fator adicional de fitodisponibilidade de 0,6.

#### **Equação 1: Aporte máximo da substância inorgânica no solo por meio de micronutriente - AP**

$$AP = VP - (AMI + C), \text{ onde}$$

AP: aporte máximo da substância inorgânica no solo por meio de micronutriente, em miligramas por quilo ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ).

VP: valor limite para a concentração da substância inorgânica no solo, igual ao Valor de Prevenção (VP) estabelecido pela Resolução CONAMA n. 420/2009, em miligramas por quilo ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ).

AMI: aporte máximo da substância inorgânica no solo por meio de fertilizantes, em miligramas por quilo ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ).

C: concentração da substância inorgânica naturalmente presente no solo<sup>(1)</sup>, em miligramas por quilo ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ).

Nota 1: para fins da aplicação deste modelo o valor do parâmetro “C” na equação 1 foi adotado como a média entre os Valores de Referência de Qualidade de Solos Limpos dos estados de São Paulo e Minas Gerais, referidos na Resolução Conama n. 420/2009, e estabelecidos na Decisão de Diretoria Cetesb 195-2005-E de 23 de novembro de 2005 e na Deliberação Normativa COPAM n. 166, de 26 de junho de 2011, que altera o Anexo I da Deliberação Normativa Conjunta COPAM CERH n. 2, de 8 de setembro de 2010.

#### **Equação 2: Aporte máximo de substâncias inorgânicas no solo por meio de fertilizantes - AMI**

$$AMI = \frac{IF \times TA \times NA}{QS}, \text{ onde}$$

AMI: aporte máximo de substância inorgânica no solo por meio de fertilizantes, em miligramas por quilo ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ).

IF: concentração máxima da substância inorgânica presente no fertilizante, em miligramas por quilo ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ).

TA: taxa de aplicação do fertilizante fosfatado, adotada como igual a 400 quilos por hectare<sup>(2)</sup> ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ).

NA: número de aplicações de fertilizante fosfatado no solo numa mesma área, adotado como igual a 100 (cem) vezes.

QS: quantidade de solo em 1 hectare, adotada como igual 2.600.000 quilos por hectare<sup>(3)</sup> ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ).

Nota 2: referência do Boletim Técnico nº 100 do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) – Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo, para adubação com superfosfato simples com 18% de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

Nota 3: considerando uma camada arável de 0,2 metros (m) e densidade do solo de 1.300 quilos por metro cúbico ( $\text{kg.m}^{-3}$ ).

### **Equação 3: Concentração máxima da substância inorgânica no resíduo – CMI**

$$\text{CMI} = \frac{\text{AI} \times \text{QS} \times \text{CM} \times \text{FD}}{\text{NG} \times \text{NA}}, \text{ onde}$$

CMI: concentração máxima da substância inorgânica no resíduo por 1% do elemento micronutriente, em miligramas por quilo ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ).

AI: aporte da substância inorgânica no solo por meio de micronutriente, miligramas por quilo ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ).

QS: quantidade de solo em 1 hectare, adotada como igual 2.600.000 quilos por hectare<sup>(3)</sup> ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ).

CM: porcentagem do elemento micronutriente no resíduo, adotado como igual a 1%.

FD: fator adicional de fitodisponibilidade do micronutriente adotado como igual a 0,6.

NG: necessidade agronômica do elemento micronutriente, adotado como igual a 5,47 quilo por hectare ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ).

NA: número de aplicações de fertilizante fosfatado no solo numa mesma área, adotado como igual a 100 (cem) vezes.

### **Quadro 1. Síntese dos valores adotados e calculados a partir do modelo, para cada substância inorgânica.**

Substância inorgânica	IF (mg.kg <sup>-1</sup> )	AMI (mg.kg <sup>-1</sup> ) (Equação 2)	VP (mg.kg <sup>-1</sup> ) (Conama n. 420/09)	C <sup>(4)</sup> (mg.kg <sup>-1</sup> )	AP (mg.kg <sup>-1</sup> ) (Equação 1)	CMI (mg.kg <sup>-1</sup> ) (Equação 3)	Concentração máxima no resíduo (mg.kg <sup>-1</sup> )
Arsênio (As)	36 <sup>(1)</sup>	0,55	15	5,8	8,65	247	247
Bário (Ba)	200 <sup>(2)</sup>	3,08	150	84	62,92	1795	1795
Cádmio (Cd)	57 <sup>(3)</sup>	0,88	1,3	0,23	0,19	6	6
Chumbo (Pb)	360 <sup>(1)</sup>	5,54	72	18,3	48,16	1374	1374
Cromo total (Cr)	720 <sup>(1)</sup>	11,08	75	58	5,92	169	169
Mercúrio (Hg)	0,9 <sup>(1)</sup>	0,01	0,5	0,05	0,44	12	12
Níquel (Ni)	38 <sup>(2)</sup>	0,58	30	17,3	12,12	346	346

<sup>(1)</sup> Instrução Normativa n. 27, de 05 de junho de 2006, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), Anexo I, coluna A x 18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

<sup>(2)</sup> Kabata-Pendias e Pendias, 1984, para fertilizantes fosfatados (Tabela 5).

<sup>(3)</sup> Instrução Normativa n. 27, de 5 de junho de 2006, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), Anexo I, coluna C.

<sup>(4)</sup> Média entre os Valores de Referência de Qualidade de Solos Limpos dos estados de São Paulo e Minas Gerais, referidos na Resolução Conama n. 420/2009 e estabelecidos na Decisão de Diretoria Cetesb 195-2005-E de 23 de novembro de 2005 e Deliberação Normativa COPAM n. 166, de 26 de junho de 2011, que altera o Anexo I da Deliberação Normativa Conjunta COPAM CERH n. 2, de 8 de setembro de 2010.