

## **Características físico-químicas e toxicológicas do Clomazona.**

**Ana Maria Ferreti Lippi**

Graduando em Tecnologia Ambiental, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Tecnologia – Limeira, São Paulo.

**Daiane Graziely de Andrade**

Técnica em Meio Ambiente, pelo Centro de Paula Souza. Graduando em Tecnologia em Controle Ambiental, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Tecnologia – Limeira, São Paulo.

**Joyce Bovo**

Graduando em Tecnologia Ambiental, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Tecnologia – Limeira, São Paulo.

**Larissa Nogueira**

Técnica em Meio Ambiente pela ETECAP de Campinas. Graduando em Tecnologia em Controle Ambiental, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Tecnologia – Limeira, São Paulo..

**Mariana de Moraes Pinto**

Graduando em Tecnologia Ambiental, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Tecnologia – Limeira, São Paulo.

**RESUMO**

Clomazona é um herbicida utilizado no combate de ervas daninhas especialmente em plantações de arroz irrigado e cana de açúcar. Em relação à cana de açúcar o Brasil é conhecido hoje como seu maior produtor (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, 2013) sendo crescentes as chances de contaminação do ambiente. Clomazona é um herbicida solúvel em água ( $> 1\text{g/L}$ ) e apresenta um coeficiente de partição octanol água de 2,54 ( $\log K_{ow}$ ), o que permite inferir que ele não deve se acumular em tecidos adiposos. Ele é pouco volátil (pressão de vapor de  $9,4 \times 10^{-5}$  hPa) e por apresentar uma constante de Henry de  $4,14 \times 10^{-8}$  atm- $\text{m}^3/\text{mol}$  deve permanecer na coluna d'água. Dependendo das características do solo ele tende a ficar mais ou menos adsorvido ( $K_{oc}$  variando de 139 a 608). Com base em estudo realizado com cães, uma dose de referência de 0,133 mg/Kg/dia (EFSA,2007), foi possível derivar um padrão de potabilidade de 0,8 mg/L. Existem dados de toxicidade do clomazona para animais aquáticos, indicando maior toxicidade para algas de água doce (*Navicula pelliculosa*) com uma concentração de efeito não observado (CENO) de 0,05 mg/L (EFSA,2007). Com base nesse CENO e aplicando os fatores de avaliação adequados de acordo com a quantidade de dados disponíveis, um critério para proteção da vida aquática de 0,001 mg/L foi derivado. No Brasil, apesar de já existirem relatos da presença de clomazona em corpos hídricos o clomazona não é regulamentado. As concentrações encontradas no Rio Grande do Sul ultrapassam critério calculado para proteção da vida aquática, mas não o de potabilidade. Os dados indicam que o clomazona tem probabilidade de ser encontrado em concentrações que oferecem riscos aos usos múltiplos da água portanto mais estudos deveriam ser conduzidos para se verificar a necessidade da inclusão deste composto na regulamentação nacional.

*Palavras-chave: Clomazona, Herbicida, Regulamentação.*

## ABSTRACT

Clomazone is an herbicide used for control of weeds especially in rice and sugarcane plantations. Regarding sugarcane Brazil is known today as its largest producer (Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply - MAPA, 2013) and increasing the chances of contamination of the environment. Clomazone is a soluble herbicide in water ( $> 1 \text{ g / L}$ ) and has a partition coefficient water octanol 2.54 ( $\log K_{ow}$ ), which allows to infer that it should not accumulate in fatty tissues. It is low volatile (vapor pressure of  $9.4 \times 10^{-5} \text{ hP}$ ) and present a Henry constant of  $4.14 \times 10^{-8} \text{ atm}\cdot\text{m}^3/\text{mol}$  must remain in water column. Depending on the characteristics of the soil it tends to be more or less adsorbed to the soil ( $K_{oc}$  ranging 139-608). Based on study of dogs, and a dose of 0.133 reference  $\text{mg / kg / day}$  (EFSA, 2007), it was possible to derive a potability standard of  $0.8 \text{ mg / L}$ . There are clomazone toxicity data for aquatic animals, indicating greater toxicity to freshwater algae (*Navicula pelliculosa*) with a no observed effect concentration (NOEC) of  $0.05 \text{ mg / L}$  (EFSA, 2007). Based on this NOEC and applying the appropriate evaluation factors according to the amount of data available, a criterion for protection of aquatic life of  $0.001 \text{ mg / L}$  was derived. In Brazil, although there are already reports of the presence of clomazone in waterbodies, clomazone is not regulated. The concentrations found in Rio Grande do Sul exceed criterion calculated for protection of aquatic life but not for drinking. The data indicate that clomazone is likely to be found in concentrations that pose risks to the multiple uses of water; therefore, more studies should be conducted to verify the necessity of the inclusion of this compound in the national legislation.

*Keywords: Clomazone, Herbicide, Regulation.*

## INTRODUÇÃO

O Clomazona é comercializado com o nome de Gamit, e é utilizado em larga escala da produção de arroz irrigado na região do Rio Grande do Sul, e em culturas de cana de açúcar da região Sudeste devido a sua eficiência no combate a ervas daninha.

No Brasil são cultivados anualmente 1,3 milhões de hectares com arroz irrigado, dos quais cerca de 950 mil (73%) estão no RS. (AGRIANUAL, 2000). Sendo que para essa produção é aplicado clomazona diretamente na lâmina de água em contato com o solo, que dependendo de suas características físicas e químicas varia sua capacidade de adsorção para cada tipo de solo e condições ambientais.

Clomazona é um herbicida do grupo químico isoxazolidinona (AGROFIT, 2003), mas, eventualmente ele pode ser comercializado combinado com outros produtos o que infere no seu comportamento no meio ambiente (EFSA, 2005).

O clomazona é uma substância sintética que atua de modo seletivo, sendo absorvida pelas raízes e brotos das culturas onde é aplicada. Possui estado físico líquido semelhante à cor de palha clara e é frequentemente encontrada em forma de cápsula de suspensão, que é misturada na água e aplicada em forma de spray. O clomazona se dissipa no ambiente principalmente em forma de vapor, e no solo por degradação microbiana (PPBD, 2009; EPA, 2007).

No Brasil, segundo Resolução – Republicada no DOU em seis de junho de 2012 o clomazona é aplicado em pré-emergência das plantas infestantes nas culturas de algodão, arroz, batata, cana-de-açúcar, eucalipto, fumo, mandioca, melão, milho, pimentão e soja (ANVISA, 2012). As taxas de aplicações variam geralmente de 0,09 - 0,12 kg ingrediente ativo (ia) por hectare (ha) (EFSA, 2005). De acordo com o fabricante do Gamit as taxas de

utilização variam com a cultura. Sendo para arroz irrigado uma taxa de 0,4 - 0,6 kg ia/ha, e para cana de açúcar uma taxa de 1,08 - 1,26 Kg ia/ha (nas culturas mais produzidas no Brasil).

### **1.0 OBJETIVO**

Apresentar as características físico-químicas e toxicológicas do clomazona, sua ocorrência em águas brasileiras e calcular critérios para proteção da vida aquática e de potabilidade com base nos dados encontrados, tendo em vista que o clomazona ainda não é regulamentado no Brasil.

### **2.0 METODOLOGIA**

Pesquisas em livros, bases de dados científicas tanto nacionais como internacionais dentre eles estão: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT), European Food Safety Authority (EFSA), International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), US Environmental Protection Agency (EPA), World Health Organization (WHO), Pesticide Properties Database (PPDB), Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Australian Drinking Water Guidelines (ADWG), Guidelines for Canadian Drinking Water Quality (CDW), State Chinese Research Academy of Environmental Sciences (WQC) e Northern Ireland Environment Agency (NIEA). Pesquisas nas normas brasileiras (CONAMA e Portarias) e de outros países (Estados Unidos, Canadá, União Europeia, Austrália).

### **3.0 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS**

Para apresentar os valores das propriedades físico-químicas da substância clomazona, primeiro, deve-se conhecer as definições dos parâmetros que possibilitam prever o comportamento de agrotóxicos no meio ambiente. As principais propriedades abordadas neste estudo são solubilidade em água, coeficiente de adsorção normalizado pelo carbono orgânico ( $K_{oc}$ ), produto da

constante de dissociação ácida do composto ( $pK_a$ ), pressão de vapor (PV), constante da lei de Henry ( $K_H$ ), coeficiente de partição octanol-água ( $K_{ow}$ ), tempo de meia vida ( $t_{1/2}$ ) no solo e na água.

A solubilidade em água é uma propriedade importante para os processos ambientais, pois fornece informações a respeito do comportamento, transporte e destino desses compostos, indicando a tendência do agrotóxico em ser carregado superficialmente no solo, atingindo águas superficiais. Com o coeficiente de adsorção ( $K_{oc}$ ) é possível prever a tendência do agrotóxico a ficar adsorvido na matéria orgânica no solo. Moléculas altamente solúveis tendem a apresentar valores de  $K_{oc}$  relativamente baixos (menores que  $150 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$ ), podendo ser mais rapidamente biodegradados no solo e na água. A Constante da Lei de Henry ( $K_H$ ), também chamada de coeficiente de partição ambiental ar-água, juntamente com a pressão de vapor (PV) mostra a tendência do agrotóxico a volatilizar ou permanecer na fase aquosa. O tempo de meia vida ( $t_{1/2}$ ) é um parâmetro usado para determinar os efeitos ambientais relacionados à volatilização, potencial de lixiviação e características de degradação de vários compostos químicos (Cabrera, L. et al. 2008).

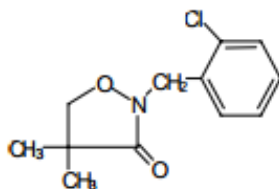
Finalmente o coeficiente de partição octanol/água ( $K_{ow}$ ), um coeficiente que representa a razão entre a solubilidade de um composto em octanol (um solvente não polar), e a sua solubilidade em água (solvente polar).  $\log K_{ow}$  é geralmente utilizado como um indicador relativo da tendência de um composto orgânico para adsorver ao solo. Os valores de  $\log K_{ow}$  são geralmente inversamente relacionados com a solubilidade em água e diretamente proporcional ao peso molecular. (USEPA, 2004).

O ponto de ebulição do clomazona é de  $282^\circ\text{C}$ . É muito pouco volátil, com uma pressão de vapor de  $9,4 \times 10^{-5} \text{ hPa}$  e facilmente solúvel em água, com  $1102 \text{ mg/L}$ . A solubilidade não muda com o pH, uma vez que a molécula não se dissocia. É facilmente solúvel numa variedade de solventes orgânicos e o  $\log K_{ow}$  é 2,54 (EFSA, 2005). Sua Constante de Henry, ou seja, sua

solubilização em líquido é de  $4,14 \times 10^{-8}$  atm-m<sup>3</sup>/mol, o que significa que ela deve permanecer na coluna d'água como uma oposição à volatilização. O Koc varia de 139 a 608, com o este valor podemos compreender sua atividade no solo, quanto maior for seu Koc maior sua sorção ao solo. (EPA, 2007).

### 3.1 Identidade

O nome químico da substância clomazona de acordo com a IUPAC é 2 - (2-clorobenzil) -4,4-dimetil-1,2-oxazolidin-3-ona. Sua fórmula molecular é C<sub>12</sub>H<sub>14</sub>ClNO<sub>2</sub>, sua fórmula estrutural é descrita na figura 1 e sua massa molecular é igual a 239,7 g/mol (EFSA, 2007).



**Figura 1:** Estrutura química do clomazona (Fonte: EFSA, 2007).

#### 3.1.1 Informações toxicológicas

#### 3.2.1 Dados de toxicidade para vida aquática

O ingrediente ativo clomazona apresentou concentrações letais 50% (CL<sub>50</sub>) entre 19-34 mg/L para peixes de água doce, 5,2 mg/L para invertebrados de água doce, 40,6 mg/L para peixes marinhos e entre 0,567-5,3 mg/L para invertebrados marinhos (EPA, 2007). Dados de toxicidade crônica também estão disponíveis na literatura (Tabela 1).

**Tabela 1: Toxicidade crônica do herbicida clomazona (expressa em concentração de efeito não observado (CENO) para diferentes organismos aquáticos tanto marinhos como de água doce**

Espécie	CENO (mg/L)
---------	----------------

LIPPI, Ana Maria Ferreti; DE ANDRADE, Daiane Graziely; BOVO, Joyce; NOGUEIRA, Larissa; PINTO, Mariana de Moraes. Características físico-químicas e toxicológicas do Clomazona. *RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 7, n. 1, p. 24-39, fev. 2014.

<i>Crassostrea virginica</i> (ostra marinha)	2,75
<i>Daphnia magna</i> (microcrústaceo, água doce)	2,2
<i>Navicula pelliculosa</i> (alga, água doce)	0,05
<i>Selenastrum capricornutum</i> (alga, água doce)	0,5

**Fonte:** (EFSA, 2007)

Como pode ser observado na tabela 1, as algas são bastante sensíveis ao clomazona.

### 3.2.2 Cálculo do Valor Máximo Permitido para a Vida Aquática

O menor CENO encontrado, foi o em algas de água doce (*Navicula pelliculosa*), (EFSA, 2007), para o cálculo do critério para águas doces divide-se o valor de 0,05 mg/L por um fator de incerteza de 50 (SBMCTA - 2006) pois tem-se apenas dois níveis tróficos. O valor obtido foi de 0.001 mg/L.

O menor CENO encontrado para água salgada foi de 2,75 mg/L, para ostras (*Crassostrea virginica*), (EFSA,2007), para o cálculo do critério para águas salgadas divide-se o valor de 2,75 mg/L pelo fator de incerteza 50 pois tem-se dois níveis tróficos analisados e uma CENO de um grupo taxonômico marinho (SBMTCA - 2011) obtendo-se um valor de 0,055 mg/L.

O clomazona possui uma toxicidade aguda por inalação e ingestão, ela também possui características irritantes à pele. Em estudos realizados, o órgão-alvo da clomazona em todas as espécies foi o fígado. De acordo com os estudos disponíveis, não possui características genotóxicas, carcinogênicas e não promove efeitos para o desenvolvimento pré-natal, ou seja, não causa alterações na estrutura ou formação da descendência (EFSA, 2007).

Estudos realizados em cães expostos por um ano indicaram efeitos no fígado dos animais, com um NOAEL foi de 13,3 mg/kg/dia. Com base nesse valor

LIPPI, Ana Maria Ferreti; DE ANDRADE, Daiane Graziely; BOVO, Joyce; NOGUEIRA, Larissa; PINTO, Mariana de Moraes. Características físico-químicas e toxicológicas do Clomazona. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 7, n. 1, p. 24-39, fev. 2014.



uma dose de referência de 0,133 mg/kg/dia pode ser calculado considerando-se um fator de segurança de 100 relativo a diferenças inter e intraespécie. (EFSA, 2007).

Foram realizados estudos de toxicocinética em ratos, nos quais foram observados que de 90 a 99% do herbicida administrado foi excretado em 72 horas, sem uma retenção significativa do composto no organismo dos ratos (EFSA, 2007). Esse estudo indica que o clomazona não é uma substância bioacumulativa, corroborado pelo seu log Kow de 2,54.

### **3.2.3 Cálculo do Padrão de Potabilidade para Consumo Humano**

O cálculo de um critério de potabilidade pode ser feito a partir da dose de referência 0,133 mg/kg/dia com base em estudos em cães (EFSA, 2007) multiplicado pelo peso médio do brasileiro (adotado 60Kg) e dividido pelo consumo médio de litros de água por dia de um adulto (2 litros), com alocação de 20% para a água. O valor obtido foi de 0,8 mg/L.

Neste trabalho realizado foi utilizado a dose de referência 0,133 mg/kg/dia (EFSA, 2007) baseada em estudo com cães. Segundo Anvisa (2008), a dose de referência para o clomazona seria de 0,04 mg/kg/dia porém não há informações de como a mesma foi derivada (NOAEL e fatores de incertezas utilizados). Desta forma os valores optou-se por utilizar a dose de referencia da EFSA (2007). UMBUZEIRO (2012) utilizou o valor da ANVISA obtendo um critério de potabilidade de 0,2 mg/L. Mesmo utilizando o mesmo cenário de exposição e mesmo fator de alocação o valor seria 4 vezes menor que o que foi proposto neste trabalho.

### **3.3 Distribuição no meio ambiente**

O clomazona é resistente a reações de fotólise, ou seja, o herbicida é estável à degradação pela radiação UV. Com uma constante de Henry de  $4,14 \times 10^{-8}$  atm·m<sup>3</sup>/mol, o clomazona não deve se volatilizar, permanecendo na coluna d'água. No entanto seu Koc, que varia de 139 a 608, indica a possibilidade de

ser adsorvida ao solo ou não. Quanto maior o Koc, maior a possibilidade de ser adsorvida pela matéria orgânica do solo, porém isso varia dependendo do tipo de solo. Assim como sua degradação microbiológica no solo também depende das características do solo como temperatura, pH e umidade. Sendo mais rápida em solos arenosos do que em argilosos (EFSA, 2007). Seu tempo de meia vida no solo varia de 28 a 173 dias (EPA, 2007).

Em condições aeróbias em laboratório, o clomazona é persistente ao solo e não apresenta formação de nenhum metabólito. Já em condições anaeróbicas ele se degrada lentamente em (N-[(2-clorofenil) metil]-3-hidroxi-2, 2-dimetilpropanamida) e em (N-[(2-chlorobenzyl)]-2-methyl propanamide, que são menos tóxicos que o produto original (EFSA, 2007).

### **3.4 Regulamentação**

Nas normas legais brasileiras não foram encontradas o limite máximo do clomazona para a água destinada ao consumo humano, a Portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011) e também não é regulamentada na CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) nem na CONAMA 396/2008 (BRASIL, 2008) que tratam de águas superficiais e subterrâneas respectivamente. Nos Estados Unidos o clomazona não é regulamentado, segundo a Agência de Proteção Ambiental Dos Estados Unidos (USEPA, 2013). De acordo com os padrões de qualidade da água potável da Irlanda do Norte, que valem para toda a Europa, o clomazona não é regulamentada, porém, consta na legislação um valor máximo para qualquer tipo de agrotóxico, não podendo exceder o total de 0,5 µg/L (NIEA, 2011).

Apesar de a China ser produtora de clomazona, o herbicida também não é regulamentado, de acordo com o Laboratório de Critérios Ambientais e Avaliação de Risco, da Academia Chinesa de Pesquisas Ambientais (WQC, 2012). No Canadá, de acordo com as Diretrizes da Água Potável de 2012, o clomazona também não encontra-se regulamentada (CDW, 2012). Na

Austrália e Nova Zelândia, de acordo com a Diretriz de Água Potável de 2011, também não há regulamentação para clomazona (ADWG, 2011).

### **3.5 Ocorrência**

Em 2009, o herbicida clomazona ficou entre os dez herbicidas mais utilizados no Brasil (IBAMA, 2009). O cultivo da cana de açúcar vem crescendo nos últimos anos, principalmente no Estado de São Paulo que é o seu maior produtor (CONAB, 2012). O arroz também está entre as culturas de maior produção no Brasil, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor brasileiro de arroz irrigado (Ministério da Agricultura, 2011).

Clomazona foi encontrado em águas localizadas nas áreas de cultivo de cana-de-açúcar na bacia no rio Corumbataí (Armas & Monteiro, 2005), de arroz no Rio Grande do Sul (Primel, 2005) e nas águas superficiais de região agrícola em Agudo, RS (BORTOLUZZI et al., 2006). Concentrações de 3,4 µg/l a 4,7 µg/l de clomazona foram encontradas nas águas de cultivo de arroz irrigado no Rio Grande do Sul (Marchesan et al., 2010). De acordo com o item 4.3.2 o valor máximo permitido para preservação da vida aquática de 0,001 mg/L, indicando que as concentrações encontradas no cultivo de arroz irrigado no Rio Grande do Sul ultrapassam o valor proposto para vida aquática, oferecendo riscos a estes organismos.

## **4. Considerações finais**

No presente estudo pode-se observar que, apesar de o clomazona não possuir características genotóxicas, carcinogênicas e não promover toxicidade para o desenvolvimento pré-natal, porém sua ocorrência nos recursos hídricos parece ocorrer em níveis abaixo do critério de potabilidade não sendo necessária a inclusão na atual portaria de potabilidade. Porém para a vida aquática, as concentrações observadas estão acima do critério de proteção de vida aquática sugerindo a necessidade de mais estudos em outras regiões do

Brasil para confirmar a necessidade da sua regulamentação em nível nacional.

### **Referências Bibliográficas**

ADWG. Australian Drinking Water Guidelines. 2011. Disponível em: [http://www.nhmrc.gov.au/files/nhmrc/publications/attachments/eh52\\_aust\\_drinking\\_water\\_guidelines\\_update\\_120710\\_0.pdf](http://www.nhmrc.gov.au/files/nhmrc/publications/attachments/eh52_aust_drinking_water_guidelines_update_120710_0.pdf) < Acessado em 10 de maio de 2013 >

AGRIANUAL; *Anuário da Agricultura Brasileira*, FNP Consultoria & Comércio: Ed. Argos, 2000.

AGROFIT. Site Ministério da Agricultura e Pecuária. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/> < Acessado em 22 de março de 2013 >

Anvisa. Agência Nacional de Vigilância Sanitária Disponível em: <http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP%5B24448-1-0%5D.PDF>. <Acessado em 13 de maio de 2013>

Armas, E.D.; Monteiro, R.T.R., 2005. Uso de Agrotóxicos em cana-de-açúcar na Bacia do Rio Corumbataí e o Risco de Poluição Hídrica. *Química Nova*. 28, 975-982. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v28n6/26824.pdf> < Acessado em 10 de maio de 2013 >

Bortoluzzi, C. E. et al. Contaminação de Águas Superficiais por Agrotóxicos em Função do Uso do Solo numa Microbacia Hidrográfica de Agudo, RS. *Revista Brasileira de Engenharia agrícola e Ambiental*. v.10, n.4, p.881-887,

---

LIPPI, Ana Maria Ferreti; DE ANDRADE, Daiane Graziely; BOVO, Joyce; NOGUEIRA, Larissa; PINTO, Mariana de Moraes. Características físico-químicas e toxicológicas do Clomazona. *RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 7, n. 1, p. 24-39, fev. 2014.

2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v10n4/v10n4a15.pdf> < Acessado em 14 de maio de 2013 >

Brasil. Ministério da Saúde. Portaria MS N° 2914 DE 12/12/2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Cabrera, L. Costa, F.P. Primel, E.G. Química Nova. Estimativa de risco de contaminação das águas por pesticidas na região sul do estado do RS. 2008. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422008000800012&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422008000800012&script=sci_arttext) < Acessado em 22 de abril de 2013 >

CDW. Guidelines for Canadian Drinking Water Quality. 2012. Disponível em: [http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt\\_formats/pdf/pubs/water-eau/2012-sum\\_guide-res\\_recom/2012-sum\\_guide-res\\_recom-eng.pdf](http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/pdf/pubs/water-eau/2012-sum_guide-res_recom/2012-sum_guide-res_recom-eng.pdf) < Acessado em 10 de maio de 2013 >

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira. Cana-de-Açúcar. 2012. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_04\\_10\\_09\\_19\\_04\\_boletim\\_de\\_cana.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_04_10_09_19_04_boletim_de_cana.pdf) < Acessado em 14 de maio de 2013 >

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO CONAMA N° 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Publicada no DOU n° 66, de 7 de abril de 2008, Seção 1, páginas 64-68.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as

---

LIPPI, Ana Maria Ferreti; DE ANDRADE, Daiane Graziely; BOVO, Joyce; NOGUEIRA, Larissa; PINTO, Mariana de Moraes. Características físico-químicas e toxicológicas do Clomazona. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 7, n. 1, p. 24-39, fev. 2014.

condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63.

EFSA. European Food Safety Authority. 2005. Disponível em: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/2345.pdf> < Acessado em 25 de março de 2013 >

EFSA. European Food Safety Authority. 2007. Disponível em: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/109r.pdf> < Acessado em 25 de março de 2013 >

EPA. Environmental Protection Agency. 2007. Disponível em: [http://www.epa.gov/oppsrrd1/registration\\_review/clomazone/clomazone\\_summary.pdf](http://www.epa.gov/oppsrrd1/registration_review/clomazone/clomazone_summary.pdf) < Acessado em 08 de abril de 2013 >

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), 2010. Produtos Agrotóxicos e afins comercializados em 2009 no Brasil: Uma abordagem ambiental. Rebelo, R.F.; Vasconcelos, R.A.; Buys, B.D.M.C.; Rezende, J.A.; Moraes, K.O.C.; Oliveira, R.P. Brasília. Ibama. Disponível em: [http://www.ibama.gov.br/phocadownload/Qualidade\\_Ambiental/produtos\\_agrototoxicos\\_comercializados\\_brasil\\_2009.pdf](http://www.ibama.gov.br/phocadownload/Qualidade_Ambiental/produtos_agrototoxicos_comercializados_brasil_2009.pdf) < Acessado em 08 de maio de 2013 >

IUPAC. International Union of Pure and Applied Chemistry. 2009. Disponível em: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/Reports/168.htm#3> < Acessado em 08 de abril de 2013 >

Marchesan, E.; et al.; Resíduos de Agrotóxicos na água de rios da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. 2010. *Ciência Rural*. v.40;

LIPPI, Ana Maria Ferreti; DE ANDRADE, Daiane Graziely; BOVO, Joyce; NOGUEIRA, Larissa; PINTO, Mariana de Moraes. Características físico-químicas e toxicológicas do Clomazona. *RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 7, n. 1, p. 24-39, fev. 2014.

p. 1053-1059. Disponível em:  
<http://www.scielo.br/pdf/cr/v40n5/a574cr2775.pdf> < Acessado em 14 de maio de 2013 >

Ministério da Agricultura, 2011. Disponível em:  
<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/arroz> < Acessado em 14 de maio de 2013 >

NIEA. Northern Ireland Environment Agency. 2011. Disponível em:  
[http://www.doeni.gov.uk/niea/european\\_and\\_national\\_drinking\\_water\\_quality\\_standards\\_-\\_october\\_2011.pdf](http://www.doeni.gov.uk/niea/european_and_national_drinking_water_quality_standards_-_october_2011.pdf) < Acessado em 10 de maio de 2013 >

PPDB. Pesticide Properties Database. University of Hertfordshire. 2012. Disponível em: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/Reports/168.htm> < Acessado em 18 de maio de 2013 >

Primel, E.G., et al. 2005. Poluição da Águas por herbicidas utilizados no cultivo de arroz irrigado na região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil: Predição teórica e monitoramento. Química Nova. 28, 605-609. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422005000400010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422005000400010&script=sci_arttext) < Acessado em 10 de maio de 2013 >

Umbuzeiro, Gisela de Aragão et.al. Guia de potabilidade para substâncias químicas. São Paulo: Limiar, 2012. v. 1. p. 34.

USEPA. Environmental Protection Agency. 2007. Disponível em:  
[http://www.epa.gov/oppsrrd1/registration\\_review/clomazone/clomazone\\_summary.pdf](http://www.epa.gov/oppsrrd1/registration_review/clomazone/clomazone_summary.pdf) < Acessado em 08 de abril de 2013 >

USEPA. Environmental Protection Agency. Glossary of Technical Terms. 2004. Disponível em: <http://www.epa.gov/oust/cat/tumgloss.htm#k> < Acessado em 21 de abril de 2013 >

USEPA. Environmental Protection Agency. Glossary of Technical Terms. 2013. Disponível em: <http://water.epa.gov/scitech/swguidance/standards/criteria/current/index.cfm> < Acessado em 10 de maio de 2013 >

WHO. The World Health Organization Recommended Classification of Pesticides by Hazard. 2009. Disponível em: [http://www.inchem.org/documents/pds/pdsother/class\\_2009.pdf](http://www.inchem.org/documents/pds/pdsother/class_2009.pdf) < Acessado em 08 de abril de 2013 >

WQC. State Key Laboratory of Environmental Criteria and Risk Assessment, Chinese Research Academy of Environmental Sciences. 2012. Disponível em: <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11430-012-4384-5.pdf> < Acessado em 10 de maio de 2013 >

Este artigo foi elaborado como trabalho final da disciplina ST573 – Toxicologia Ambiental do curso de graduação em Tecnologia Ambiental da Faculdade de Tecnologia da UNICAMP.