



UNIVERSIDADE DO ALGARVE

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Instituto Superior de Engenharia

**Aplicação WebGIS para Análise do Comportamento de Substâncias Prioritárias
da DQA na Bacia Hidrográfica do Algarve**

Alberto Mauro Luís Mahoque

Dissertação de Mestrado em Geomática
(Especialidade em Ciência da Informação Geográfica)

Trabalho efetuado sob a orientação de:

Professora Doutora Manuela Moreira da Silva

Professor Doutor Fernando Cánovas García

Faro

2012



UNIVERSIDADE DO ALGARVE

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Instituto Superior de Engenharia

**Aplicação WebGIS para Análise do Comportamento de Substâncias Prioritárias
da DQA na Bacia Hidrográfica do Algarve**

Alberto Mauro Luís Mahoque

Dissertação de Mestrado em Geomática
(Especialidade em Ciência da Informação Geográfica)

Trabalho efetuado sob a orientação de:

Professora Doutora Manuela Moreira da Silva

Professor Doutor Fernando Cánovas García

Faro

2012

Aplicação WebGIS para Análise do Comportamento de Substâncias Prioritárias da DQA na Bacia Hidrográfica do Algarve

Declaro ser o autor deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicitar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

O meu eterno e humilde a agradecimento a todos aqueles que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho, em especial:

A Deus por iluminar a minha vida e guiar-me durante a grande aventura que foi o mestrado.

Aos meus orientadores a Professora Doutora Manuela Moreira da Silva e o Professor Doutor Fernando Cánovas García pela competência com que me orientaram e pelo tempo que generosamente me dedicaram, transmitindo-me os melhores e hábeis ensinamentos, com paciência, transparência e confiança.

Ao Professor Doutor Fernando Garcia Cánovas agradeço-lhe ainda, pelo entusiasmo contagiante e motivação no uso de programas de SIG e Geoestatística de código aberto.

A Doutora Natasa Atanasova do Centro de Investigação Marinha e Ambiental, pela disponibilidade e saber que permitiram criar a base de dados das potências substâncias prioritárias no Algarve.

À Administração da Região Hidrográfica do Algarve (atualmente APA-ARG Algarve) na pessoa da Dra. Anabela R. Sequeira Rebelo pela disponibilização dos dados.

A Maria Fernanda e Sulna Mahoque meus amores por todo apoio, compreensão e incentivo demonstrado em todas as horas de alegria e dificuldade passadas.

À minha família em especial a minha mãe e avó Ermelinda pelo carinho, força e compreensão que sempre me deram.

Aos meus colegas do mestrado, à comunidade moçambicana em Portugal e a todos os que direta ou indiretamente me ajudaram, desde o primeiro dia em que cheguei.

Aos professores do mestrado em particular ao Professor Doutor José Inácio Rodrigues e à Professora Doutora Cristina Veiga Pires pela ajuda durante o processo de admissão no mestrado.

RESUMO

A importância da gestão sustentável da água e o reconhecimento da existência de problemas graves de poluição química do meio aquático, levaram à definição de 33 Substâncias Prioritárias (SP) no direito Comunitário Europeu, onde estão incluídos diversos produtos químicos industriais, fitofármacos e metais/compostos metálicos. Sendo substâncias amplamente utilizadas, podem ser perigosas devido à sua persistência, bioacumulação e toxicidade. É fundamental a quantificação, localização e finalmente modelação espacial e temporal, destas SP. Os sistemas de informação geográfica (GIS) permitem incorporar as ferramentas necessárias para concretizar estas tarefas com sucesso.

Neste trabalho criou-se uma aplicação GIS integrada na *Internet*, com serviços de mapas dinâmicos, que pode contribuir para a gestão sustentável dos recursos hídricos, relativamente às SP no Algarve, identificando as fontes potenciais de emissão, pontuais e difusas. Pretendeu-se adicionalmente que o sistema fosse baseado em *software* de código aberto, facilitando a sua implementação e reduzindo custos. Procedeu-se à recolha, análise e manipulação de dados relativos a SP na Bacia Hidrográfica do Algarve, utilizando-se dados reais para os metais estudados (Cd, Ni e Pb) junto aos aterros sanitários e nas estações de monitorização da APA-ARG Algarve, usando o *software* estatístico R. Com os dados reais analisados verificou-se que o Ni nos últimos anos tem aumentado na região do sotavento algarvio e que, e de acordo com a aplicação WebGIS desenvolvida, esse aumento coincide com as atividades antrópicas aí existentes. Relativamente às fontes potenciais de SP, verificou-se que provavelmente existirão concentrações elevadas de outras SP como o Diclorometano, Antrazina e Diurão, e definiram-se as zonas mais críticas para cada uma delas. A aplicação WebGIS desenvolvida está disponível em: <http://10.10.41.151/template/> com acesso através da *intraNet* da UAlg, e pode ser atualizada e/ou modificada a qualquer momento, segundo as necessidades. Como perspetivas futuras, apresentam-se possibilidades de utilização desta ferramenta noutras realidades geográficas, particularmente em Moçambique.

Palavras-chave: Água; Substâncias Prioritárias; aplicação WebGIS,

ABSTRACT

The recognition of chemical pollution in aquatic environments, together with the importance of sustainable management of water resources, led to the definition of 33 Priority Substances (PS) by European Community laws. PS include various industrial chemicals, phytopharmaceuticals and metals / metal compounds. These substances can be dangerous due to their persistence, bioaccumulation and toxicity. Therefore, it should be a priority the quantification, location and finally modeling of those pollutants in space and time. Geographic information systems (GIS) are capable to provide a wide set of tools to successfully accomplish those tasks.

The aim of this study was to create a GIS application, integrating Internet services with dynamic maps. That goal will contribute to the sustainable management of water resources, for the PS in the Algarve, identifying potential sources of emission and diffusion. It was intended that the system was additionally based on open source software, facilitating its implementation and enabling cost reduction. PS information from the Algarve Basin were collected, analyzed and manipulated, using analytical data for heavy metals (Cd, Ni and Pb) from landfills and the monitoring stations of APA-ARG Algarve. The results were analyzed with statistical software R. Concentrations of Ni in recent years have increased in the region of eastern Algarve and, in accordance with the WebGIS application that increase coincides with human activities therein. Other potential sources of PS, such as dichloromethane, Antrazina and Diuron, probably exist in higher concentrations and the most critical areas for each one were defined.

The WebGIS application developed is available through Ualg intranet at: <http://10.10.41.151/template/>. The system easily updated and / or modified at any time, according the needs of each situation. As prospects for future, we present some possibilities of use in other geographical locations, particularly in Mozambique.

Keywords: Water; Priority Substances; WebGIS application.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABELAS	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Ambiente e Qualidade de Vida	1
1.2 Gestão Sustentável da Água	2
1.3 Diretivas Comunitárias e Substâncias Prioritárias	3
1.4 Sistemas de Informação Geográfica	7
1.4.1 InterNet e WebGIS.....	8
1.4.2 Open Geospatial Consortium	10
1.4.3 Componentes Físicas de uma Aplicação WebGIS	11
1.4.4 MapServer	13
1.5 Objetivos.....	15
1.5.1 Objetivo Geral	15
1.5.2 Objetivos Específicos.....	16
2. METODOLOGIA.....	16
2.1 Recolha e Tratamento da Informação	16
2.2 Caracterização da Área de Estudo	18
2.3 Criação da base de dados espacial	19
2.4 Criação da WebGIS	20
3. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	22
3.1 Poluição Real	22
3.1.1 Evolução Espaço Temporal da Concentração de Cádmio, Níquel e Chumbo	22
3.2 Poluição Potencial.....	27

3.2.1 Origens Pontuais	28
3.2.1.a) Metais Pesados	28
3.2.1.b) Outras SP	29
3.2.2. Origens Difusas	30
3.2.2.a) Metais Pesados	30
3.2.2.b) Outras SP	31
3.3 WebGIS	32
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
5. PERSPETIVAS FUTURAS	36
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Componentes físicos de um WebGIS de acordo com Peng & Tsou (2003).	12
Figura 1.2. - Arquitetura da nossa aplicação Mapserver.	15
Figura 2.1 - Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve.	19
Figura 3.1 – Concentrações de metais nos sedimentos das estações monitorizadas em maio de 1999.	23
Figura 3.2 – Evolução da concentração de metais nos sedimentos da estação Ria Formosa-Olhão.	23
Figura 3.3 – Evolução da concentração de metais no <i>plâncton</i>	24
Figura 3.4 – Evolução temporal da concentração de níquel nas águas subterrâneas junto ao aterro sanitário do sotavento algarvio.	25
Figura 3.5 - Evolução temporal da concentração de níquel nas águas subterrâneas junto ao aterro sanitário do barlavento algarvio.	25
Figura 3.6 – Evolução da concentração de níquel nas águas superficiais junto ao aterro sanitário do sotavento.	26
Figura 3.7 – Evolução da concentração de níquel nas águas superficiais junto ao aterro sanitário do barlavento.....	27
Figura 3.8 - Distribuição das origens potenciais pontuais de Cd, Pb e Ni na Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve.	28
Figura 3.9 – Distribuição das origens potenciais pontuais de Diclorometano, Diethylhexylphate e Mercúrio na Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve	29
Figura 3.10 - Distribuição das origens potenciais difusas de Cd, Pb e Ni na Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve.	30
Figura 3.11 - Distribuição das origens potenciais difusas de Antrazina, Diurão e Benzopireno na Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve.	31
Figura 3.12 - Página de introdução a aplicação web.	33
Figura 3.13 - Página da aplicação web que mostra um mapa dinâmico.....	34
Figura 3.14 - Página da aplicação web que mostra o resultado de uma consulta.....	34

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1 - Lista das substâncias prioritárias no domínio da política da água.	6
Tabela 2.1 - Especificações técnicas do servidor	21

1. INTRODUÇÃO

1.1 Ambiente e Qualidade de Vida

Durante o último século os humanos alteraram os ecossistemas naturais, mais do que em qualquer outro período da História (MA, 2005 & Vitousek *et al.*, 1997 *in* Shneiders *et al.*, 2012). No Congresso do Rio de Janeiro em 1992, 193 países acordaram entre si, um conjunto de medidas para diminuir a pressão sobre os recursos naturais e em simultâneo reduzirem a pobreza através do acesso generalizado aos bens essenciais à vida.

O desafio atual tem sido o da preservação da qualidade ambiental e da biodiversidade, assegurando ao mesmo tempo a qualidade de vida das populações locais. Vários trabalhos anteriores (como os de: Coulding, 2007; Barrico *et al.*, 2012; Shneiders *et al.*, 2012) abordam serviços que os ecossistemas podem prestar às populações e formas de se conjugar a biodiversidade com o bem-estar destas populações. O crescimento demográfico e a melhoria da qualidade de vida têm aumentado a exploração dos recursos naturais, de onde se destaca o aumento dos consumos de água *per capita*.

A disponibilidade de água constitui um fator preocupante, uma vez que um quinto da população do planeta vive em áreas geográficas com escassez física de água (Hoekstra & Mekonnen, 2011) e que existem outras zonas com água disponível em quantidade suficiente, mas com qualidade inadequada para os usos necessários. Também as alterações climáticas e a desertificação, ambas na primeira linha das preocupações atuais em matéria de ambiente à escala global, estão associadas a situações hidrológicas extremas, cada vez mais frequentes e devastadoras, das quais resultarão dificuldades acrescidas no acesso à água potável, mais migrações em massa, mais pobreza e maiores problemas de saúde pública (Correia, 2007).

1.2 Gestão Sustentável da Água

A água é um recurso natural de valor inestimável, mais que um fator indispensável à produção, é um recurso estratégico para o desenvolvimento económico, é vital para a manutenção dos ciclos biológicos, hidrogeológicos e químicos que mantêm em equilíbrio os diferentes ecossistemas.

Apesar de 2/3 do nosso planeta estarem cobertos por água no estado líquido, apenas cerca de 2% desta água é doce. O crescimento demográfico, o desenvolvimento económico, a urbanização e as alterações climáticas têm vindo a intensificar as pressões que o homem exerce sobre a utilização da água (Cunha, 2007). O aumento mundial dos consumos de água observado ao longo das últimas décadas, tem conduzido a problemas de escassez e poluição da água, de formas e intensidades variáveis nos diversos pontos do planeta (Van Griensven *et al.*, 2006).

A escassez de água pode estar associada a fenómenos naturais, de origem antrópica ou à combinação de ambos. Em muitas regiões não existe água disponível em quantidade suficiente para suprir as necessidades das populações, noutras, apesar de a água ser um recurso natural abundante, não existem tecnologias disponíveis para a captar, tratar, armazenar e distribuir, até onde ela é necessária (Pereira *et al.*, 2009). Durante a segunda metade do século XX, o desenvolvimento desenfreado de tecnologias muito poluentes, causou danos nos recursos hídricos muito difíceis de reparar ou mesmo irreparáveis. Um exemplo disto é a contaminação de inúmeros aquíferos, que impossibilita a atual utilização desta água para rega agrícola, sob a pena de causar graves prejuízos à saúde pública através do consumo dos alimentos contaminados por metais pesados (UNESCO, 2012).

Inúmeros estudos publicados têm demonstrado, como por exemplo Lepom *et al.* (2009), que a poluição das águas de superfície provocada por substâncias químicas, pode perturbar os ecossistemas aquáticos, causando perda de habitats e assim redução da biodiversidade. A poluição pode ser de origem doméstica, industrial ou agrícola, e emitida a partir de fontes pontuais ou difusas, originando a chegada ao meio natural de substâncias de natureza química muito diversa, em quantidades muito variáveis e com toxicidades muito distintas. O tratamento a utilizar para cada tipo de efluente devia estar ajustado à natureza da fonte poluidora e às características do meio recetor (Wesley

Eckenfelder, 2000). As substâncias poluentes podem ser encontradas no ambiente, muitos anos depois de a sua utilização/comercialização ter sido proibida, uma vez que podem tratar-se de substâncias muito persistentes, em termos de biodegradação, ou mesmo não serem biodegradáveis (Beek, 2001). Um exemplo frequente de substâncias persistentes encontradas em efluentes industriais na região do Algarve, são os metais pesados (por exemplo em Moreira da Silva, 2008). Algumas destas substâncias poluentes acumulam-se ao longo da cadeia alimentar, prejudicando sobretudo os consumidores (primários, secundários, terciários...) e chegando ao topo da pirâmide, nomeadamente ao homem. De facto, a poluição altera os equilíbrios dos ecossistemas naturais, afetando a saúde pública e o bem-estar das populações (UNESCO, 2012).

Os seres humanos ficam expostos aos efeitos dos poluentes presentes no ambiente aquático de várias formas. Através do consumo do pescado e de outros produtos de origem aquática (alimentos, cosméticos, fármacos, etc.), da água que bebem, do contacto direto e indireto com a água num conjunto vasto de atividades aquáticas, como por exemplo as desportivas e/ou recreativas. Por outro lado, de acordo com as condições meteorológicas e do meio ambiente recetor (aquático ou terrestre), alguns poluentes podem ser transportados até longas distâncias e encontrados em zonas inesperadas. Estes aspetos, agravam a extensão geográfica dos seus efeitos e dificultam a minimização dos danos causados nos ecossistemas naturais e nas populações.

1.3 Diretivas Comunitárias e Substâncias Prioritárias

No espaço comunitário europeu, a tomada de consciência sobre a importância da gestão sustentável da água, tem levado à criação de legislação cada vez mais rigorosa e integradora, sob a tutela geral da Diretiva 2000/60/CE, usualmente referida como Diretiva Quadro da Água (DQA). Esta diretiva evidencia o reconhecimento da existência de pressões consideráveis sobre o meio aquático (designadamente devidas à poluição química) e a necessidade premente de se identificarem e controlarem as fontes poluidoras, acautelando o bom estado dos ecossistemas, a biodiversidade e a saúde humana. Melhorar o estado químico e ecológico das águas de superfície e das águas subterrâneas e evitar estados de degradação, são dois objetivos ambientais realçados na DQA. Todas as medidas definidas devem ser aplicadas ao nível de regiões

hidrográficas, sendo as respetivas bacias das regiões hidrográficas consideradas as unidades de gestão hídrica. É competência dos diversos estados membros, adotar os respetivos planos de gestão de cada bacia hidrográfica, com base, na análise das pressões e impactes das atividades antrópicas e nos resultados das campanhas de monitorização, bem como definir os programas de medidas a desenvolver para cada região hidrográfica.

Na DQA foram definidas como Substâncias Prioritárias (SP) aquelas que representam riscos significativos para o meio aquático (neste caso na CE), incluindo para as águas de captação e água para consumo humano. A lista de SP tem vindo a ser alterada ao longo do tempo e atualmente a Diretiva 2008/105/CE inclui a última versão dessa listagem de SP, chamando à atenção para o facto dos estados membros deverem melhorar o conhecimento e os dados disponíveis sobre a origem das SP e as vias de poluição, a fim de identificarem medidas de controlo específicas e eficazes. O Decreto-Lei 103/2010 transpôs para o regime jurídico nacional a Diretiva 2008/105/CE estabelecendo as Normas de Qualidade da Água para as SP, bem como as especificações analíticas e de monitorização ambiental.

A avaliação dos níveis de poluição causada por substâncias prioritárias no meio aquático é feita através de programas de monitorização. De acordo com Lepom *et al.* (2009), a identificação de SP inicialmente pela DQA, foi baseada num processo simplificado de avaliação de risco.

Neste processo de avaliação de risco foram tidos em conta:

- Os dados relativos ao perigo intrínseco da substância em causa e, em particular, à sua ecotoxicidade aquática e à sua toxicidade humana por vias de exposição aquáticas;
- Os dados resultantes da monitorização de situações de contaminação ambiental generalizada;
- Outros elementos comprovados, o que pode indicar a possibilidade de contaminação ambiental alargada, como o volume de produção ou de utilização e padrões de utilização.

Para as massas de água se encontrarem num bom estado químico, devem cumprir as normas de qualidade ambiental estabelecidas para as SP.

As 33 SP atualmente identificadas, incluem diversos produtos químicos industriais, produtos fitofarmacêuticos e metais/compostos metálicos (ver Tabela 1.1). Algumas SP estão identificadas como substâncias perigosas prioritárias, devido à sua persistência, bioacumulação e toxicidade.

Muitas destas SP são encontradas em todo o globo e sendo agentes químicos semi-voláteis e insolúveis em água, são transportados a longas distâncias. Como esta volatilidade é maior nas zonas equatoriais do que em climas moderados e frios, acabam por ser aprisionadas nas regiões mais frias do planeta, como os polos e regiões montanhosas. Por exemplo, já se detetaram altas concentrações destes poluentes em regiões árticas em locais onde nunca foram utilizados para quaisquer fins. A natureza persistente destas substâncias é um problema, especialmente em regiões frias, o tempo de semivida destes produtos está contabilizado em décadas. Sendo hidrofóbicos, em ambientes aquáticos só se encontram dissolvidos em tecidos de seres vivos ou em matéria orgânica, onde atingem concentrações muito maiores do que no meio envolvente. Uma característica destes compostos é serem lipofílicos ou seja, solúveis em tecidos adiposos, o que leva a acumulações na massa adiposa e fígado dos animais a eles expostos. Alguns destes compostos como são bioacumuláveis, têm tendência para aumentar a sua concentração ao longo das cadeias tróficas.

No caso dos metais pesados, como não são biodegradáveis o efeito da bioacumulação é um problema incontornável e associado a variadas doenças nos sistemas nervoso, respiratório e reprodutivo bem como no fígado, rins e pele. No caso dos compostos orgânicos, a sua toxicidade é variável mas são muitos os efeitos negativos a eles associados, entre os quais, tumores, infertilidade, efeitos adversos nos rins e fígado, doenças cardiovasculares, mudanças comportamentais como fadiga, depressão, tremores, convulsões, etc. (Mörner *et al.*, 2002).

Por toda esta complexidade, a gestão integrada da qualidade da água na atualidade, exige a utilização de instrumentos de natureza diversa, que permitam, quantificar, localizar, relacionar no tempo e no espaço, e finalmente modelar, as diversas substâncias poluentes que afetem o seu estado. Os sistemas de informação geográfica, são um exemplo de um instrumento da maior relevância neste domínio.

Tabela 1.1 - Lista das substâncias prioritárias no domínio da política da água.

Nº CAS (¹)	Nº EU (²)	Substância prioritária (³)	Substância perigosa prioritária
15972-60-8	240-110-8	Alacloro.....	
120-12-7	240-371-1	Antraceno.....	X
1912-24-9	217-617-8	Antrazina.....	
71-43-2	200-753-7	Benzeno.....	
Não aplic.	Não aplic.	Éteres difenílico bromado (⁴).....	X (⁵)
7440-43-9	231-152-8	Cádmio e compostos de cádmio.....	
85535-84-8	287-476-5	Cloroalcanos, C ₁₀₋₁₃₆ (⁴).....	X
470-90-6	207-432-0	Clorfenvifos.....	
2921-88-2	220-864-4	Clorpirifos.....	
107-06-2	203-458-1	1,2-dicloroetano.....	
75-09-2	200-838-9	Diclorometano.....	
117-81-7	204-211-0	Ftalato di(2-etil-hexil) (DEHP).....	
330-54-1	206-354-4	Diurão.....	
115-29-7	204-079-4	Endossulfão.....	X
206-44-0	205-912-4	Flouranteno (⁶).....	
118-74-1	204-273-9	Hexaclorobenzeno.....	X
87-68-3	201-765-5	Hexaclorobutadieno.....	X
608-73-1	2010-158-9	Hexaclorociclo-hexano.....	X
34123-59-6	251-835-4	Isoproturão.....	
7439-92-1	231-100-4	Chumbo e composto de chumbo.....	
7439-97-06	231-106-7	Mercúrio e compostos de mercúrio.....	
91-20-3	202-049-5	Naftaleno.....	
7440-02-0	231-111-4	Níquel e compostos de níquel.....	
25154-52-3	246-672-0	Nonifenol.....	X
104-40-5	203-199-4	(4-nonifenol).....	X
1806-26-4	217-302-5	Octifenol.....	
140-66-9	Não aplicável	(4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil)-fenol).....	
608-93-5	210-172-5	Pentaclorobenzeno.....	X
87-86-5	201-778-6	Pentaclorofenol.....	
Não aplic.	Não aplicável	Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos	X
50-32-8	200-028-5	(Benze(a)pireno).....	X
205-99-2	205-911-9	(Benzo(b)fluoranteno).....	X
191-24-2	205-883-8	(Benzo(g,h,i)perileno).....	X
207-08-9	205-916-6	Benzo(k)fluoranteno].....	X
193-39-5	205-893-2	[Indeno(1,2,3-cd)pireno].....	X
122-34-9	204-535-2	Simazina.....	
688-73-3	211-704-4	Composto de tributiloestanho.....	X
36643-28-4	Não aplicável	(Catião-tributiloestanho).....	X
12002-48-1	234-413-4	Triclorobenzenos.....	
67-66-3	200-663-8	Triclorometano (clorofórmio).....	
1582-09-8	216-428-8	Trifluralina.....	

Em que:

(1) CAS: *Chemical Abstracts Service*.

(2) Número EU: Inventário Europeu das Substâncias Químicas Existente no Mercado (EINECS) ou Lista Europeia das Substâncias Químicas Notificadas (ELINCS).

(3) Nos casos em que tenham sido seleccionados grupos de substâncias, mencionam-se representantes característicos como parâmetros indicativos (entre parêntesis e sem número). Para estes grupos de substâncias, o parâmetro indicativo deve definido através do método analítico.

(4) Estes grupos de substâncias incluem em geral um grande número de compostos. Não é atualmente possível apontar parâmetros indicativos adequados.

(5) Apenas o éter pentabromodifenílico (número CAS 32534-81-9)

(6) O fluoranteno figura na lista como indicador de outros hidrocarbonetos aromáticos policíclicos mais perigosos.».

1.4 Sistemas de Informação Geográfica

Os *Sistemas de Informação Geográfica* (GIS) são sistemas com base computacional que usam procedimentos para armazenar e manipular dados georreferenciados, com base na seguinte estrutura: a) entrada de dados; b) gerenciamento de dados (armazenamento e recuperação de dados); c) manipulação e análise; e d) produção (Aronoff, 1989; Dutra, 1998; Sengatine, 2001). Os GIS diferem principalmente dos sistemas de informação convencionais devido à sua capacidade para armazenar tanto os atributos descritivos como as geometrias dos diferentes tipos de dados geográficos. Os GIS são tecnologias que têm apresentado um enorme impacto em todos os campos do conhecimento que manipulam e analisam dados distribuídos espacialmente (Sengatine, 2001).

Com o desenvolvimento dos GIS, o armazenamento, a análise e manipulação de dados relativos a fontes de poluição (difusa e pontual) tornou-se mais prática, e o conhecimento sobre a dimensão e impacto da poluição química no meio ambiente, tem vindo a melhorar. Assim uso dos GIS na análise de dados de poluição química aquática, pode ser uma importante mais-valia para dar cumprimento às medidas necessárias à gestão sustentável da água.

Por ser prática e funcional, a utilização do GIS tem-se vindo a expandir para as mais diversas áreas da ciência observando-se já a utilização dos GIS na *InterNet* através de aplicações *Web*.

1.4.1 InterNet e WebGIS

A *InterNet* é hoje considerada como o maior aglomerado de redes de comunicação à escala mundial, dispondo de milhões de computadores interligados pelo *Transmission Control Protocol* (TCP).

A *World Wide Web* (WWW ou Web) é a componente multimédia da *InterNet*, o seu funcionamento é baseado no uso do protocolo *Hyper Text Transfer Protocol* (HTTP) e a linguagem de marcação *Hyper Text Markup Language* (HTML), que possibilita a exibição de documentos, que podem conter todo o tipo de informação: hipertextos, fotos, animações, trechos de vídeo e sons e programas. Para navegar na Web precisamos de um *browser*.

A *InterNet* rapidamente se tornou o meio preferencial para disseminação de dados. A sua (quase) universalidade, associada a custos de acesso cada vez mais baixos, motivou o desenvolvimento de uma nova classe de sistemas de informação, com uma arquitetura diferenciada em relação aos seus antecessores. Esse movimento estendeu-se a dados de natureza geográfica. Atualmente os principais fornecedores de *software* para GIS, dispõem de várias alternativas para acesso a dados de natureza geográfica através da Web (Casanova *et al.*, 2005).

Numa visão abrangente, pode-se indicar que um WebGIS tem os seguintes componentes principais:

- *Hardware* é o computador no qual opera um SIG. Hoje, o SIG é executado em uma ampla gama de tipos de hardware, desde servidores centralizados em computadores desktop e usado de forma autónoma, até configurados em rede;
- *Software* fornece as funções e ferramentas necessárias para armazenar, analisar e exibir informação geográfica. Os componentes principais do software são: i) um sistema de gestão da base de dados (SGBD), ii) ferramentas para a entrada e manipulação de informação geográfica, iii) ferramentas que suportam consulta geográfica, análise e visualização, e iv) uma interface gráfica de usuário (GUI) para acesso fácil a ferramentas;
- *Dados* são a componente mais importante do sistema. Dados geográficos e relacionados com dados tabulares podem ser recolhidos ou comprados a partir de um provedor de dados;

- *Pessoas* que mantem o sistema e desenvolvem planos para a sua aplicação, e os usuários;
- *Métodos* são os modelos e práticas operacionais.

Este trabalho fornece um exemplo de um sistema web-based GIS, integrando os componentes.

WebGIS é simplesmente um GIS baseado na Web e está a tornar-se uma aplicação cada vez mais frequente (Rivera, 2011). Em quase todo mundo se usa hoje em dia WebGIS sendo os exemplos mais conhecidos, o Google Maps[©] e o Google Earth[©]. A característica fundamental do WebGIS é ser um mapa, ao qual se junta um sistema para analisar, editar e produzir informação espacial. Aplicações WebGIS encontram-se em grande expansão e têm-se revelado uma importante ferramenta de análise, representação, visualização e divulgação de dados ambientais.

Quando se compara com o GIS tradicional, o WebGIS apresenta um modo diferente de visualização, *hardware*, *software*, redes e bases de dados, permite o uso de diferentes aplicações e fontes de dados, promove a partilha e a síntese dos dados de várias origens, revela informações ocultadas de uma série de camadas de dados e faz com que os dados espaciais e das geociências possam ser compartilhados em todo o mundo, o que pode oferecer uma abordagem poderosa e eficaz para estudos na área das geociências.

Nos últimos anos têm sido desenvolvidos diferentes e complexas aplicações WebGIS, em diferentes áreas de saber, oceanografia, hidrologia, biologia, turismo, planeamento urbano, sismologia etc. As aplicações desenvolvidas, demonstram grande capacidade de centralizar e dinamizar as informações já existentes, disponibilizando assim informações relevantes para diversos setores da sociedade.

Como exemplos de aplicações desenvolvidas, em oceanografia, destaca-se a de *Li et al.* (2011), que criaram um sistema WebGIS, que disponibiliza informação e mapas interativos sobre o gelo no mar do Canada. O sistema permite o acesso on-line, exploração, visualização e análise dos dados arquivados, a maioria na forma de gráficos do comportamento do gelo e outras ferramentas de análise. Em hidrologia é de realçar o contributo de *Choi et al.* (2003) que desenvolveram um sistema de delimitação de bacias hidrográficas em tempo real. Este sistema WebGIS consistia num programa de

delimitação da bacia hidrográfica (um algoritmo divisor de águas), uma interface de usuário e dados geográficos digitais. Salvati *et al.* (2009), criaram uma aplicação para a divulgação de informação sobre deslizamento e inundações históricas na Itália em Umbria, com dados do período entre os anos 860 e 2001, foram então identificados 1983 eventos de deslizamentos e 1956 de inundações. Mathiyalagan *et al.* (2005), criaram uma base de dados geográficos para as terras húmidas da Florida, sendo este o primeiro repositório de terras húmidas, disponibilizando assim ao público dados e mapas. Um estudo de Adem *et al.* (2010) divulgou um WebGIS para análise de dados de monitorização de uma floresta na Alemanha, que consistia na avaliação das suas condições, análise química foliar e avaliação das condições do solo, usando para isso 8 pontos de amostragem.

1.4.2 Open Geospatial Consortium

O *Open Geospatial Consortium* (OGC) foi criado em 1994 com participação de mais de 280 organizações internacionais incluindo universidades, centros de investigação, organizações governamentais e não-governamentais e empresas privadas, que tem como missão desenvolver especificações para interfaces espaciais que serão disponibilizadas livremente para uso generalizado. Na prática, isto significa que o objetivo é criar padrões abertos, para permitir a interoperabilidade dos sistemas voltados para diversas áreas, como por exemplo a das geociências e ambiente.

Dentro das especificações da OGC neste trabalho abordam-se as seguintes:

- *Web Map Service* (WMS);
- *Web Feature Service* (WFS);
- *Geographic Markup Language* (GML);
- *Web Coverage Service* (WCS);

O WMS define um serviço para a produção de mapas na Internet. Neste sentido, o mapa é uma representação visual dos dados geográficos e não os dados de facto. Os mapas produzidos são representações geradas em formatos de imagem, como PNG, GIF e JPEG, ou em formatos vetoriais, como o SVG. Quando o cliente requisita um mapa utilizando o serviço, um conjunto de parâmetros deve ser informado ao servidor: as

camadas desejadas; os estilos que devem ser aplicados sobre as camadas; a área de cobertura do mapa; a projeção ou sistema de coordenadas geográficas; o formato da imagem gerada e também o seu tamanho. O serviço possui as seguintes operações, *getCapabilities*, *getMap*, *getFeatureInfo* (Casanova *et al.*, 2005).

A WFS apresenta um serviço para que os clientes possam recuperar objetos (*features*) espaciais em formato GML de servidores WFS. O serviço pode ser implementado pelo servidor em duas versões. A básica, em que apenas as operações de consulta ficam disponíveis ou na versão transacional, que implementa o serviço completo, incluindo a inserção, exclusão, atualização, consulta de objetos (*features*) geográficos.

A GML é baseada no eXtensible Markup Language (XML), foi especificada para o transporte e armazenamento de informação geográfica, incluindo propriedades espaciais e não espaciais das feições geográficas (OGC, 1999 *in* Casanova *et al.*, 2005). O objetivo da GML é oferecer um conjunto de regras com as quais um usuário pode definir a sua própria linguagem para descrever os seus dados.

Muitos *software* livres implementam o formato GML, mas o formato mais utilizado para esta portabilidade, ainda é o ESRI ® Shapefile, sendo amplamente utilizado em sistemas comercializados e de código aberto.

WCS define o acesso aos dados que representam fenômenos com variação contínua no espaço. Este serviço é especificado para tratamento de dados modelados como geocampos. O WCS fornece os dados disponíveis de imagens, juntamente com detalhes descritivos (propriedades geográficas).

1.4.3 Componentes Físicas de uma Aplicação WebGIS

Uma aplicação WebGIS geralmente tem cinco componentes físicas principais:

- o cliente;
- o servidor Web com servidor de aplicações;
- o servidor de mapas (*hardware*);
- o servidor de dados;
- o *Software*.



Figura 1.1 – Componentes físicos de um WebGIS de acordo com Peng & Tsou (2003).

A primeira componente o cliente, serve como interface para que os usuários possam interagir com os dados espaciais e as funções de análise fornecidas pelo WebGIS. Em contraste com os GIS Desktop, que utiliza a interface gráfica do utilizador para construir o cliente, um WebGIS só depende da Internet como seu cliente. Dependendo do grau de interactividade, os clientes podem ser constituídos por simples HTML (*Linguagem de Marcação de Hipertexto*) ou para aumentar a interactividade podem ser utilizados clientes que utilizem HTML dinâmica, aplicações como Java e controlos ActiveX (Peng & Tsou, 2003).

Os servidores são a segunda componente. O servidor de *Internet*, também designado por servidor HTTP tem como principal função a resposta às requisições dos browsers de Internet via HTTP. Esta resposta pode ser feita enviando documentos HTML ou mapas e imagens existentes ao cliente usando para tal, aplicações Java ou controlos *ActiveX*. O *ActiveX* é composto por pequenos programas, por vezes denominados suplementos, que são utilizados na *Internet*. A tecnologia que gera páginas dinâmicas, permitindo a um navegador passar parâmetros para um programa alojado num servidor é *Common Gateway Interface* (CGI). De acordo com Peng & Tsou (2003), as principais funções do servidor de aplicações incluem: i) o estabelecimento, a manutenção e ligação entre o servidor de *Internet* e o servidor de mapas; ii) a interpretação dos pedidos dos clientes e o seu envio ao servidor de mapas; iii) a gestão das requisições concorrentes, equilibrando as cargas entre o servidor de mapas e o servidor de dados; iv) e a gestão do estado, transacções e segurança.

O servidor de mapas pode ser definido como o componente central, pois é ele que processa os pedidos dos clientes e gera resultados. O servidor de mapas executa as pesquisas espaciais, conduz a análise espacial, gerando e transmitindo os mapas para o cliente baseados nos pedidos do utilizador. Este componente fornece funções tradicionais específicas dos GIS. A saída do servidor de mapas pode ser feita de duas formas: diversos níveis de informação que posteriormente podem ser manipulados pelo utilizador ou uma simples imagem num formato gráfico (Peng & Tsou, 2003).

O servidor de dados fornece os dados espaciais e não espaciais, em estruturas de dados relacionais ou não, permitindo o acesso e gestão dos mesmos por intermédio de *Structured Query Language* (Peng & Tsou, 2003).

O *software* é parte importante no processo de interação com dados espaciais, pois permite aos usuários visualizar dados espaciais e consultar informação geográfica mediante uma aplicação espacial. De acordo com De la Cruz *et al.* (2010), existe atualmente uma ampla variedade de *software* comerciais, código aberto e serviços gratuitos (*freeware*).

Entre os *software* de código aberto é de destacar *GeoServer*, *MapServer*, *MapGuide* e *Deegree*. Cada um destes *software* servidores de mapas é desenvolvido, mantido, melhorado e suportado, por um número crescente de pessoas de várias partes do mundo, facilitando o seu uso e permitindo a qualquer pessoa compartilhar rapidamente as suas informações geoespaciais de uma maneira interoperável.

1.4.4 MapServer

O *MapServer* (disponível em: <http://www.mapserver.org/>) foi originalmente desenvolvido pelo projeto *ForNet* da *University of Minnesota* (UMN) em cooperação com a NASA e o *Minnesota Department of Natural Resources* (MNDNR). Atualmente o projeto *MapServer* faz parte do projeto TerraSIP, patrocinado por entidades com interesses comuns de gestão global. O *MapServer* é considerado como um dos mais completos sistemas para disponibilização de dados geográficos em ambiente de redes (*Internet* e *Intranet*) possuindo recursos avançados para implementação de soluções

corporativas de processamento de dados geográficos (Barriguinha, 2008). O *MapServer* pode ser utilizado basicamente de três modos:

- *Common Gateway Interface (CGI)* é a maneira mais simples de se trabalhar com o *MapServer*. Quando se utiliza o *MapServer* em modo CGI, o seu arquivo executável deve ser colocado em diretório apropriado do servidor web. Este arquivo executável irá receber parâmetros de inicialização da aplicação, processar as requisições solicitadas e devolver ao aplicativo cliente (navegador) o resultado esperado (imagens do mapa, legenda, barra de escala, mapa de referência, ou mesmo códigos HTML) (Medeiros, 2011).
- O *MapScript* é a disponibilização dos recursos do *MapServer* para linguagens de programação. Desta forma, pode-se combinar os recursos do *MapServer* com recursos da linguagem de programação preferida, visando a criação de aplicações mais personalizadas, o que pode não ser atingido, com aplicações do *MapServer* em modo CGI. O *MapScript* está disponível para as seguintes linguagens de programação: PHP, *Python*, *Perl*, *Ruby*, *TCL*, *Java*, *C#* (Hiparc, 2006).
- *WebServices* permite ao *MapServer* implementar algumas especificações do OGC, mais precisamente as WMS, WFS e WCS, e o desenvolvimento de aplicações que fazem o *MapServer* operar como um serviço de mapas via *Web*. Desta forma, pode-se utilizar o *MapServer* para disponibilizar dados via *Web* que serão acessados através de aplicações *desktop* como *ArcView*[®], *ArcExplorer*[®], *ArcGIS*[®], *Quantum GIS*, *JUMP*[®], *uDig* ou mesmo por aplicações *web* (Hiparc, 2006).

De acordo com Carvalho *et al.* (2004), uma aplicação *MapServer* é composta de quatro elementos:

- O próprio programa *MapServer* (um CGI que fica armazenado no servidor *web* no endereço <http://servidor/cgi-bin/mapserver>);
- Um arquivo de configuração *mapfile* (arquivo de texto, com definições do *MapServer*);

- Um ou mais arquivos *templates* (arquivos na linguagem HTML que determinam a aparência da aplicação *Mapserver* como logotipos, cores, etc);
- Os arquivos de imagem e os arquivos de temas gerados por um *software* de geoprocessamento.

O *MapServer* interpreta as definições contidas no arquivo *mapfile*, processa os arquivos de imagens ou arquivos de temas, agrega a forma definitiva nos templates e apresenta tudo numa página *Web* dinâmica.

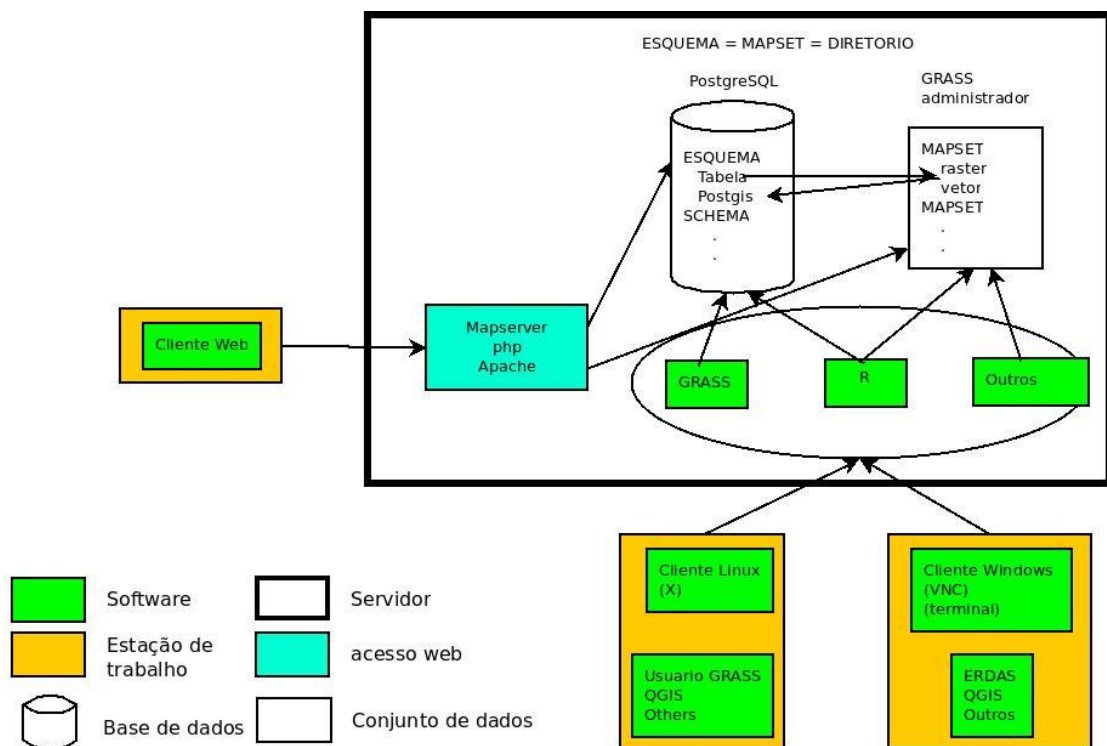


Figura 1.2. - Arquitetura da nossa aplicação Mapserver.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo Geral

Com este trabalho, pretende-se criar a estrutura duma aplicação GIS integrada na *Internet*, com serviços de mapas dinâmicos, que contribua para a gestão sustentável dos recursos hídricos, relativamente às SP no Algarve, identificando as fontes potenciais de emissão, pontuais e difusas. Pretende-se adicionalmente que o sistema seja baseado em

software de código aberto, facilitando a sua implementação e permitindo a redução de custos.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Identificar as fontes pontuais e/ou difusas de algumas SP no Algarve.
- Desenvolver uma aplicação WebGIS que descreva as origens das SP à escala local, mas que possa ser aplicada noutras bacias hidrográficas.
- Tornar possível a disponibilização ao público, de informação sobre as fontes de SP no Algarve, através da *Internet*.
- Desenvolver uma aplicação WebGIS versátil, usando programas de código aberto, com manutenção e custos reduzidos.

2. METODOLOGIA

2.1 Recolha e Tratamento da Informação

A realização deste trabalho iniciou-se com uma pesquisa bibliográfica de literatura científica e outra especializada na temática desenvolvida. Recorreu-se à consulta de livros, teses e artigos científicos das bibliotecas da Universidade do Algarve em suporte de papel e informático e acedeu-se também a relatórios de Organizações Internacionais, como da ONU, normas, recomendações e legislação no domínio da gestão da água e em particular das Substâncias Prioritárias.

A segunda etapa consistiu na recolha, análise e manipulação de dados relativos a SP na Bacia Hidrográfica do Algarve. Foram utilizados dados reais para os metais pesados estudados (Cd, Ni e Pb) nas ribeiras junto aos aterros sanitários (Cádmio, Níquel e Chumbo) e nas estações de monitorização da APA-ARG Algarve. Os resultados foram analisados no *software* estatístico R (*R Development Core Team*, 2011), usando os pacotes base e criando scripts para a representação semiautomática.

Para se caracterizar a poluição potencial, foram recolhidos, analisados e manipulados dados geográficos, em formato vetorial e em formato alfanumérico cedidos pela Administração da Região Hidrográfica do Algarve (atualmente APA-ARG Algarve).

Usaram-se dados metais pesados (Cd, Ni e Pb) da região relativos a lixeiras, aterros sanitários, unidades de compostagem, descargas de ETAR's, descargas industriais no meio hídrico, estações de transferência de resíduos, de análises de águas subterrâneas de captações licenciadas particulares e públicas, estradas, infraestruturas aeroportuárias, áreas ardidas, lagares de azeite e de água ardente, e áreas urbanas.

Para se identificarem outras fontes de SP, criou-se uma base de dados das atividades antrópicas presentes na região do Algarve, categorizadas de acordo com a classificação estatística das atividades económicas na Comunidade Europeia (NACE Ver 2). Esta informação foi extraída do mapa de uso e cobertura do solo (Corine Land Cover, 2006) e de outros dados em formato vetorial (descritos a seguir).

Avançou-se então para criação de uma base de dados espacial e para o desenvolvimento da aplicação WebGIS. Para tal recorreu-se à base de dados do projecto *Source Control Options for Reducing Emissions of Priority Pollutants* (SCOREPP) que nos permite cruzar as atividades antrópicas presentes na área de estudo, com os poluentes potencialmente emitidos por essas atividades. O SCOREPP tem como objetivo principal desenvolver estratégias abrangentes de controlo das SP, para que as autoridades competentes, indústrias químicas e serviços das águas, possam reduzir as suas emissões para o meio. SCOREPP concentra-se nas 33 SP identificadas na DQA e especificamente, nas 11 SP Perigosas. Foram assim desenvolvidos mapas de fontes potenciais de emissão de substâncias, na região correspondente à bacia hidrográfica do Algarve.

Por haver diferenças no processo potencial de emissão das substâncias poluentes estudadas, consideraram-se dois tipos de fontes de poluição. Assim, fontes de poluição pontuais, as georreferenciadas com precisão quando associadas às indústrias tipificadas no projeto SCOREPP. E fontes de poluição difusa, aquelas que representam emissões associadas a atividades identificadas de acordo com o mapa de uso e cobertura do solo, portanto a uma área geográfica mais extensa.

Na fase posterior procedeu-se ao desenvolvimento da aplicação WebGIS e foram criados ficheiros *Mapfile* e *templates* como suporte da aplicação. O trabalho foi desenvolvido usando programas de código aberto. No Anexo I constam os *scripts* que mostram como foram elaborados e/ou manipulados os dados em ambiente GRASS GIS.

2.2 Caracterização da Área de Estudo

A região do Algarve apresenta uma área de cerca de 5 412 km², um clima mediterrânico e uma comunidade residente de 437 700 pessoas (INE, 2011). A população no Algarve concentra-se junto ao litoral, em particular nos concelhos de Albufeira, Loulé, Portimão, Lagos, Silves e Tavira, sendo que 46% da população vive em aglomerados com menos de dois mil habitantes, não se observando aglomerados com mais de 50 mil residentes (MAOT & ARH Algarve, 2011). De acordo com CCDRALgarve (2005), a principal atividade económica no Algarve relaciona-se com os serviços, em particular os associados ao turismo, que representam 72,5 % dos postos de emprego, seguindo-se a indústria (20,7 %) e a agricultura (6,7 %).

O Algarve é uma região com uma grande importância em termos de recursos naturais e de biodiversidade, incluindo algumas áreas ambientalmente protegidas como, o Parque Natural da Ria Formosa, a Reserva Natural do Sapal de Castro Marim e Vila Real de Santo António, a Rocha da Penha e a Fonte Benémola. A Rede Natura também abrange algumas zonas algarvias nomeadamente, Costa Sudoeste, Leixão da Gaivota, Arade / Odelouca, Ria de Alvor, Ria Formosa – Castro Marim, Ribeira de Quarteira, Monchique, Cerro da Cabeça, Barrocal e Caldeirão. Genericamente a região é composta por três unidades distintas em termos geológicos, morfológicos e pedológicos: a Serra; o Barrocal; e o Litoral. É na Serra, principalmente nas Serras de Monchique, Espinhaço de Cão e do Caldeirão, que nascem os principais cursos de água que se dirigem para o Litoral Oeste e Sul, a maioria dos quais possui um regime torrencial com caudais nulos ou muito reduzidos durante uma parte significativa do ano, designando-se portanto de ribeiras. Entre os cursos de água algarvios, o mais importante em termos de caudais é o rio Arade.

A Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve (Figura 2.1) abrange quinze concelhos algarvios (Figura 2), Albufeira, Aljezur, Castro Marim, Faro, Lagoa, Lagos, Loulé, Monchique, Olhão, Portimão, São Brás de Alportel, Silves, Tavira, Vila do Bispo e Vila Real de Santo António (MAOT, 2000). Sob a jurisdição da Administração da Região Hidrográfica do Algarve estão como principais sub-bacias hidrográficas: as ribeiras da costa Ocidental; as ribeiras da Ponta de Sagres; as ribeiras da Ria do Alvor; o rio Arade; a zona Central e Alcantarilha; e as ribeiras que drenam para a Ria Formosa. De notar

que a bacia hidrográfica do rio Guadiana está sob a jurisdição da Administração da Região Hidrográfica do Alentejo.

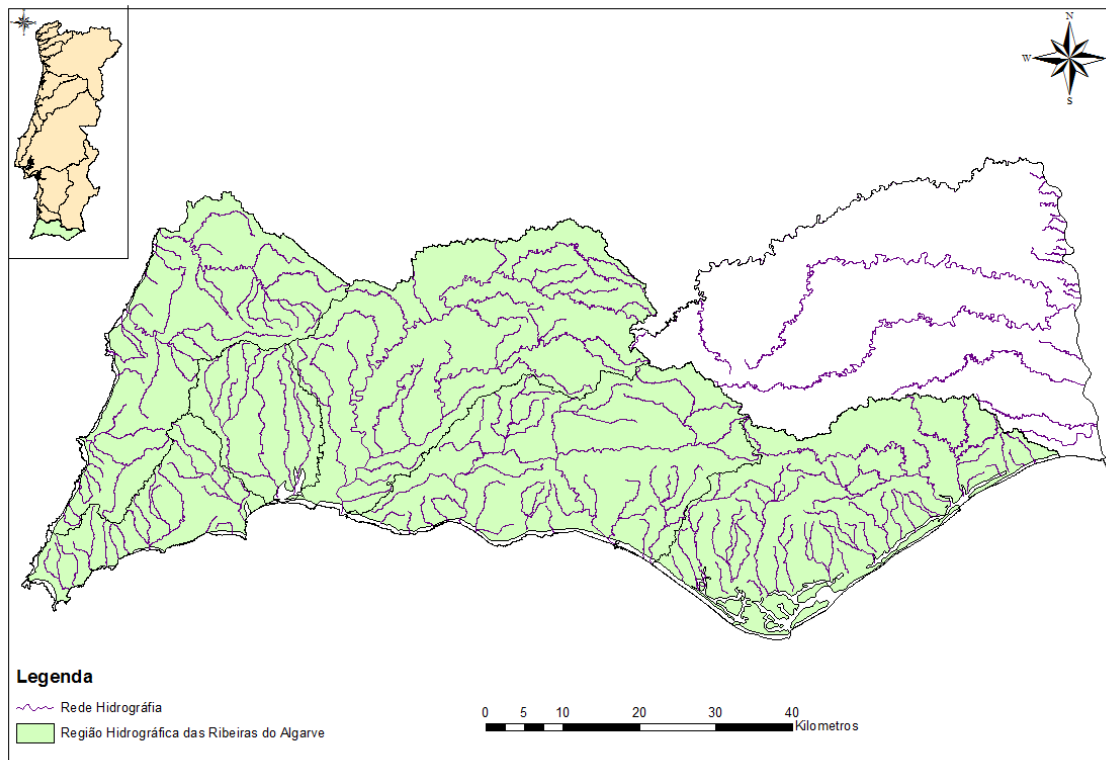


Figura 2.1 - Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve.

2.3 Criação da base de dados espacial

No ambiente GRASS GIS (GRASS *Development Team*, 2010), foi possível criar uma base de dados espacial através do cruzamento da informação das tabelas de processos de emissão de substâncias poluentes e dos atributos dos ficheiros vetoriais com as fontes de emissão potencial.

Para tal foi necessário:

- Atribuir um identificador (ID) a cada grupo atividade humanas e económicas presentes nas tabelas de processos de emissão de poluição;
- Recodificar o identificador e as propriedades dos atributos dos ficheiros vetoriais (dados de entrada em formato *shapefile*, indústrias, etc.) atribuindo os mesmos códigos do ponto anterior;

- No ambiente R-GRASS, foram criados novos ficheiros vetoriais, resultantes da união dos atributos dos ficheiros vetoriais e das tabelas de emissões potenciais, tendo criado dois grupos de dados vetoriais: poluição pontual e poluição difusa.

Foram também criados mapas das fontes potenciais de emissão pontuais e difusas para cada substância prioritária identificada.

A base de dados espacial contém informação adicional relevante, nomeadamente o processo de emissão, o meio recetor e a entidade responsável.

2.4 Criação da WebGIS

O WebGIS foi desenvolvido usando *Mapserver*. Um dos pontos fundamentais para a aplicação WebGIS em *MapServer* foi a construção dos arquivos *Mapfile* (que contém as configurações e localização das camadas temáticas), e dos arquivos *template* (criados em linguagem HTML). Os arquivos *template* proporcionam a interface da aplicação, definindo a posição de ferramentas interativas de *Zoom*, consulta, cores, logos etc., e as definições das variáveis de configurações dos mapas interativos.

No desenvolvimento da aplicação WebGIS foram utilizados os componentes:

- *hardware*

O sistema proposto foi baseado num computador único, funcionando como servidor web e servidor de mapas (ver especificações na Tabela 3). Os usuários podem aceder a partir de computadores com qualquer sistema operativo, sob forma de *Virtual Network Computing* (VNC) que permite aceder a interfaces gráficas remotas, ou *Secure Shell* (SSH) que permite a conexão com outro computador, e assim a execução de comandos numa unidade remota.

Tabela 2.1 - Especificações técnicas do servidor

Sistema operativo	GNU/Linux Debian 6.0
Processadores	Intel (R) Core (TM) i7 CPU 930 (8x2.80GHz)
Memória RAM	8 Gb PC-667 DDR2 (2x4 Gb)
Gráficos	nVidia Corporation G92 [GeForce GTS 250]
Armazenamento	1TB

- *software*

Todo o trabalho foi desenvolvido em *software* de código aberto. O servidor incluiu várias bibliotecas para a gestão de dados espaciais, *software* GIS e *web*.

Nas bibliotecas integram-se:

- GEOS (*Geometry Engine - Open Source*);
- GDAL (*Geospatial Data Abstraction Library*);
- Proj4.

No *software* GIS incluem-se:

- GRASS (*Geographic Resources Analysis Support System*);
- PostgreSQL;
- PostGIS6.

Finalmente, no *software web*:

- Apache;
- PHP (*Hipertext Pre-Processor*);
- *Mapserver*.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Poluição Real

3.1.1 Evolução Espaço Temporal da Concentração de Cádmio, Níquel e Chumbo

Recolheram-se dados sobre a concentração na água de cádmio, níquel e chumbo entre abril de 1999 e dezembro de 2000, nas diversas estações monitorizadas pela APA-ARG Algarve. Assim, nas águas interiores (Bensafrim e Arade), nas de transição (Ria Formosa-Olhão e Ria Formosa-Faro) e nas costeiras (Costa de Sagres) durante todo o período de monitorização os três metais apresentaram valores inferiores ao Limites de Quantificação laboratoriais, nomeadamente o Ni foi inferior a 3,5 µg/L, o Pb inferior a 2 µg/L e o Cd inferior a 0,13 µg/L.

Apresentam-se em seguida as concentrações de metais nos sedimentos em maio de 1999, nas mesmas estações de monitorização referidas anteriormente. De acordo com estudos anteriores (como por exemplo, Moreira da Silva, 2008) os sedimentos evidenciam teores mais elevados de metais do que os existentes na água. Como se pode verificar na (Figura 3.1) o Ni é o metal mais abundante em todos os sedimentos, exceto na Ria Formosa-Olhão e Ria Formosa-Faro onde o Pb é o metal mais abundante O Cádmio é em todas as situações o metal quantificado em concentrações inferiores e muito próximas do Limite de Quantificação laboratorial.

Na estação da Ria Formosa-Olhão comparou-se as concentrações de Ni, Pb e Cd nos sedimentos em maio de 1999 (valores cedidos pela APA-ARG Algarve) e em setembro de 2007 (*in* Moreira da Silva, 2008). Como se pode verificar na Figura 3.2, houve um aumento cerca de 10 vezes nas concentrações de Ni e Pb. Este aumento pode estar relacionado com uma zona industrial que foi implantada próximo desta estação de monitorização, e que inclui atividades potencialmente emissoras de Ni e Pb.

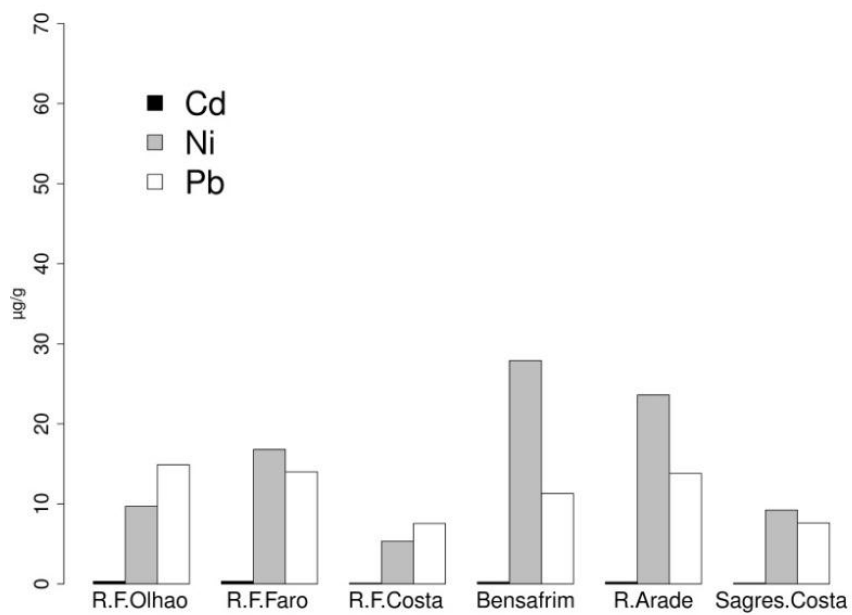


Figura 3.1 – Concentrações de metais nos sedimentos das estações monitorizadas em maio de 1999.

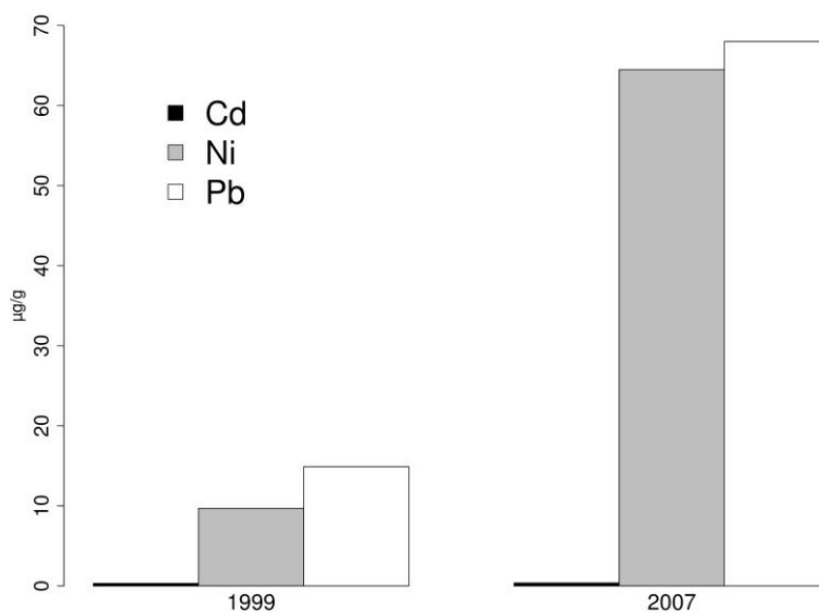


Figura 3.2 – Evolução da concentração de metais nos sedimentos da estação Ria Formosa-Olhão.

Em seguida apresentam-se na Figura 3.3, as concentrações de Ni, Pb e Cd no *plâncton* em abril de 1999, e janeiro e junho de 2000, em duas estações de monitorização, na Ria Formosa (sotavento) e na costa na zona de Sagres (barlavento). As concentrações de Ni são as mais elevadas no *plâncton*, na Estação Ria Formosa, aumentando no período estudado, já as de Pb aumentaram entre janeiro e junho de 2000, enquanto as de cádmio se mantiveram constantes e próximas de zero. Na estação Sagres, as concentrações de Ni não apresentaram um padrão de variação similar e foram sempre inferiores às de Pb. Em janeiro de 2000 quantificou-se um pico de Pb no *plâncton* em Sagres (cerca de 8000 $\mu\text{g/g}$), que pode estar relacionada com uma fonte pontual deste metal, que deixou de existir nos meses seguintes.

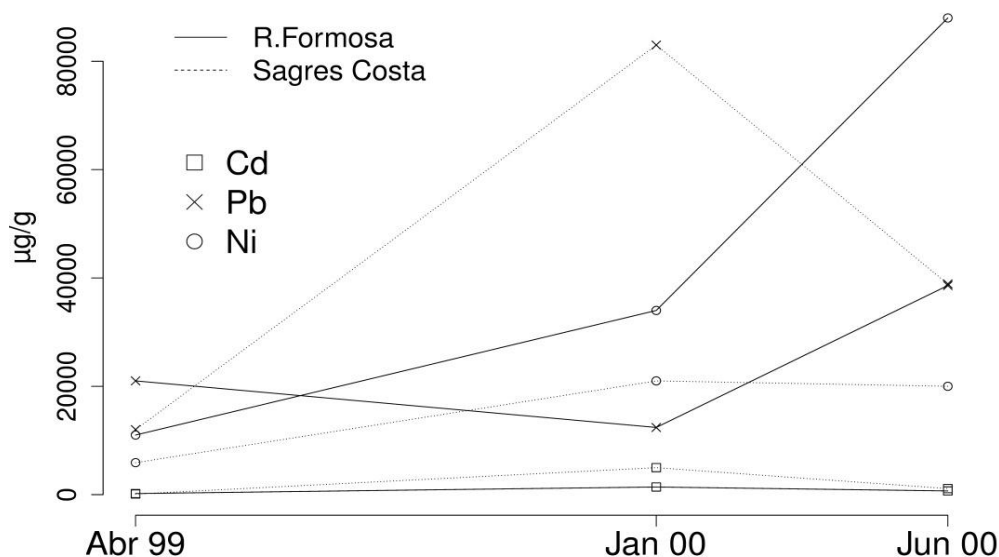


Figura 3.3 – Evolução da concentração de metais no *plâncton*.

Foi avaliado o possível impacto que os aterros sanitários do sotavento e do barlavento algarvio têm em termos de contaminação dos metais estudados nas águas superficiais (na ribeira que passa junto a cada aterro) e subterrâneas (através dos três piezómetros implantados em cada aterro). Nas águas subterrâneas e superficiais, nos dois aterros e nas colheitas semestrais efetuadas entre 2003 e 2010, apenas o Ni se quantificou acima dos Limites de Quantificação laboratoriais respetivamente de 0,002 mg/L para o Ni, 0,002 mg/L para o Pb e 0,005 mg/L para o Cd.

A evolução da concentração de metais nas águas subterrâneas, colhidas através dos três piezômetros que cada aterro sanitário tem implantado, é representada na Figura 3.4 para o aterro do sotavento e na Figura 3.5 para o aterro do barlavento.

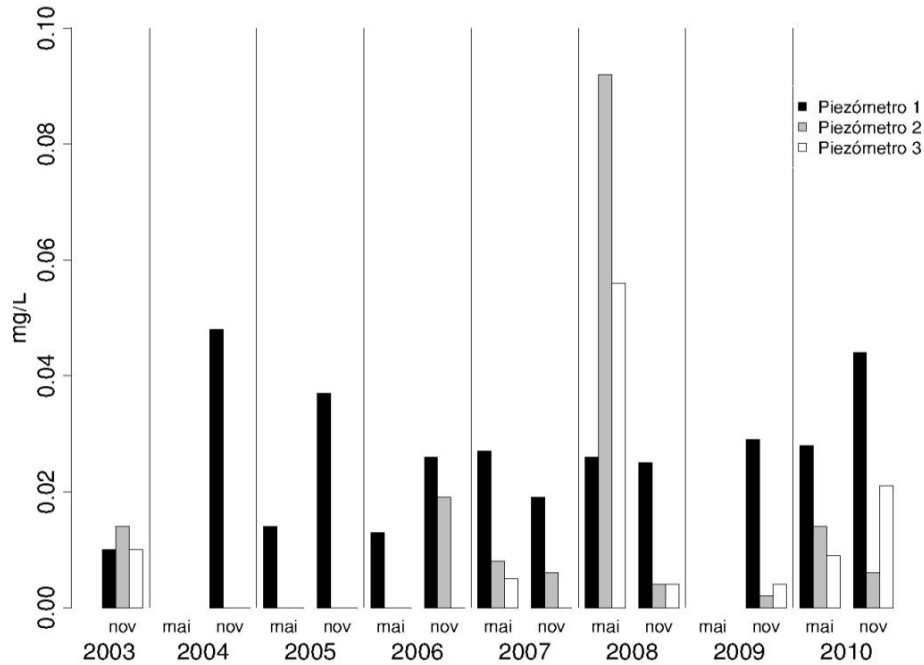


Figura 3.4 – Evolução temporal da concentração de níquel nas águas subterrâneas junto ao aterro sanitário do sotavento algarvio.

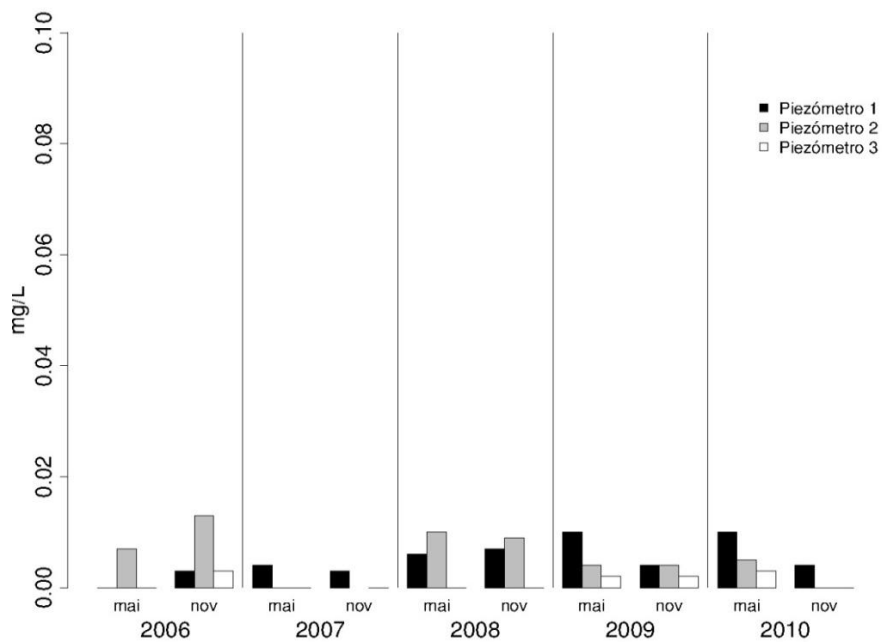


Figura 3.5 - Evolução temporal da concentração de níquel nas águas subterrâneas junto ao aterro sanitário do barlavento algarvio.

Como se pode verificar, no aterro do sotavento, a zona do piezómetro 1 é a que revela teores mais elevados de Ni, exceto em novembro de 2003 e maio de 2008. Há a possibilidade desta zona estar associada a um ponto de contaminação, embora se tratem de valores baixos de Ni, sempre inferiores a 0,10 mg/L.

No caso do aterro do barlavento, não há um padrão claro de variação temporal das concentrações de Ni entre piezómetros, mas sistematicamente o piezómetro 3 é o que evidencia teores mais baixos de Ni.

Quando se compara a Figura 3.4 com a Figura 3.5 (entre maio de 2006 e novembro de 2010), constata-se sempre teores de Ni mais elevados no aterro sanitário do sotavento.

Quanto à análise da evolução da concentração de Ni nas águas superficiais que passam junto a cada aterro sanitário, também se verifica (tal como nas águas subterrâneas) que, os teores são mais elevados no aterro sanitário do sotavento (Figura 3.6) em que o valor máximo (cerca de 0,30 mg/L) é atingido em maio de 2008, seguindo-se o de novembro do mesmo ano. Relativamente ao aterro do barlavento (Figura 3.7) o valor máximo foi 0,02 mg/L em maio de 2010.

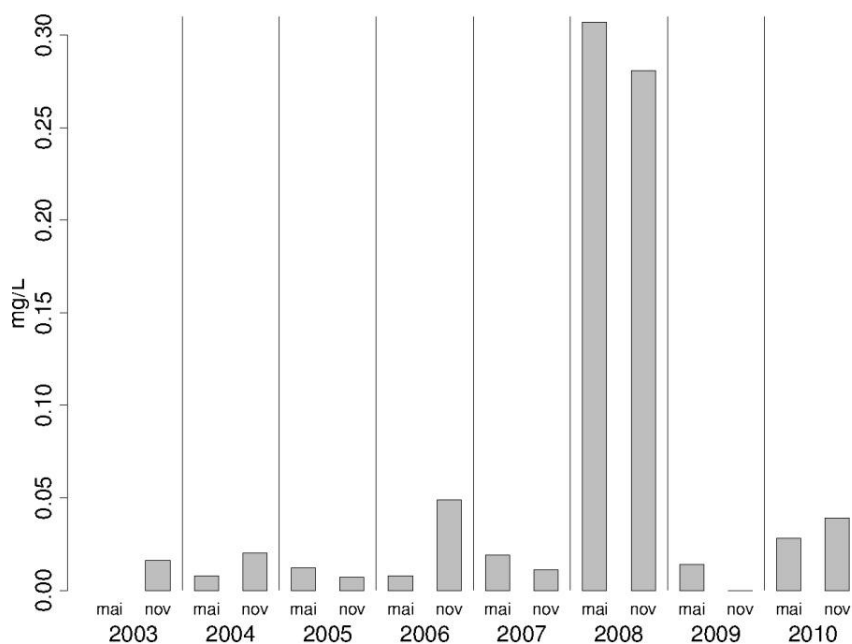


Figura 3.6 – Evolução da concentração de níquel nas águas superficiais junto ao aterro sanitário do sotavento.

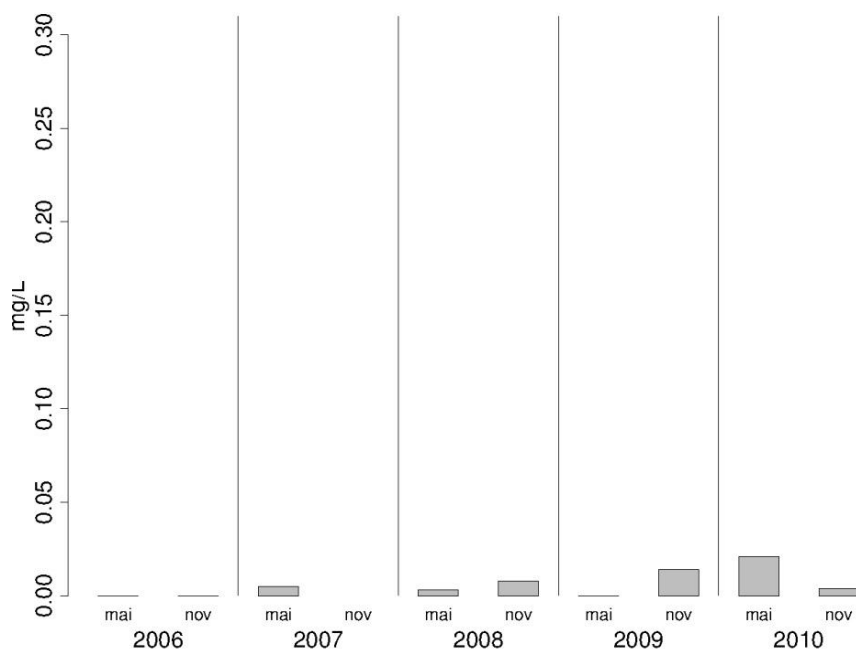


Figura 3.7 – Evolução da concentração de níquel nas águas superficiais junto ao aterro sanitário do barlavento.

Se cruzarmos a informação aqui apresentada sobre a concentração de metais nas águas, sedimentos e plâncton com a informação das indústrias potencialmente emissoras destes metais no Algarve (ver Tabela no Anexo I) verificamos que de facto, no que diz respeito ao Ni, no sotavento algarvio são mais frequentes essas atividades antrópicas do que no barlavento.

3.2 Poluição Potencial

Após a recolha da informação sobre as atividades antrópicas presentes na Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve, criaram-se mapas de distribuição de poluentes potencialmente emitidos por essas atividades. Nesses mapas representam-se as fontes potenciais, pontuais e difusas, de emissão de várias SP (Ni, Pb e Cd e outras) assinaladas a cor-de-rosa, tendo o modelo digital de elevações (DEM) como fundo. No DEM as cores mais claras representam áreas de maior altitude enquanto as cores mais escuras representam áreas baixas como os cursos fluviais.

3.2.1 Origens Pontuais

3.2.1.a) Metais Pesados

A Figura 3.8 apresenta-nos os três mapas de distribuição das origens potenciais de emissão de Cd, Ni e Pb. Como se pode verificar as origens de emissão potencial de Ni, são as mais abundantes, e particularmente frequentes no litoral do sotavento algarvio, estando portanto de acordo com os resultados apresentados para este metal em 3.1. As origens potencialmente emissoras de Cd são mais raras e distribuem-se sobretudo no litoral do sotavento algarvio, já as de Pb sendo as mais raras dos três metais, se distribuem tanto pelo barlavento como pelo sotavento.

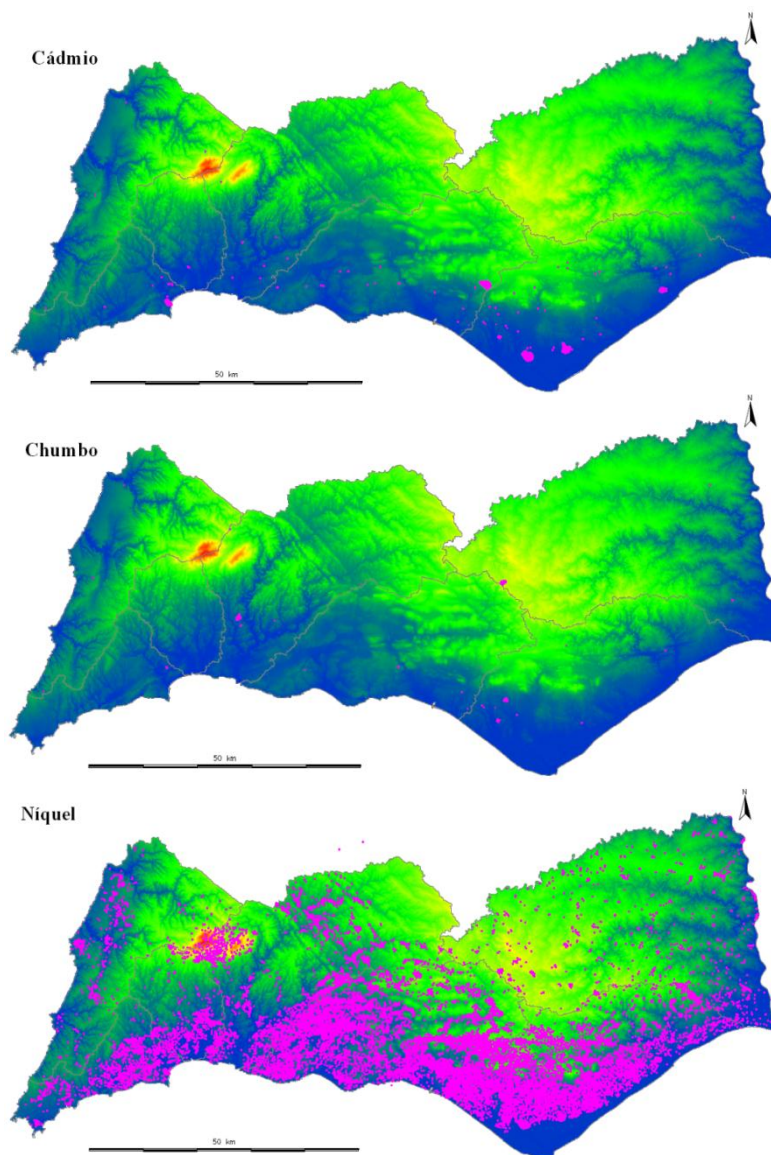


Figura 3.8 - Distribuição das origens potenciais pontuais de Cd, Pb e Ni na Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve.

3.2.1.b) Outras SP

Foram também mapeadas fontes potenciais pontuais de outras dez SP, das quais aqui se apresentam três. O Diclorometano, foi claramente a SP mais problemática, uma vez que a densidade de fontes emissoras é muito elevada, sobretudo no litoral e particularmente no sotavento. Trata-se de um solvente (CH_2Cl_2) incolor e volátil, que não sendo facilmente biodegradável, é amplamente utilizado como decapante, desengordurante, na extração da cafeína, expansor de espumas de poliuretanos, etc. Como se pode ver na Figura 3.9 as origens potenciais pontuais de Dietilhexylftalato já são muito menos frequentes do que as do Diclorometano, embora bem visíveis em todo o litoral algarvio, acontecendo o mesmo com as origens potenciais de Mercúrio.

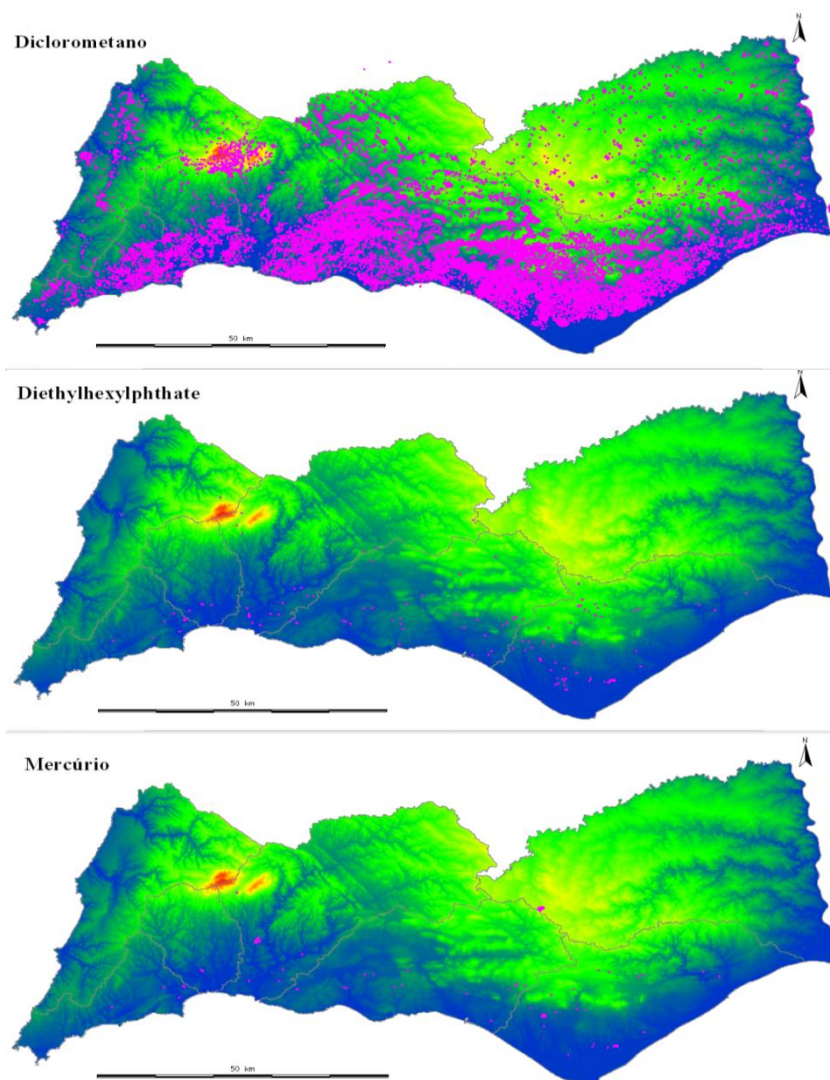


Figura 3.9 – Distribuição das origens potenciais pontuais de Diclorometano, Diethylhexylphthate e Mercúrio na Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve.

3.2.2. Origens Difusas

3.2.2.a) Metais Pesados

No que diz respeito a origens potenciais de poluição difusa em termos de Cd, Ni e Pb na região do Algarve (representadas na Figura 3.10), volta a verificar-se que o Ni é o metal mais problemático, embora também sejam muito abundantes as origens potenciais de Cd e Pb, sobretudo ao longo da zona litoral algarvia.

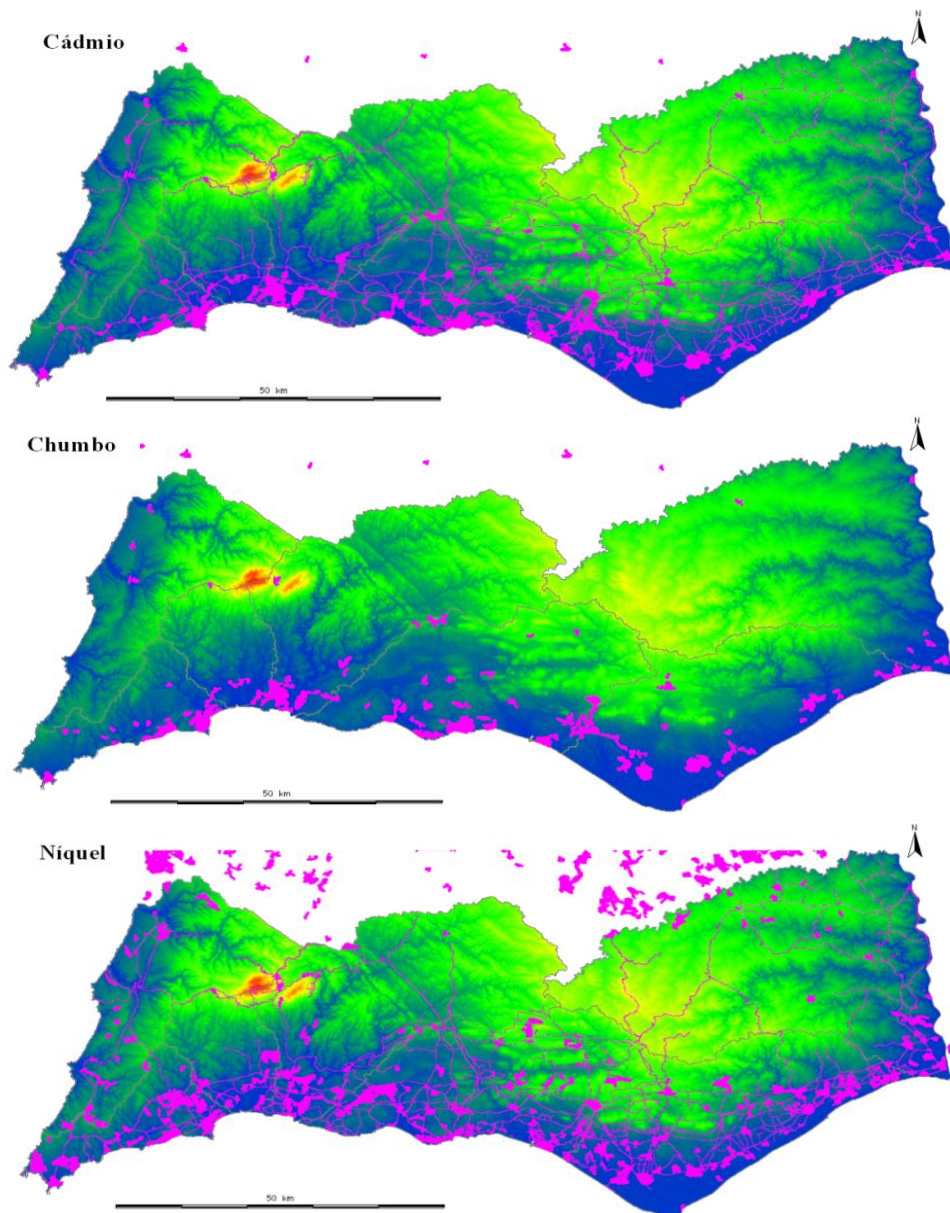


Figura 3.10 - Distribuição das origens potenciais difusas de Cd, Pb e Ni na Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve.

3.2.2.b) Outras SP

Foram mapeadas fontes potenciais difusas de outras dez SP, das quais Antrazina, Diurão e Benzopireno se revelaram potencialmente mais problemáticas. A Antrazina e o Diurão (já retirado da lista de fitofármacos autorizados na CE, em junho de 2007) são herbicidas usados na agricultura, considerados nefastos para os ecossistemas naturais e particularmente para os recursos aquáticos e potencialmente presentes em todo o Algarve (Figura 3.11).

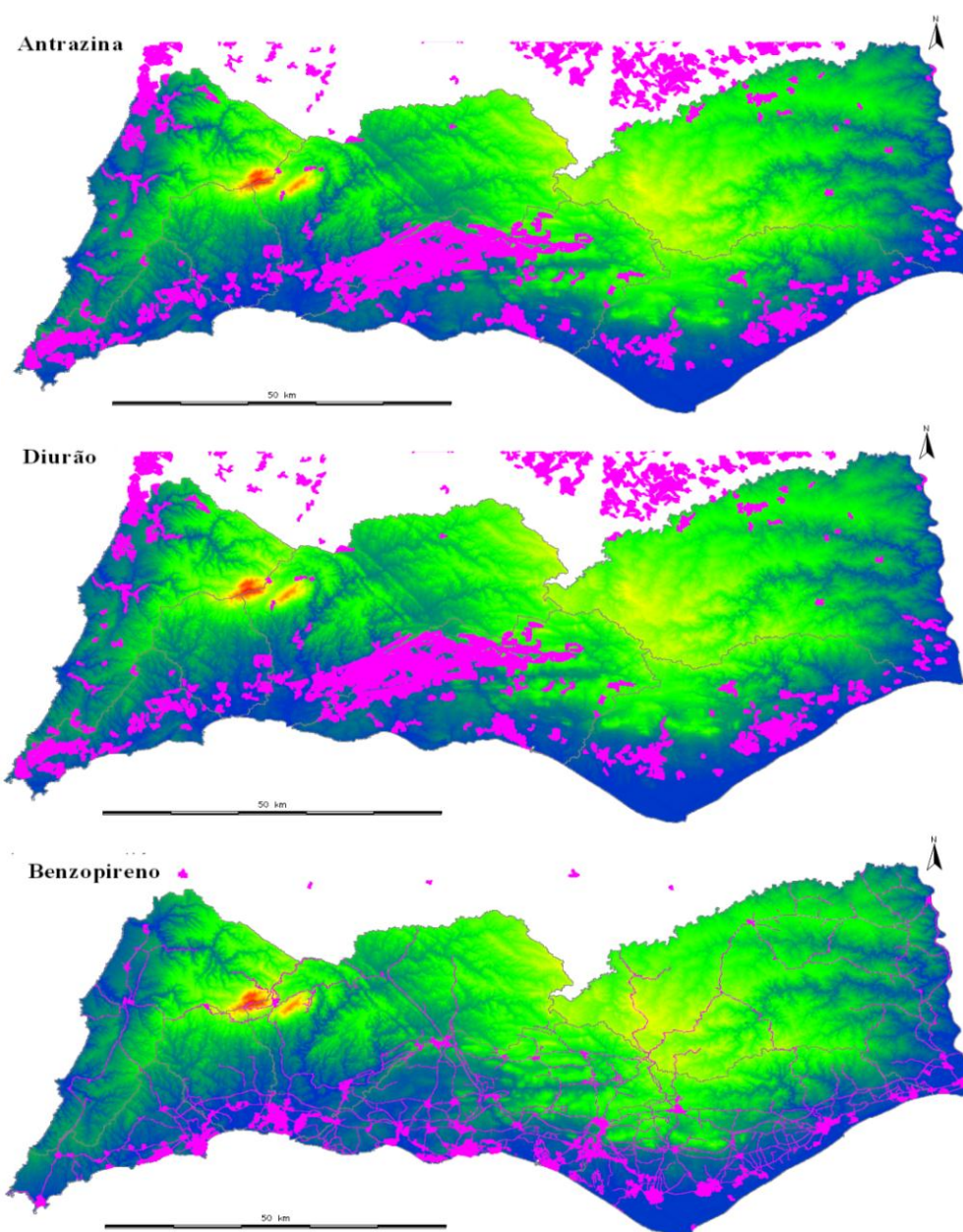


Figura 3.11 - Distribuição das origens potenciais difusas de Antrazina, Diurão e Benzopireno na Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve.

Relativamente ao Benzopireno, é um hidrocarboneto aromático polinucleado considerado cancerígeno, que está associado ao fumo do tabaco, ao carvão e à poluição atmosférica nas zonas urbanas. Das três SP que se representam na Figura 3.11, o Benzopireno é o que menos fontes potenciais difusas apresenta e a sua distribuição está mais confinada ao litoral algarvio, junto aos centros urbanos.

3.3 WebGIS

A aplicação WebGIS desenvolvida encontra-se disponível no endereço da rede local da Universidade do Algarve <http://10.10.41.151/template/>. O aspeto da página de introdução a aplicação web mostra-se na Figura 3.12. Foram criados arquivos *html* que contem o código para a visualização da página do índice e cada um dos arquivos modelo para facilitar a interatividade com o mapa web. Da mesma forma, foi criado o arquivo *mapfile* com as definições do mapa e as camadas de informação.

Por trás da interface gráfica do WebGIS temos os ficheiros *mapfile*, do *template* e da página inicial *html* da aplicação. Os mapas vetoriais relativos a potenciais fontes de substâncias poluentes constam no Anexo II. Foi também incluída na aplicação web, alguma informação vetorial criada por outras entidades (como a divisão administrativa, subsecções estatísticas, e áreas ambientalmente protegidas) que auxiliam na análise e interpretação do comportamento das SP na Bacia Hidrográfica da Ribeiras do Algarve.

Na página inicial da aplicação temos os acessos aos mapas estáticos, as opções da interface do usuário, e aos mapas dinâmicos sobre origens potenciais de SP (Figura 3.12). Constam na aplicação algumas substâncias como por exemplo, metano, amónia, e nitratos, que embora não façam parte das 33 SP, se mantiveram no sistema.

O uso da aplicação é relativamente simples. O usuário pode selecionar um conjunto de itens como áreas de sub-bacias, contornos das sub-bacias, hidrografia, concelhos, áreas protegidas, áreas de proteção especial e sítios de referência para a população. O usuário pode também selecionar o fundo com uma imagem do Modelo Digital de Elevação (DEM) a cores ou em tons de cinzento e selecionar a SP que lhe interesse, tanto com origem pontual como com difusa. Usando opção *query* do *Map mode* é possível

escolher um poluente e ter a informação associada a um banco de dados, como as atividades associadas e os processos de emissão (Figura 3.13).

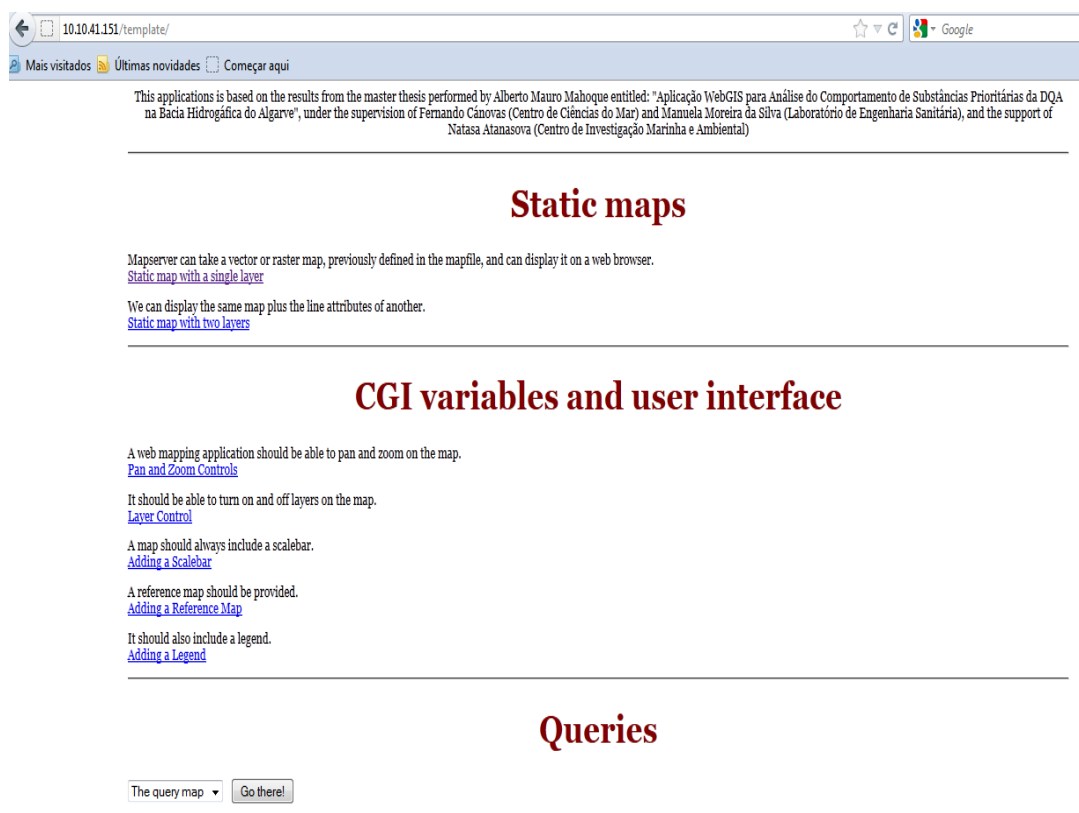


Figura 3.12 - Página de introdução a aplicação web.

O WebGIS apresenta mapas estáticos e mapas dinâmicos com funcionalidades para escolha de camadas vetoriais, com informação geral e de SP, escolha de camadas *raster*, controlo do *zoom* e do tipo de mapa (visualização ou pesquisa). Um exemplo de mapa dinâmico é apresentado na Figura 3.13. A aplicação contém as informações da base de dados desenvolvida, e permite a consulta das atividades humanas potencialmente poluentes e de informação adicional relevante, como o processo de emissão do poluente, o meio recetor, a entidade responsável e outras informações úteis. O resultado de uma consulta (Figura 3.14) mostra a informação requisitada organizada da seguinte forma: dados gerais com coordenadas do mapa visualizado; localização geográfica da fonte potencial de poluição; dados arquivados na base de dados sobre o processo de emissão, em forma de tabela; e mapas que mostram a extensão do mapa visualizado e a localização geográfica da consulta.

Priority Substances potential emissions

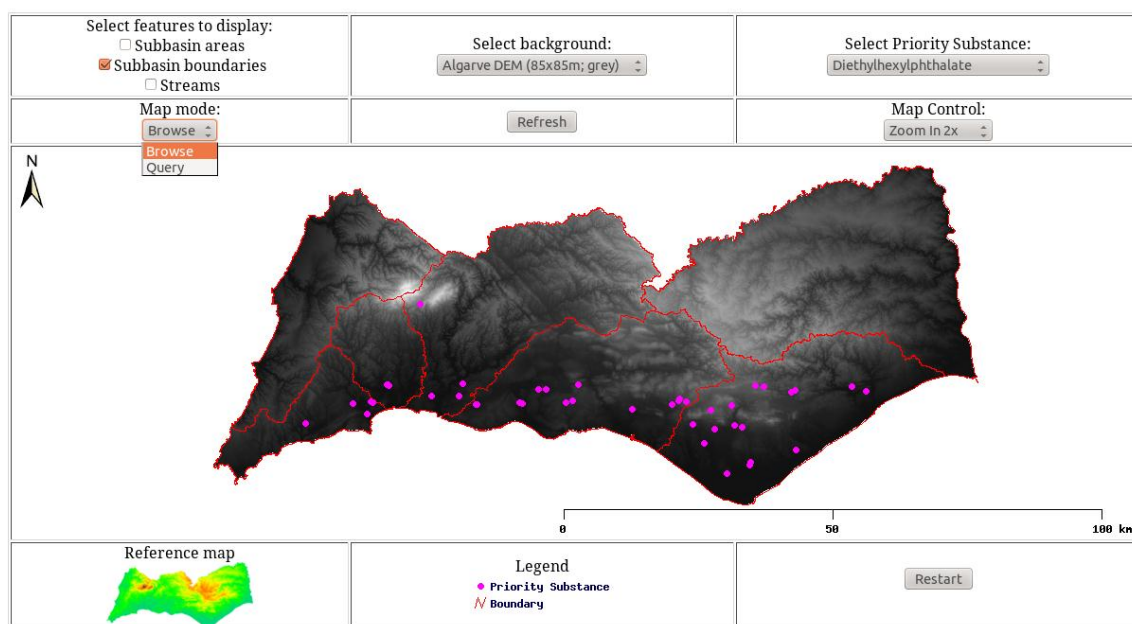


Figura 3.13 - Página da aplicação web que mostra um mapa dinâmico.

Query results page

Number of layers with results=1

Total number of results=1 ->

ETRS89 Portugal/TM06 (EPSG:3763)

Search window extension:

-84181.653639 -298694.702234 -13161.274343 -267139.855492

418,164 (Image coordinates)

Query point:

-47440.912865, -281554.882973 (Map coordinates)

Activity	Emission process	NACE code	CAS	Priority Substance
AL-LGS-Ind-04 Fab. de artigos de mármore e rocha	Characteristic processes in manufacture of non-metallic mineral products.	26.70	117-81-7	diethylhexylphthalate (DEHP)

Query map

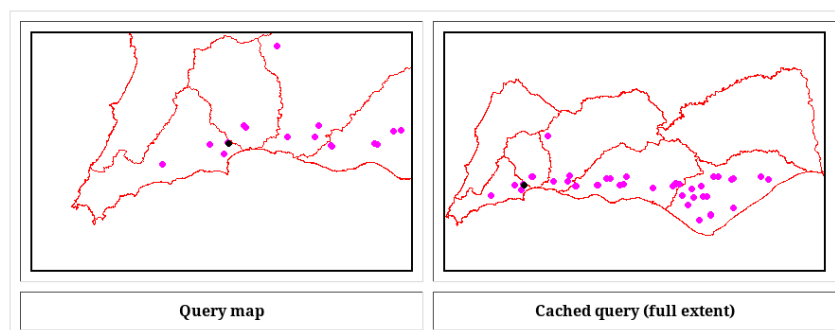


Figura 3.14 - Página da aplicação web que mostra o resultado de uma consulta.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a informação sobre SP seja escassa, os dados reais analisados neste estudo evidenciam que as concentrações de Ni nos últimos anos têm aumentado na região do sotavento algarvio e que esse aumento está de acordo com as atividades antrópicas aí existentes. Atendendo a que exposições prolongadas a concentrações críticas de Ni podem desencadear problemas respiratórios, gastrointestinais, nos rins, cérebro e baço, este aumento do Ni na região, deve ser devidamente acompanhado e merecer intervenção das entidades competentes em termos de ambiente e saúde pública.

Outro aspeto importante, é que provavelmente existirão concentrações elevadas de outras SP na Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve, como o Diclorometano, Antrazina e Diurão, sobre as quais esta tese não inclui dados reais, mas que constatou um número elevado de origens antrópicas potencialmente suas emissoras, bem como as respetivas zonas mais críticas.

Os dados da evolução espaço-temporal da concentração na água de metais pesados (cádmio, níquel e chumbo), coincidem com as áreas identificadas com a aplicação GIS, como fontes potenciais de poluição pontual e/ou difusa. De acordo com a base de dados criada, também foi possível fazer uma avaliação em relação a: i) distribuição espacial de fontes potenciais de emissão de SP no Algarve, e; ii) identificação das actividades antrópicas potenciais emissoras das SP. Finalmente deve-se referir que relativamente a esta ferramenta WebGIS, muitas outras informações poderão ser acrescentadas futuramente, pois trata-se de uma aplicação versátil e prática, que pode ser atualizada e/ou modificada a qualquer momento, segundo as necessidades.

5. PERSPETIVAS FUTURAS

O autor desta tese pretende aplicar a ferramenta aqui desenvolvida à realidade moçambicana. Nos últimos anos tem-se verificado um elevado investimento estrangeiro em Moçambique, sobretudo em indústrias extrativas, nomeadamente de gás natural, carvão mineral, ouro, titânio, ilmenite, zircão, rutilo, tantalita, mármore e pedras preciosas. Paralelamente está a verificar-se um crescimento de mais de 7 % ao ano, nos setores agrícola, financeiro, transportes, comunicações e construção. Apesar deste crescimento assinalável, Moçambique ainda é um país pobre e continua a depender fortemente da ajuda financeira e assistência técnica assegurada por beneméritos e organizações internacionais, que chegam a representar 45 % do Orçamento de Estado (Milagre *et al*, 2011). Todas estas atividades extrativas e outras relacionadas com o desenvolvimento social que elas geram, promovem a emissão de poluentes para o meio ambiente, com todas as consequências nefastas para os ecossistemas naturais e para a saúde das comunidades locais. Por outro lado, Moçambique é um dos países mais propensos à ocorrência cíclica de desastres naturais, onde um conjunto vasto de causas relacionadas com aspetos sociais, económicos, ambientais, meteorológicos, ecológicos e hidrológicos, originam ciclos de secas, cheias, ciclones, incêndios, pragas e/ou epidemias.

Os SIG's têm-se revelado uma excelente ferramenta para a análise e gestão de variáveis ambientais e de riscos naturais, embora o *WebGIS* seja ainda pouco utilizado em Moçambique. O desenvolvimento deste tipo de aplicações em instituições de investigação (como as universidades), proteção civil e assistência humanitária (como o Instituto Nacional de Gestão de Calamidades - INGC) seria um grande desafio. A aplicação poderia conter dados de poluição, hidrológicos, de fogos, áreas seguras, e sobre as suas evoluções temporais. Poderia gerar páginas dinâmicas que possibilitassem ao usuário aceder à informação na *Internet*, mesmo nos locais das ocorrências, permitindo avaliações e tomadas de decisões rápidas e *in situ*. Frequentemente os desastres naturais ocorrem em locais inóspitos. Identificar a área atingida e a extensão dos danos causados é um trabalho difícil e moroso, normalmente agravado pela escassez de meios técnicos e humanos. O grande objetivo na gestão de acidentes de poluição e de desastres naturais é identificar, nas primeiras 72 horas, as áreas mais afetadas e os respetivos acessos. Aplicações, como a que se desenvolveu neste estudo, são

fundamentais para a disponibilização de dados geográficos precisos e outras informações relevantes, para a tomada de decisões, em tempo útil.

Outro aspeto a referir é que, desenvolver e difundir os métodos de criação e manutenção de aplicações WebGIS com base em *software* de código aberto, é abrir uma janela de oportunidades e de inovação para técnicos de organizações públicas, onde os recursos financeiros são escassos, como em alguns casos do continente Africano, nomeadamente Moçambique. Grande parte dos recursos informáticos que existem em Moçambique, foram adquiridos por instituições públicas, a partir de verbas cedidas por organizações internacionais, e implicam a utilização de *software* com título de propriedade do país oriundo, com restrições de utilização e que a curto prazo, representam pesados encargos financeiros. O uso destes *software* levanta questões como, o tempo de utilização de cada versão, garantias de continuidade, acesso a ficheiros, etc. Na maioria das situações, a resposta a estas dificuldades envolve custos financeiros, insuportáveis para muitas destas instituições. Surge assim a pertinência de se utilizarem *software* de código aberto. O facto dos recursos humanos com formação em tecnologias de código aberto serem escassos, pode constituir uma limitação à sua difusão, uma vez que o seu uso requer alguma qualificação. A solução pode passar por se capacitarem mais colaboradores, facultando-lhes módulos estruturados de formação, por exemplo através das universidades e da colaboração de técnicos de outras instituições em projetos que utilizem estes *software*, como ferramentas vocacionadas para o mercado de trabalho de acordo com cada realidade geográfica e sociocultural.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adem, C., Schmidt, G., & Schroder, W., (2010). **Data analyses with the WebGIS WaldIs**, European Journal of Forest Research, 129: 489–497.

Barriguinha, André Figueiredo; (2008), **ECO@GRO DIGITAL-Uma ferramenta WebGIS de apoio na consultadoria e gestão agro-florestal**, *Tese de Mestrado*, Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação, Universidade Nova de Lisboa.

Barrico, L., Azul, A. M., Morais, C. M., Coutinho, P. A., Freitas, H., Castro, P.; (2012), **Biodiversity in urban ecosystems: Plants and macromycetes as indicators for conservation planning in the city of Coimbra (Portugal)**, Landscape and Urban Planning 106, 88–102.

Beek, B., Berger, S., Böhling S., Bosma, T., Jonas, K., Keskin, M., Pauli, W., Reineke, W., Rheinheimer, G., Studinger, G., Thumm, E., Wesnigk J., Zehnder, A., (1997), **Biodegradation and Persistence: The Handbook of Environmental Chemistry**. Bernd Beek Editor, Springer.

Casanova, Marco.; Câmara, Gilberto.; Davis, Clodoveu.; Vinhas, Lúbia., 2005. **Banco de Dados Geográficos**. Edição electrónica: Divisão de Processamento de Imagens (DPI) e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais ([INPE](http://www.dpi.inpe.br)). Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/>.

Correia, J.C. (2007). **A água nos Caminhos da Cooperação**. p.24-25. In: Cunha, L.V. Serra, A., Costa, J.V., Ribeiro, L. e Oliveira, R.P. (coordenação). Reflexos da água. Lisboa, Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, 1ª Edição.

Choi, J.Y., Engel, B. A. (2003) **Real time watershed delineation system using web-GIS**. Journal of Computing in Civil Engineering 17(3):189-196.

Cunha, M. C. (2007). **Gestão proactiva do risco em sistemas hídrico**. p.120-121. In: Cunha, L.V. Serra, A., Costa, J.V., Ribeiro, L. e Oliveira, R.P. (coordenação). Reflexos da água. Lisboa, Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. 1ª Edição.

De La Cruz, L.A.M.; Herrera, J.P.T.;Chico, L.E.L.; Cota, C.X.N.:(2010). **Analisis Comparativo de Servidores de Mapas**. Geofucos, Revista Internacional de Ciencia y Tecnologia de la Información Geográfica. nº 10, p. 1-10. ISSN: 1578-5157.

Eurostat, (2008), **NACE Rev.2-Statistical classification of economic activite in the European Community**, European Commission.

Eckenfelder, W.Wesley, Jr (2000) Industrial Water Pollution Control, McGraw-Hill Series in Water Resources and Enviromental Engineering,Third Edition.

Hirpac,(2006) **Introdução ao Mapserver-Instalação**, Brasil.

Hoekstra, A.Y. and Mekonnen, M.M. (2011). **Global Water Scarcity: Monthly Blue Water Footprint Compared to Blue Water Availability for the World's Major River Basins**. Value of Water Research Report, 53. UNESCO-IHE, Delft.

GRASS Development Team (2008). **Geographic Resources Analysis Support System (GRASS GIS) Software**. Open Source Geospatial Foundation. URL: <http://grass.osgeo.org>.

Lepom, P., Brown B., Hankec, G.,Quevauviller, P. & Wollgast, J. (2009). **Needs for reliable analytical methods for monitoring chemical pollutants in surface water under the European Water Framework Directive**, *Journal of Chromatography*, 1216: 302–315.

Li, S., Xiong, C., Ou, Z., (2011), **A Web GIS for Sea Ice Information and an Ice Service Archive**, *Transactions in GIS*, 15(2): 189–211.

Mathiyalagan, V., Grunwald, S., & Reddy, K.R.(2005). **A WebGIS and geodatabase for Florida's wetlands**. *Computers and Electronics in Agriculture*, 47: 69–75.

MAOT (2000). **Plano Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve. 1ª Fase, Análise e Diagnóstico da Situação de Referência**. Volume I – Síntese, Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território.

MAOT & ARH Algarve,-(2011). **Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas que integram a Região Hidrográfica do Algarve (RH8) -Relatório Técnico para efeitos de**

participação pública, Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território & Administração da Região Hidrográfica do Algarve, I.P

Medeiros, Anderson M.L,(2011). **WEBGIS-Por dentro do Mapserver**, *Revista FOSSGIS, Georreferenciando o Conhecimento*, Brasil, Ano 1-Edição n 3, Setembro.

Milagre, D., Samo,G.,Meque, P., Rocha, S., (2011) **Monitoria da Eficácia da Ajuda na Optica de Género**, Relatório Final, UN WOMEN.

MOREIRA DA SILVA, M. **Metals and Butyltins in Sediments of Ria Formosa – The Role of Spartina maritima and Sarcocornia fruticosa**. Tese submetida à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto para obtenção do grau de Doutora em Ciências e Tecnologias do Ambiente. 18 de dezembro de 2008.

Mörner. J., R. Bos & M. Fredrix. (2002). **Reducing and Eliminating the use of Persistent Organic Pesticides – Guidance on alternative for sustainable pest and vector management**. Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals. Geneva.

R Development Core Team (2009). **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria. URL: <http://www.R-project.org/>.

Rivera, J. M, M;Navarro, E.; (2011). **Evaluation of SPL Approaches for WebGIS**

Development: SIGTel, a Case Study. *Proceedings of the 44th Hawaii International Conference on System Sciences*, 1530-1605/11,

Rebelo, Anabela R.Sequeira, 2009. **Avaliação de Risco para os Recursos Hídricos em caso de Rejeição de Sustâncias Perigosas**, *Tese de Mestrado*, Universidade da Beira interior.

Peng, Z.-R. and Tsou, M.-H., 2003, **Internet GIS - Distributed Geographic Information Services for the Internet and Wireless Networks**. New Jersey: Wiley - John Wiley & Sons, Inc.

Pereira, Luis Santos; Cordery Ian; Lacovides, Lacovos. (2009), **Coping with Water Scarcity: Adressing the Challenges**,Springer.

PORTUGAL. Assembleia da República – **Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro**: D.R.

n.º 249: Série I-A, 2005-12-29 (2005), p.7280–7310.

Salvati, P.; Vinicio, B.; Bianchi, C.; Guzzetti, F.; Tonelli, G.; (2009). **A WebGIS for the dissemination of information on historical landslides and floods in Umbria-Italy**. *Geoinformatica*. nº 13: 305-322.

SENGATINE, Paulo César Lima; (2001). **Estudo do Sinergismo entre os Sistemas de Informação Geográfica e o de Posicionamento Global**. *Texto apresentado à Escola de Engenharia de São Carlos como parte dos requisitos para obtenção do título de Livre-Docente-Universidade de São Paulo*. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/18/tde-02102007-092045/en.php>>. Acesso em: 10 Maio 2012.

Schneiders, A., Daele, T. V., Landuyt, W. V., Reeth, W. V.; (2012) **Biodiversity and ecosystem services: Complementary approaches for ecosystem management?**, *Ecological Indicators* 21, 123–133.

Van Griensven, A., Breuer, L., Di Luzio, M., Vandenberghe, V., Goethals, P., Meixner, T., Arnold, J., & Srinivasan, R. (2006). **Environmental and ecological hydroinformatics To support the implementation of the European Water Framework Directive for river basin management**. *Journal of Hydroinformatics*, 8 (4): 239–252.

Páginas consultadas:

- <http://www.ideandalucia.es/index.php/es/servidores>
- http://www.opengeospatial.org/domain/geosciences_and_environment
- <http://mapserver.org>

Anexos

Anexo I

Tabela das Substâncias Prioritárias e processo de emissão

Familia	Composto	Descrição	Processo de emissão	NACE
By-products	Anthracene	Iron and steel industry	Emission from smoke stacks of iron and steel plants	29.12
		Iron and steel industry	Emission from smoke stacks of iron and steel plants	29.23
		Release to the air due to combustion processes related to land based road transport (cars, buses, trucks)	Emission from petrol, diesel, and ethanol mixtures	60.2
		Emissions from asphalt pavement	Emissions from asphalt pavement	60
		Release to the air due to combustion processes related to air based transport (planes)	Emission from fuel combustion	62
		Emissions of anthracene due to leaching from contaminated solid waste in landfills	Leaching from landfills	90.03
		Emissions of anthracene to urban surface due to landfilling of solid waste	Waste disposal to land	90.02
		Printing n.e.c.		22.22
organic industrial chemicals	Benzene	Pre-press activities		22.24
		Manufacture of cleaning and polishing preparations		24.51
		Transport of gasoline		60.2
		Transport of benzene		60.2
		Transport - road (LDV, HDV and motor-bikes)	Combustion	60.2
		Transport - road LDV	Combustion	60.2
		Transport - road HDV	Combustion	60.2
		Transport - road of person cars with catalysator	Combustion	60.2

continua na página seguinte ...

Familia	Composto	Descrição	Processo de emissão	NACE
		Transport - road of person cars without catalysator	Combustion	60.2
		Transport - road of person cars using diesel	Combustion	60.2
		Transport - road of person cars with gaso-line added MTBE	Combustion	60.2
		Transport - road of person cars	Combustion	60
		Spill of benzene		60
		Spill of oil		60
		Use of gasoline engines - road transport	Combustion	60
		Transport - emissions from airplanes	Combustion	62
		Leachate from landfills		90.02
		Evaporation from landfills - household waste composting		90.02
		Consumer products - home maintenance, auto products, hobby/craft, lubricants, model and hobby glues		97.00
	Benzo(a)pyrene	Drying, salting and other fish processing and preserving	Slaughterhouses (>50t/d), plants for the production of milk (>200t/d), other animal raw materials (>75t/d) or vegetable raw materials (>300t/d)	15.20
			Characteristic processes in plants for the pre-treatment of fibres or textiles (>10t/d)	17.27
			pulp, fiber and paper industry	22.03
		Printing n.e.c.	pulp, fiber and paper industry	22.22

continua na página seguinte ...

Familia	Composto	Descrição	Processo de emissão	NACE
		Pre-press activities	pulp, fiber and paper industry	22.24
		Manufacture of organic and mineral fertilisers	production of basic inorganic chemicals or fertilisers	24.15
		Manufacture of cement	cement and mineral substances industries	26.51
		Treatment and coating of metals	emissions from metal industry	27.54
		General mechanical engineering	emissions from metal industry	28.51
		leaching of BaP from bitumen (e.g. Roofing) and asphalt	emissions from metal industry	28.52
		Emissions from road transport (with catalyst)	use of bitumen, leaching	45.2
		Emissions from road transport (without catalyst)	fuel burning in petrol vehicles with catalyst	60
		household use of consumer products containing methylchloride: (auto) cleaning agents, glues, soaps, paint, varnish, (auto grease)/lubricant, paint/glue/adhesive/varnish remover/stripper	fuel burning in petrol vehicles without catalyst and in trucks	60
	Dichloromethane (DCM)	wood/masonry/glass/metal, for		97.00

continua na página seguinte ...

Familia	Composto	Descrição	Processo de emissão	NACE
	diethylhexylphthalate (DEHP)	Indoor evaporation from cupboard (made of polyurethan) Pottery	Characteristic processes in manufacture of non-metallic mineral products.	26.21 97.00
		Manufacture of ornamental articles made of stone- or earthenware, porcelain and china Manufacture of floor flags, tiles and mosaic	Characteristic processes in manufacture of non-metallic mineral products.	26.21
		Manufacture of support or filler tiles	Characteristic processes in manufacture of non-metallic mineral products.	26.40
		Manufacture of bricks and tiles	Characteristic processes in manufacture of non-metallic mineral products.	26.40
		Manufacture of concrete products for construction purposes	Characteristic processes in manufacture of non-metallic mineral products.	26.61
		Manufacture of ready-mixed concrete	Characteristic processes in manufacture of non-metallic mineral products.	26.63
		Manufacture of other articles of concrete, plaster and cement	Characteristic processes in manufacture of non-metallic mineral products.	26.66

continua na página seguinte . . .

Família	Composto	Descrição	Processo de emissão	NACE
		Manufacture of articles of marble and similar stone	Characteristic processes in manufacture of non-metallic mineral products.	26.70
		Manufacture of articles of slate	Characteristic processes in manufacture of non-metallic mineral products.	26.70
	nonylphenols (NPs)	Emissions from agriculture, pesticide use	Due to agricultural activities (via leaching, erosion, spills, direct drainage discharges)	01.1
			textile industry	17.27
Metals	Cadmium	Slaughtering of animals (production of meat)	Slaughter houses (50t/d)	15.11
			Manufacture of vegetable raw materials (>300t/d)	15.30
		Manufacture of fruit and vegetable juice	Manufacture of vegetable raw materials (>300t/d)	15.32
		Manufacture of jams, marmalades and table jellies	Manufacture of vegetable raw materials (>300t/d)	15.33
		Operation of dairies and cheese making	Plants for the production of milk (>200t/d)	15.51
		Manufacture of ice cream	Plants for the production of milk (>200t/d)	15.52
		Manufacture of organic and organic-mineral fertilisers	Emission from production of fertilisers	24.15
		Pottery	Installations for the production of cement klinker, lime, mineral substances or ceramic products	26.21

continua na página seguinte ...

Familia	Composto	Descrição	Processo de emissão	NACE
		Manufacture of ornamental articles made of stone- or earthenware, porcelain and china	Installations for the production of cement klinker, lime, mineral substances or ceramic products	26.21
		Manufacture of floor flags, tiles and mosaic	Installations for the production of cement klinker, lime, mineral substances or ceramic products	26.30
		Manufacture of bricks and tiles	Installations for the production of cement klinker, lime, mineral substances or ceramic products	26.40
		Manufacture of support or filler tiles	Installations for the production of cement klinker, lime, mineral substances or ceramic products	26.40
		Manufacture of concrete products for construction purposes	Installations for the production of cement klinker, lime, mineral substances or ceramic products	26.61
		Manufacture of ready-mixed concrete	Installations for the production of cement klinker, lime, mineral substances or ceramic products	26.63
		Manufacture of other articles of concrete, plaster and cement	Installations for the production of cement klinker, lime, mineral substances or ceramic products	26.66
		Manufacture of articles of marble and similar stone	Installations for the production of cement klinker, lime, mineral substances or ceramic products	26.70
		Manufacture of articles of slate	Installations for the production of cement klinker, lime, mineral substances or ceramic products	26.70

continua na página seguinte . . .

Familia	Composto	Descrição	Processo de emissão	NACE
		Pollutant in Zn. Emission during use of Zn in construction material; Other activity; corrosion	Emissions from metal industry	27.54
		Emissions from road transport, storage and transportation; motor vehicles - break linings and tyres, fuel and asphalt; passenger cars, trucks and buses	Other activity. Corrosion .	45
		Collection and treatment of waste. Solid waste disposal on land. Emission to ground water / to sludge from land-filling of MSW	Emissions from road transport; passenger cars, heavy and light vehicles and buses - fuel, break linings tyres, fuel and asphalt	60
		Disposal on land of batteries	Solid waste disposal on land	90.02
	Lead			
			Discharges in sewage effluents or storm water as a result of households, consumer use	90.02
	Mercury			
		Solid waste management Landfills		90.02
		Preserving of fish and fish products in olive oil and other vegetable oil and other sauces	Slaughter houses (50t/d), plants for the production of milk (>200t/d), other animal raw materials (>75t/d) or vegetable raw materials (>300t/d)	15.20
		Drying, salting and other fish processing and preserving	Slaughter houses (50t/d), plants for the production of milk (>200t/d), other animal raw materials (>75t/d) or vegetable raw materials (>300t/d)	15.20

continua na página seguinte . . .

Familia	Composto	Descrição	Processo de emissão	NACE
			Plants for the pre-treatment of fibres or textiles (>10t/d)	17.27
		Manufacture of organic and organic-mineral fertilisers	Basic inorganic chemicals or fertiliser (e.g manufacture of phosphoric acid and/or phosphatic fertiliser from phosphatic rock)	24.15
		Pottery	Installations for the production of cement klinker (>500t/d), lime (>50t/d), mineral substances (>20t/d) or ceramic products (>75t/d)	26.21
		Manufacture of ornamental articles made of stone- or earthenware, porcelain and china	Installations for the production of cement klinker (>500t/d), lime (>50t/d), mineral substances (>20t/d) or ceramic products (>75t/d)	26.21
		Manufacture of floor flags, tiles and mosaic	Installations for the production of cement klinker (>500t/d), lime (>50t/d), mineral substances (>20t/d) or ceramic products (>75t/d)	26.30
		Manufacture of bricks and tiles	Installations for the production of cement klinker (>500t/d), lime (>50t/d), mineral substances (>20t/d) or ceramic products (>75t/d)	26.40

continua na página seguinte ...

Família	Composto	Descrição	Processo de emissão	NACE
		Manufacture of support or filler tiles	Installations for the production of cement klinker (>500t/d), lime (>50t/d), mineral substances (>20t/d) or ceramic products (>75t/d)	26.40
		Manufacture of concrete products for construction purposes	Installations for the production of cement klinker (>500t/d), lime (>50t/d), mineral substances (>20t/d) or ceramic products (>75t/d)	26.61
		Manufacture of ready-mixed concrete	Installations for the production of cement klinker (>500t/d), lime (>50t/d), mineral substances (>20t/d) or ceramic products (>75t/d)	26.63
		Manufacture of other articles of concrete, plaster and cement	Installations for the production of cement klinker (>500t/d), lime (>50t/d), mineral substances (>20t/d) or ceramic products (>75t/d)	26.66
		Manufacture of articles of marble and similar stone	Installations for the production of cement klinker (>500t/d), lime (>50t/d), mineral substances (>20t/d) or ceramic products (>75t/d)	26.70

continua na página seguinte ...

Familia	Composto	Descrição	Processo de emissão	NACE
		Manufacture of articles of slate	Installations for the production of cement klinker (>500t/d), lime (>50t/d), mineral substances (>20t/d) or ceramic products (>75t/d)	26.70
		Emissions due to erosion of tiers	emission by erosion of tires	60.2
		Emissions due to erosion of roads	erosion of roads	60.2
		Emissions from the treatment and disposal of non-hazardous waste	Installations for the disposal of non-hazardous waste (>50t/y)	90
		Emissions from landfills	Landfill	90
		Emissions from the treatment and disposal of hazardous waste	Plants for the treatment and disposal of hazardous waste	90
	Nickel	Release during surface mining for nickel production - primary extraction phase	Release during surface mining for nickel production	13
		Release during underground mining for nickel production - primary extraction phase	Release during underground mining for nickel production	13
		Shaping and processing of flat glass	Emissions during textile production due to the use of Ni-pigments	17.27
		Treatment and coating of metals	Wastewater effluent containing Ni is discharged to surface waters	26.12
		Release of Ni due to runoff from stainless steels used for water treatment and supply systems	Release in wastewater following manufacturing process	27.54
			Release in wastewater following manufacturing process	28.51
			Abrasion and leaching from stainless steel (water treatment and supply systems)	41

continua na página seguinte ...

Familia	Composto	Descrição	Processo de emissão	NACE
		Release to wastewater due to presence of Ni in foodstuffs cooked, prepared and eaten in public buildings such as restaurants, hospitals and schools	Food - non-household	55
		Emission from the use of a gasoline engine for road based transport (e.g. cars)	Emission to air from the use of a gasoline car engine	60.2
		Emission due to combustion processes associated with the use of a diesel engine for road transport (e.g. bus, car, truck)	Emission to air from the use of a diesel car engine	60.2
		Release of Ni due to combustion of gasoline or other fuel (e.g. oil)	Release to air due to combustion of gasoline or other fuel	60.2
		Release from degradation of Ni containing parts such as brake linings, tyres etc	Traffic - Brake linings, tires, asphalt	60
		Release from runoff from Ni containing parts such as brake linings, tyres etc	Traffic - Brake linings, tires, asphalt	60
		Release due to degradation/abrasion of asphalt	Degradation of road surface - asphalt wear	60
		Release of Ni due to spillage of oils, gasoline and other fuels - land transport	Spillage of oil, gasoline and other fuels containing Ni	60
		Emission from the use of combustion engines for non-land and non-water based transport (e.g air transport)	Emission to air from the use of combustion engines for air transport	62
		Release of Ni due to combustion of gasoline or other fuel (e.g. oil)	Release to air due to combustion of gasoline or other fuel	62
		Leaching of Ni from discarded consumer products disposed of in landfills (e.g. computer hard disks, ceramics, coloured glass, electrical equipment, jewellery, batteries, paint, stainless steel items etc.)	Leaching from municipal landfill site	90.02

continua na página seguinte ...

Familia	Composto	Descrição	Processo de emissão	NACE
Pesticides and biocides	Diuron	Emission of Ni from landfills spreading of sewage sludge on land	Emission from municipal landfill site application of sewage sludge on land	90.02 01.1
Tributyltin (TBT) and other organotin compounds	tributyltin compounds	Manufacture of beer	Use of biocides (slimicides) containing TBT for breweries Use of biocides (slimicides) containing TBT for textile mills Emissions to water from timber treatment facilities Release to water via leaching	15.96 17.27 20.24 25.2
		Release via leaching from plastics products in which TBT has been used as a stabiliser or TBT-contaminated stabilisers have been used Leaching from consumer products containing TBT in landfill dumping grounds	Leaching from landfill waste	90.02
	Trichloroethylene (TCE)			90.02

GRASS script

```
#####  
###Criação dos mapas de fontes potenciais de contaminação pontual  
#Anthracene  
v.extract industrias output=temporal where="(CODE = 'AL-FAR-Ind-17') \\  
or (CODE = 'AL-FAR-Ind-19')" --overwrite  
  
v.patch -e input=lixeyras,aterros_sanitarios,aeroportos,temporal \\  
output=anthracene  
  
#Amonia  
g.copy vect=suinculturas,amonia  
  
#Benzene  
v.extract industrias output=temporal where="(CODE = 'AL-ALB-Ind-02') \\  
or (CODE = 'AL-ALB-Ind-03') or (CODE = 'AL-FAR-Ind-08') \\  
or (CODE = 'AL-FAR-Ind-09') or (CODE = 'AL-FAR-Ind-20') \\  
or (CODE = 'AL-LAG-Ind-01') or (CODE = 'AL-LAG-Ind-02') \\  
or (CODE = 'AL-LGS-Ind-01') or (CODE = 'AL-LOL-Ind-09') \\  
or (CODE = 'AL-LOL-Ind-10') or (CODE = 'AL-LOL-Ind-11') \\  
or (CODE = 'AL-OLH-Ind-09') or (CODE = 'AL-OLH-Ind-10') \\  
or (CODE = 'AL-PTM-Ind-01') or (CODE = 'AL-PTM-Ind-02') \\  
or (CODE = 'AL-PTM-Ind-03') or (CODE = 'AL-SIL-Ind-07')" --overwrite  
  
v.patch -e input=aeroportos,aterros_sanitarios,urban,temporal \\  
output=benzene --o  
  
#Benzo(a)pyrene  
v.extract industrias output=temporal where="(CODE= 'AL-ALB-Ind-02')\ \  
or (CODE = 'AL-ALB-Ind-03') or (CODE = 'AL-ALB-Ind-06') \\  
or (CODE = 'AL-FAR-Ind-08') or (CODE = 'AL-FAR-Ind-09') \\  
or (CODE = 'AL-FAR-Ind-16') or (CODE = 'AL-FAR-Ind-20') \\  
or (CODE = 'AL-LAG-Ind-01') or (CODE = 'AL-LAG-Ind-02') \\  
or (CODE = 'AL-LOL-Ind-09') or (CODE = 'AL-LOL-Ind-10') \\  
or (CODE = 'AL-LOL-Ind-11') or (CODE = 'AL-LOL-Ind-15') \\  
or (CODE = 'AL-LOL-Ind-19') or (CODE = 'AL-OLH-Ind-01') \\  
or (CODE = 'AL-OLH-Ind-02') or (CODE = 'AL-OLH-Ind-03') \\  
or (CODE = 'AL-OLH-Ind-04') or (CODE = 'AL-OLH-Ind-05') \\  
or (CODE = 'AL-OLH-Ind-06') or (CODE = 'AL-OLH-Ind-09') \\  
or (CODE = 'AL-OLH-Ind-10') or (CODE = 'AL-OLH-Ind-13') \\  
or (CODE = 'AL-OLH-Ind-16') or (CODE = 'AL-OLH-Ind-17') \\  
or (CODE = 'AL-PTM-Ind-01') or (CODE = 'AL-PTM-Ind-02') \\  
or (CODE = 'AL-PTM-Ind-03') or (CODE = 'AL-PTM-Ind-08') \\  
or (CODE = 'AL-SIL-Ind-06')" --overwrite  
  
v.patch -e input=urban,temporal output=benzoapyrene  
  
#Cadmium  
v.extract industrias output=temporal where="(CODE = 'AL-ALB-Ind-04') \\  
or (CODE = 'AL-ALB-Ind-05') or (CODE = 'AL-ALB-Ind-07') \\  
or (CODE = 'AL-FAR-Ind-10') or (CODE = 'AL-FAR-Ind-11') \\  
or (CODE = 'AL-FAR-Ind-12') or (CODE = 'AL-FAR-Ind-13') \\  
or (CODE = 'AL-FAR-Ind-14') or (CODE = 'AL-FAR-Ind-15') \\  
or (CODE = 'AL-FAR-Ind-16') or (CODE = 'AL-FAR-Ind-18') \\  
or (CODE = 'AL-FAR-Ind-21') or (CODE = 'AL-FAR-Ind-22') \\  
or (CODE = 'AL-FAR-Ind-23') or (CODE = 'AL-FAR-Ind-24') \\  

```

```

or (CODE = 'AL-LAG-Ind-03') or (CODE = 'AL-LAG-Ind-04') \\
or (CODE = 'AL-LAG-Ind-05') or (CODE = 'AL-LAG-Ind-06') \\
or (CODE = 'AL-LGS-Ind-02') or (CODE = 'AL-LGS-Ind-03') \\
or (CODE = 'AL-LGS-Ind-04') or (CODE = 'AL-LGS-Ind-07') \\
or (CODE = 'AL-LGS-Ind-08') or (CODE = 'AL-LOL-Ind-01') \\
or (CODE = 'AL-LOL-Ind-13') or (CODE = 'AL-LOL-Ind-14') \\
or (CODE = 'AL-LOL-Ind-16') or (CODE = 'AL-LOL-Ind-17') \\
or (CODE = 'AL-LOL-Ind-18')" --overwrite

v.extract industrias output=temporal2 where="(CODE = 'AL-LOL-Ind-19') \\
or (CODE = 'AL-LOL-Ind-21') or (CODE = 'AL-LOL-Ind-22') \\
or (CODE = 'AL-MCQ-Ind-01') or (CODE = 'AL-MCQ-Ind-03') \\
or (CODE = 'AL-OLH-Ind-07') or (CODE = 'AL-OLH-Ind-08') \\
or (CODE = 'AL-OLH-Ind-11') or (CODE = 'AL-OLH-Ind-14') \\
or (CODE = 'AL-OLH-Ind-15') or (CODE = 'AL-PTM-Ind-04') \\
or (CODE = 'AL-PTM-Ind-05') or (CODE = 'AL-PTM-Ind-06') \\
or (CODE = 'AL-PTM-Ind-09') or (CODE = 'AL-SBA-Ind-09') \\
or (CODE = 'AL-SBA-Ind-13') or (CODE = 'AL-SIL-Ind-01') \\
or (CODE = 'AL-SIL-Ind-08') or (CODE = 'AL-SIL-Ind-09') \\
or (CODE = 'AL-SIL-Ind-10') or (CODE = 'AL-SIL-Ind-11') \\
or (CODE = 'AL-TAV-Ind-01') or (CODE = 'AL-TAV-Ind-02') \\
or (CODE = 'AL-TAV-Ind-03') or (CODE = 'AL-TAV-Ind-04') \\
or (CODE = 'AL-VDB-Ind-01') or (CODE = 'AL-VRA-Ind-01')" --overwrite

v.patch -e input=lixearas,urban,temporal,temporal2 output=cadmio

#Dichloromethane (DCM)
v.patch -e input=urban,captacoes_lic,captacoes_part,captacoes_pub \\
output=dicloromethane

#Diethylhexylphthalate
g.copy vect=industrias,diethylhexylphthalate

#Diuron
g.copy vect=urban,diuron

#Lead
v.patch -e input=aterros_sanitarios,lixearas output=lead

#Metano
g.copy vect=suinculturas,metano

#Mercury
v.extract industrias output=temporal where="(CODE = 'AL-ALB-Ind-04') \\
or (CODE = 'AL-ALB-Ind-04') or (CODE = 'AL-ALB-Ind-05') \\
or (CODE = 'AL-ALB-Ind-05') or (CODE = 'AL-ALB-Ind-07') \\
or (CODE = 'AL-ALB-Ind-07') or (CODE = 'AL-FAR-Ind-10') \\
or (CODE = 'AL-FAR-Ind-10') or (CODE = 'AL-FAR-Ind-11') \\
or (CODE = 'AL-FAR-Ind-11') or (CODE = 'AL-FAR-Ind-12') \\
or (CODE = 'AL-FAR-Ind-12') or (CODE = 'AL-FAR-Ind-13') \\
or (CODE = 'AL-FAR-Ind-13') or (CODE = 'AL-FAR-Ind-14') \\
or (CODE = 'AL-FAR-Ind-14') or (CODE = 'AL-FAR-Ind-15') \\
or (CODE = 'AL-FAR-Ind-15') or (CODE = 'AL-FAR-Ind-18') \\
or (CODE = 'AL-FAR-Ind-18') or (CODE = 'AL-FAR-Ind-21') \\
or (CODE = 'AL-FAR-Ind-21') or (CODE = 'AL-LAG-Ind-03') \\
or (CODE = 'AL-LAG-Ind-03') or (CODE = 'AL-LAG-Ind-04') \\
or (CODE = 'AL-LAG-Ind-04') or (CODE = 'AL-LAG-Ind-05')" --overwrite

```



```

or (CODE = 'AL-SIL-Ind-06') or (CODE = 'AL-SIL-Ind-06') \\
or (CODE = 'AL-SIL-Ind-06') or (CODE = 'AL-SIL-Ind-06') \\
or (CODE = 'AL-SIL-Ind-06') or (CODE = 'AL-SIL-Ind-06') \\
or (CODE = 'AL-SIL-Ind-06')" --overwrite

v.patch -e input=aterros_sanitarios,captacoes_lic,captacoes_part, \\
captacoes_pub,urban,temporal output=nickel

#Nitratos
g.copy vect=suiculturas,nitratos

#Nonylphenols
v.extract industrias output=temporal where="(CODE = 'AL-SIL-Ind-06')" \\
--overwrite

v.patch -e input=urban,temporal output=nonylphenols

#Tetraethyl lead
g.copy vect=aeroportos,tetraethyl_lead

#Tributyltin compounds
v.extract industrias output=temporal where="(CODE = 'AL-LOL-Ind-07') \\
or (CODE = 'AL-LOL-Ind-08') or (CODE = 'AL-SIL-Ind-06') \\
or (CODE = 'AL-SIL-Ind-06') or (CODE = 'AL-SIL-Ind-06') \\
or (CODE = 'AL-SIL-Ind-06') or (CODE = 'AL-SIL-Ind-06') \\
or (CODE = 'AL-SIL-Ind-06') or (CODE = 'AL-SIL-Ind-06') \\
or (CODE = 'AL-SIL-Ind-06') or (CODE = 'AL-SIL-Ind-06') \\
or (CODE = 'AL-SIL-Ind-06') or (CODE = 'AL-SIL-Ind-06') \\
or (CODE = 'AL-SIL-Ind-06') or (CODE = 'AL-SIL-Ind-06')" --overwrite

v.patch -e input=aterros_sanitarios,urban,temporal \\
output=tributyltin_compounds

#Trichloroethylene
g.copy vect=urban,trichloroethylene

#####
###Criação dos mapas de fontes potenciais de contaminação difusa}
#Anthracene
v.extract landuse_06 output=temporal where="(ID >= 122) and \\
(ID <= 124)" --overwrite

v.patch -e input=estradas,temporal output=anthracene_difusa

#Atrazine
v.extract landuse_06 output=atrazine_difusa where="(ID = 141) \\
or (ID >= 211) and (ID <= 223)"

#Benzene
v.extract landuse_06 output=temporal where="(ID >= 122) and \\
(ID <= 124)" --o

v.patch -e input=estradas,temporal output=benzene_difusa

#Benzo(a)pyrene
v.extract landuse_06 output=temporal where="(ID = 122) or \\
(ID = 111) or (ID = 112)" --o

```

```
v.patch -e input=urban,estradas,temporal output=benzopyrene_difusa

#Cadmium
v.extract landuse_06 output=temporal where="(ID = 122) or \\  
(ID = 111) or (ID = 112)" --o

v.patch -e input=urban,estradas,temporal output=cadmium_difusa

#Dichloromethane (DCM)
v.extract landuse_06 output=temporal where="(ID = 111) \\  
or (ID = 112)" --o

v.patch -e input=urban,temporal output=dichloromethane_difusa

#Diethylhexylphthalate (DEHP)
v.extract landuse_06 output=temporal where="(ID = 122) or \\  
(ID = 111) or (ID = 112)" --o

v.patch -e input=urban,estradas,temporal \\  
output=diethylhexylphthalate_difusa

#Diuron
v.extract landuse_06 output=diuron_difusa where="(ID = 141) or \\  
(ID >= 211) and (ID <= 223)"

#Endrin
v.extract landuse_06 output=temporal where="(ID = 122)" --o

v.patch -e input=estradas,temporal output=endrin_difusa

#Lead
v.extract landuse_06 output=temporal where="(ID = 111) or \\  
(ID = 112)" --o

v.patch -e input=urban,temporal output=lead_difusa

#Mercury
v.extract landuse_06 output=temporal where="(ID >= 122) and \\  
(ID <= 124)" --o

v.patch -e input=estradas,temporal output=mercury_difusa

#Nickel
v.extract landuse_06 output=temporal where="(ID =141) or \\  
(ID = 111) or (ID = 112) or (ID >= 122) and (ID <= 124)" --o

v.extract landuse_06 output=temporal2 where="(ID >= 211) and \\  
(ID <= 223)" --o

v.patch -e input=estradas,urban,temporal,temporal2 \\  
output=nickel_difusa

#Nonylphenols (NPs)
v.extract landuse_06 output=temporal where="(ID = 141) or \\  
(ID >= 211) and (ID <= 223)" --o
```

```

v.extract landuse_06 output=temporal2 where="(ID = 111) or \\  

(ID = 112)" --o

v.patch -e input=urban,temporal,temporal2 output=nonylphenols_difusa

#Tetraethyl lead (TEL)
v.extract landuse_06 output=temporal where="(ID >= 122) and \\  

(ID <= 124)" --o

v.patch -e input=estradas,temporal output=tetraethyl_difusa

#tributyltin compounds
v.extract landuse_06 output=temporal where="(ID = 123) or \\  

(ID = 111) or (ID = 112)" --o

v.patch -e input=urban,temporal output=tributyltin_difusa

#Trichloroethylene (TCE)
v.extract landuse_06 output=temporal where="(ID = 111) or \\  

(ID = 112)" --o

v.patch -e input=urban,temporal output=trichloroethylene_difusa

#Pentabromobiphenylether (PBDE)
v.extract landuse_06 output=temporal where="(ID = 111) or \\  

(ID = 112)" --o

v.patch -e input=urban,temporal output=pentabromobiphenylether_difusa

#####
###Exportação dos mapas em formato imagem
#Criar um ficheiro de texto com os nomes dos mapas criados de
#contaminação pontoal
g.mlist vect exclude='*_difusa' > puntual.maps

#contaminação difusa
g.mlist vect pattern='*_difusa' > difusa.maps
cat puntual.maps difusa.maps > maps.ls

#Abrir uma janela gráfica
d.mon x0

#Ciclo para criar e guardar cada mapa de forma automática
for mapa in `cat maps.ls`; do

#Preparar a janela gráfica
d.erase

#Adicionar a camada raster base com o DEM da região do Algarve
d.rast algarve.dem

#Adicionar a camada vectorial das subbacias principais da Bacia Algarve
d.vect main_subbasins fcolor=none color=grey size=0 width=1

#Adicionar a camada vectorial do poluente:
#estilo dos pontos
d.vect $mapa type=point fcolor=magenta color=magenta size=10 icon=basic/point

```

```
#estilo das linhas
d.vect $mapa type=line color=magenta

#estilo das areas
d.vect $mapa type=area fcolor=magenta color=magenta size=0 width=3

#Adicionar escala
d.barscale -st at=10,90

#Adicionar indicação do norte geográfico
d.barscale -n at=95,0

#Adicionar nome do poluente
d.text -p text=$mapa at=10,60 size=3 color=black

#Exportação em formato *.pdf
d.out.file $mapa format=pdf --o

#Fin do loop
done
```


R script

```
#####Aguas monitorizadas#####
#ler os dados de concentração de metais
read.table("ag_t.txt", header=T, sep="\t")->ag

#subconjuntos de dados
ag[ag$Estacao=="Bensafrim",]->bes
ag[ag$Estacao=="R. Arade",]->ra
ag[ag$Estacao=="R. F-Faro",]->ff
ag[ag$Estacao=="R. F-Olhao",]->fo
ag[ag$Estacao=="Sagres.Costa",]->sc

#Mudar a orientação das etiquetas do gráfico
par(las=1, cex=1.5, cex.lab=1.5, cex.axis=1.5)

#=====> Estação de R. Formosa-Olhão
plot(1:15, fo$conc[fo$Subst=="Cd"], xlab="", ylab="g/L", \\
main="R. Formosa-Olhão", axes=F, pch=0, ylim=c(0,6))
points(1:15, fo$conc[fo$Subst=="Cd"], type="l", lty=1)
points(1:15, fo$conc[fo$Subst=="Pb"], pch=4)
points(1:15, fo$conc[fo$Subst=="Pb"], type="l", lty=2)
points(1:15, fo$conc[fo$Subst=="Ni"], pch=1)
points(1:15, fo$conc[fo$Subst=="Ni"], type="l", lty=3)

#eixos
axis(side=2)
axis(side=1, at=seq(1, 15, by=1), labels=rep("", 15))

#legenda
legend(locator(), legend=c("Cd", "Pb", "Ni"), text.col=c(1), pch=c(0, 4, 1), \\
lty=c(1, 2, 3), box.col="white")

#exportar o gráfico
dev.copy2eps(file="Aguas_Int_Olhao.eps")

#=====> Estação de R. Formosa-Faro
plot(1:15, ff$conc[ff$Subst=="Cd"], xlab="", ylab="g/L", \\
main="Ria Formosa-Faro", axes=F, pch=0, ylim=c(0,6))
points(1:15, ff$conc[ff$Subst=="Cd"], type="l", lty=1)
points(1:15, ff$conc[ff$Subst=="Pb"], pch=4)
points(1:15, ff$conc[ff$Subst=="Pb"], type="l", lty=2)
points(1:15, ff$conc[ff$Subst=="Ni"], pch=1)
points(1:15, ff$conc[ff$Subst=="Ni"], type="l", lty=3)

#eixos
axis(side=2)
axis(side=1, at=seq(1, 15, by=1), labels=rep("", 15))

#adicionar os meses no eixo X
axis(side=1, at=seq(1, 15, by=1), labels=c("abr", "mai", "jun", "jul", \\
"ago", "set", "out", "nov", "dez", "jan", "fev", "mar", "abr", "mai", "jun"), \\
cex.axis=1.2)

#adicionar os anos no eixo X
axis(side=1, at=c(5, 12.5), labels=c(1999, 2000), col="transparent", line=2)
```

```

#exportar o gráfico
dev.copy2eps(file="Aguas_Int_Faro.eps")

#####
#=====> Estação de Bensafrim
plot(1:15,bes$conc[bes$Subst=="Cd"],xlab="",ylab="g/L",\\
main="Bensafrim",axes=F,pch=0,ylim=c(0,3.5))
points(1:15,bes$conc[bes$Subst=="Cd"],type="l",lty=1)
points(1:15,bes$conc[bes$Subst=="Pb"],pch=4)
points(1:15,bes$conc[bes$Subst=="Pb"],type="l",lty=2)
points(1:15,bes$conc[bes$Subst=="Ni"],pch=1)
points(1:15,bes$conc[bes$Subst=="Ni"],type="l",lty=3)

#eixos
axis(side=2)
axis(side=1,at=seq(1,15,by=1),labels=rep("",15))

#legenda
legend(locator(),legend=c("Cd","Pb","Ni"),text.col=c(1),pch=c(0,4,1),\\
lty=c(1,2,3),box.col="white")

#exportar o gráfico
dev.copy2eps(file="Aguas_Int_Bensafrim.eps")

#=====> Estação de R.Arade
plot(1:15,ra$conc[ra$Subst=="Cd"],xlab="",ylab="g/L",main="Arade",\\
axes=F,pch=0,ylim=c(0,6))
points(1:15,ra$conc[ra$Subst=="Cd"],type="l",lty=1)
points(1:15,ra$conc[ra$Subst=="Pb"],pch=4)
points(1:15,ra$conc[ra$Subst=="Pb"],type="l",lty=2)
points(1:15,ra$conc[ra$Subst=="Ni"],pch=1)
points(1:15,ra$conc[ra$Subst=="Ni"],type="l",lty=3)

#eixos
axis(side=2)
axis(side=1,at=seq(1,15,by=1),labels=rep("",15))

#adicionar os meses no eixo X
axis(side=1,at=seq(1,15,by=1),labels=c("abr","mai","jun","jul","ago",\\
"set","out","nov","dez","jan","fev","mar","abr","mai","jun"),cex.axis=1.2)

#adicionar os anos no eixo X
axis(side=1,at=c(5,12.5),labels=c(1999,2000),col="transparent",line=2)

#exportar o gráfico
dev.copy2eps(file="Aguas_Int_Arade.eps")

#####
#=====> Estação de Sagres Costa
plot(1:15,sc$conc[sc$Subst=="Cd"],xlab="",ylab="g/L",\\
main="Costa de Sagres",axes=F,pch=0,ylim=c(0,6))
points(1:15,sc$conc[sc$Subst=="Cd"],type="l",lty=1)
points(1:15,sc$conc[sc$Subst=="Pb"],pch=4)
points(1:15,sc$conc[sc$Subst=="Pb"],type="l",lty=2)
points(1:15,sc$conc[sc$Subst=="Ni"],pch=1)
points(1:15,sc$conc[sc$Subst=="Ni"],type="l",lty=3)

```

```

#eixos
axis(side=2)
axis(side=1,at=seq(1,15,by=1),labels=rep("",15))

#legenda
legend(locator(),legend=c("Cd","Pb","Ni"),text.col=c(1),pch=c(0,4,1),\\
lty=c(1,2,3),box.col="white")

#adicionar os meses no eixo X
axis(side=1,at=seq(1,15,by=1),labels=c("abr","mai","jun","jul","ago",\\
"set","out","nov","dez","jan","fev","mar","abr","mai","jun"),cex.axis=1.2)

#adicionar os anos no eixo X
axis(side=1,at=c(5,12.5),labels=c(1999,2000),col="transparent",line=2)

#exportar o gráfico
dev.copy2eps(file="Aguas_Int_Sagres.eps")

#####Sedimentos#####
#ler os dados de concentração de metais pesados nos sedimentos
read.table("Sed.txt",header=T,row.names="Estacao",sep="\t")->sediments

barplot(t(as.matrix(sediments)),xlab="",ylab="g/g",\\
col = c("black", "grey", "white"),axes=F,ylim=c(0,70),\\
beside=T,cex.lab=1.5,cex.names=2)

#adicionar os eixos
axis((side=2),cex.axis = 1.8)

#legend
legend(2,65,col=c("black", "grey", "white"),legend=c("Cd","Ni","Pb"),\\
box.col="white",pch=15,cex=3)
legend(2,65,legend=c("Cd","Ni","Pb"),bg="transparent",box.col="white",\\
pch=0,cex=3)

#ler os dados de concentração de metais pesados nos sedimentos (Olhão)
read.table("Sedolhao.txt",header=T,row.names="Ano",sep="\t")->sedolhao

barplot(t(as.matrix(sedolhao)),xlab="",ylab="g/g",\\
col = c("black", "grey", "white"),axes=F,ylim=c(0,70),beside=T,\\
cex.lab=1.5,cex.names=2)

#adicionar os eixos
axis((side=2),cex.axis = 1.8)

#legend
legend(1.5,64,col=c("black", "grey", "white"),legend=c("Cd","Ni","Pb"),\\
box.col="white",pch=15,cex=3)
legend(1.5,64,legend=c("Cd","Ni","Pb"),bg="transparent",box.col="white",\\
pch=0,cex=3)

#exportar o gráfico
dev.copy2eps(file="sedimentos_olhao.eps")

#####
#####Aterro Barlavento#####

```

```

#ler os dados de concentração de metais pesados nas aguas subterrâneas
pzB<-read.table("pzB",header=T)

#figura para o Ni
barplot(t(as.matrix(pzB[,2:4])), beside = TRUE,\\
col = c("black", "grey", "white"), ylim= c(0,0.1),main = "",\\
cex.lab=2, cex.axis = 2, cex.names = 1.5,ylab="mg/L")

abline(v=c(8.5,16.5,24.5,32.5))
axis(side=1,at=seq(2.5,38.5,by=4),labels=rep(c("mai","nov"),5),\\
col="transparent",cex.axis=1.5)
axis(side=1,at=c(4.5,12.5,20.5,28.5,36.5),labels=2006:2010,line=2,\\
col="transparent",cex.axis=2)

#legend
legend(34.6,0.09,col=c("black", "grey", "white"),\\
legend=c("Piezômetro 1","Piezômetro 2","Piezômetro 3"),box.col="white",\\
pch=15,cex=1.5)
legend(34.6,0.09,\\
legend=c("Piezômetro 1","Piezômetro 2","Piezômetro 3"),bg="transparent",\\
box.col="white",pch=0,cex=1.5)

#ler os dados de concentração de metais pesados nas aguas superficiais
jusB<-read.table("jusB",header=T)

#figura para o Ni
barplot(t(as.matrix(jusB[,2])), beside = TRUE, col = "grey",\\
ylim= c(0,0.31), main = "",cex.lab=2,cex.axis = 2,\\
cex.names = 1.5,ylab="mg/L")

abline(v=seq(4.5,16.5,by=4))
axis(side=1,at=seq(1.5,19.5,by=2),labels=rep(c("mai","nov"),5),\\
col="transparent",cex.axis=1.5)
axis(side=1,at=seq(2.5,18.5,by=4),labels=2006:2010,line=2,\\
col="transparent",cex.axis=2)

#####Aterro Sotavento#####
#ler os dados de concentração de metais pesados nas aguas subterrâneas
pzS<-read.table("pzS",header=T)

#figura para o Ni
barplot(t(as.matrix(pzS[,2:4])), beside = TRUE,\\
col = c("black", "grey", "white"), ylim= c(0,0.1),main = "",\\
cex.lab=2, cex.axis = 2, cex.names = 1.5,ylab="mg/L")

abline(v=seq(4.5,52.5,by=8))
axis(side=1,at=seq(2.5,58.5,by=4),labels=c("nov",rep(c("mai","nov"),7)),\\
col="transparent",cex.axis=1.5)
axis(side=1,at=c(1.5,seq(8.5,56.5,by=8)),labels=2003:2010,line=2,\\
col="transparent",cex.axis=2)

#legend
legend(52,0.09,col=c("black", "grey", "white"),\\
legend=c("Piezômetro 1","Piezômetro 2","Piezômetro 3"),box.col="white",\\
pch=15,cex=1.5)
legend(52,0.09,legend=c("Piezômetro 1","Piezômetro 2","Piezômetro 3"),\\
bg="transparent",box.col="white",pch=0,cex=1.5)

```

```

#ler os dados de concentração de metais pesados nas aguas superficiais
jusS<-read.table("jusS",header=T)

#figura para o Ni
barplot(t(as.matrix(jusS[,3])), beside = TRUE, col = "grey",\\
ylim= c(0,0.31), main = "",cex.lab=2,cex.axis = 2, cex.names = 1.5,ylab="mg/L")

abline(v=seq(4.5,28.5,by=4))
axis(side=1,at=seq(1.5,31.5,by=2),labels=rep(c("mai","nov"),8),\\
col="transparent",cex.axis=1.5)
axis(side=1,at=seq(2.5,30.5,by=4),labels=2003:2010,line=2,col="transparent",\\
cex.axis=2)

#figura para o Pb
barplot(t(as.matrix(jusS[,2])), beside = TRUE, col = "grey", ylim= c(0,0.31),\\
main = "",cex.lab=2,cex.axis = 2, cex.names = 1.5,ylab="mg/L")

abline(v=seq(4.5,28.5,by=4))
axis(side=1,at=seq(1.5,31.5,by=2),labels=rep(c("mai","nov"),8),\\
col="transparent",cex.axis=1.5)
axis(side=1,at=seq(2.5,30.5,by=4),labels=2003:2010,line=2,\\
col="transparent",cex.axis=2)

#####Plancton#####
#ler os dados de concentração de metais pesados no plancton
read.table("Plancton.txt",header=T)->plancton

#subconjuntos de dados para cada metal e estação
plancton[plancton$Subst=="Cd",]->bes
bes[bes$Estacao=="Ria.Formosa.Zona.costeira",]->rf
bes[bes$Estacao=="Sagres.costa.Zona.costeira",]->sg

plancton[plancton$Subst=="Pb",]->bes2
bes2[bes2$Estacao=="Ria.Formosa.Zona.costeira",]->rf2
bes2[bes2$Estacao=="Sagres.costa.Zona.costeira",]->sg2

plancton[plancton$Subst=="Ni",]->bes3
bes3[bes3$Estacao=="Ria.Formosa.Zona.costeira",]->rf3
bes3[bes3$Estacao=="Sagres.costa.Zona.costeira",]->sg3

#parâmetros do gráfico
par(cex=1.5,cex.lab=1.5,cex.axis=1.5)

#Cd
plot(c(1,2,2.56),rf$conc[rf$Subst=="Cd"],xlab=" ",ylab="g/g",main="",\\
axes=F,pch=0,col=1,ylim=c(-1,95000))
points(c(1,2,2.56),rf$conc[rf$Subst=="Cd"],type="l",col=1,lty=1)
points(c(1,2,2.56),sg$conc[sg$Subst=="Cd"],pch=0,col=1)
points(c(1,2,2.56),sg$conc[sg$Subst=="Cd"],type="l",col=1,lty=3)

#Pb
points(c(1,2,2.56),rf2$conc[rf2$Subst=="Pb"],pch=4,col=1)
points(c(1,2,2.56),rf2$conc[rf2$Subst=="Pb"],type="l",col=1,lty=1)
points(c(1,2,2.56),sg2$conc[sg2$Subst=="Pb"],pch=4,col=1)
points(c(1,2,2.56),sg2$conc[sg2$Subst=="Pb"],type="l",col=1,lty=3)

```

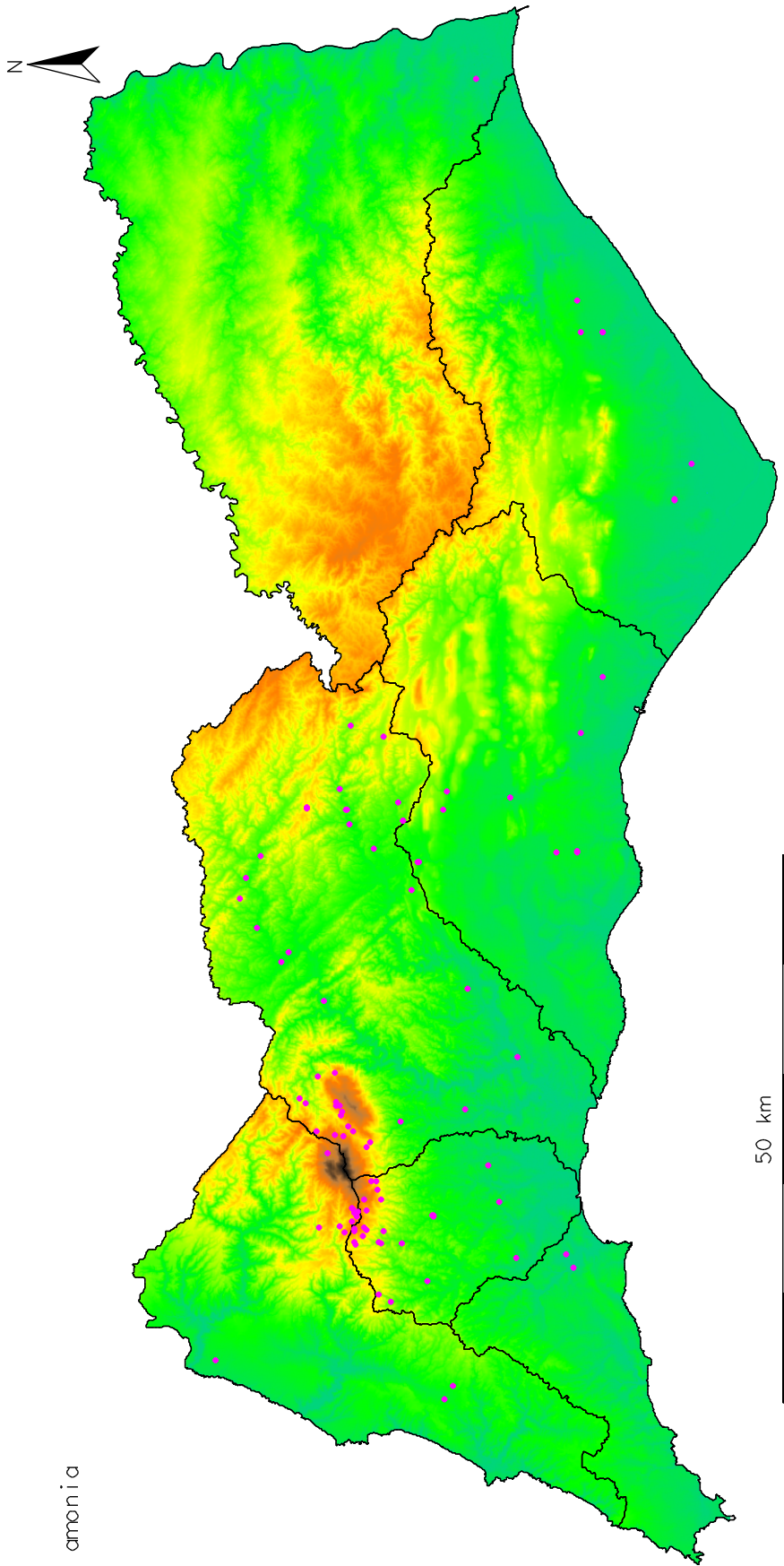
```
#Ni
points(c(1,2,2.56),rf3$conc[rf3$Subst=="Ni"],pch=1,col=1)
points(c(1,2,2.56),rf3$conc[rf3$Subst=="Ni"],type="l",col=1,lty=1)
points(c(1,2,2.56),sg3$conc[sg3$Subst=="Ni"],pch=1,col=1)
points(c(1,2,2.56),sg3$conc[sg3$Subst=="Ni"],type="l",col=1,lty=3)

#eixos
axis((side=2),cex.axis = 1.4)
axis(1, at = c(1,2,2.56), labels = c("Abr 99", "Jan 00", "Jun 00"),\\
cex.axis = 1.8)
legend(locator(),legend=c("R.Formosa","Sagres Costa"),text.col=c(1),\\
col=c(1),lty=c(1,2,3),box.col="white",cex=1.5)
legend(locator(),legend=c("Cd","Pb","Ni"),text.col=c(1),col=c(1),\\
pch=c(0,4,1),box.col="white",cex=1.8)
```

Anexo II

Cartografia

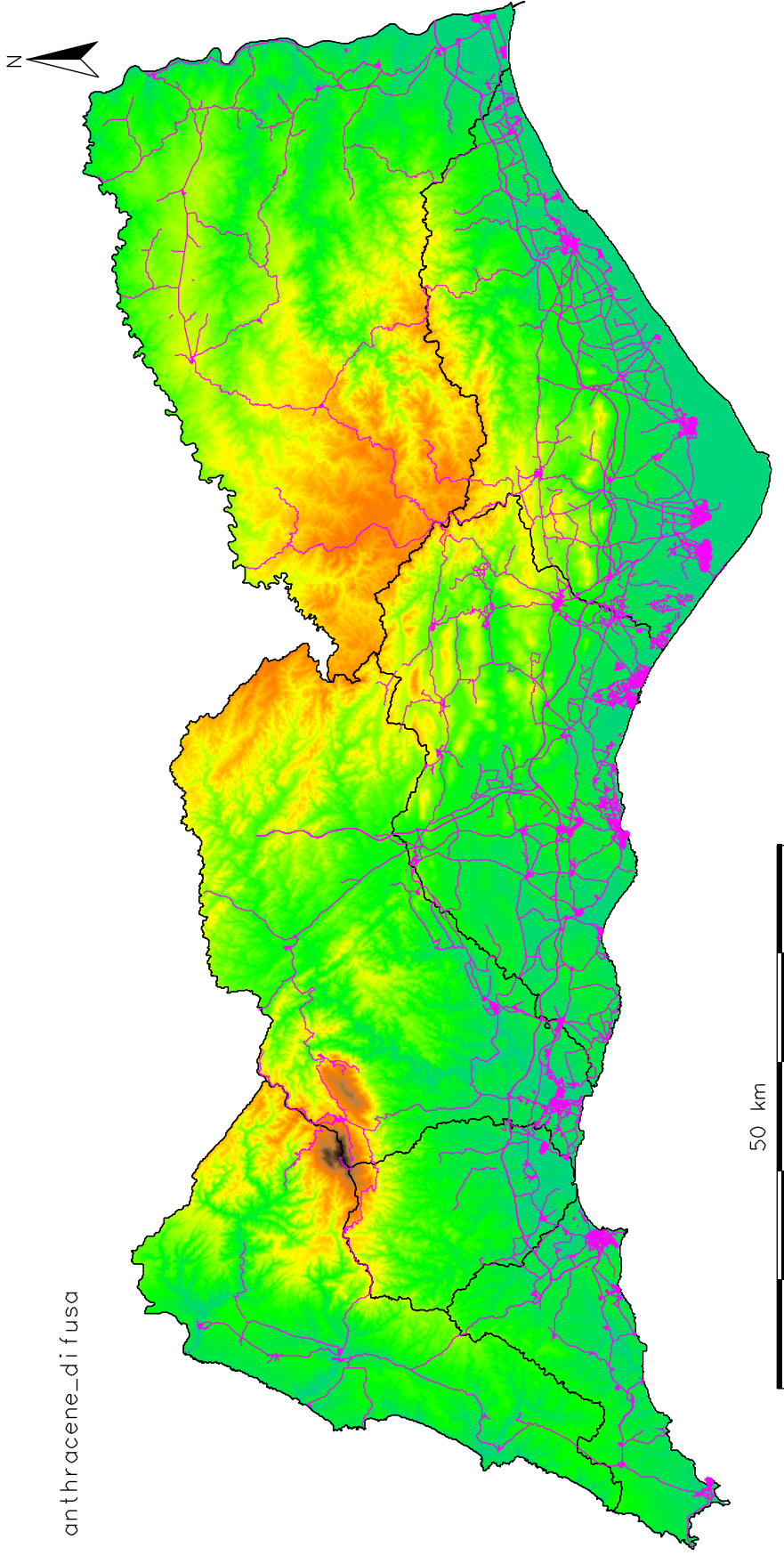
Mapas de fontes potenciais de contaminação pontual e difusa

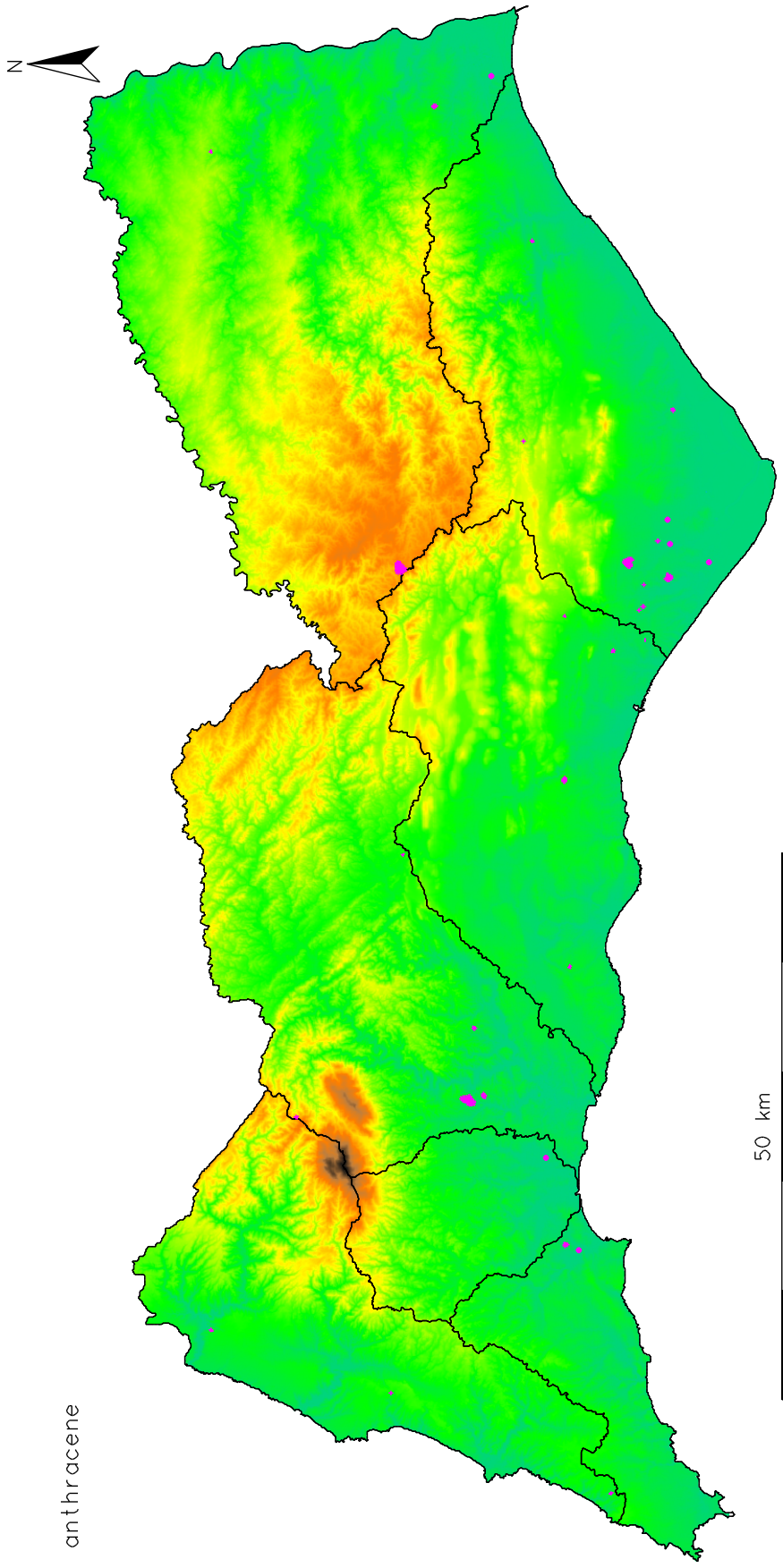


amonia

50 km

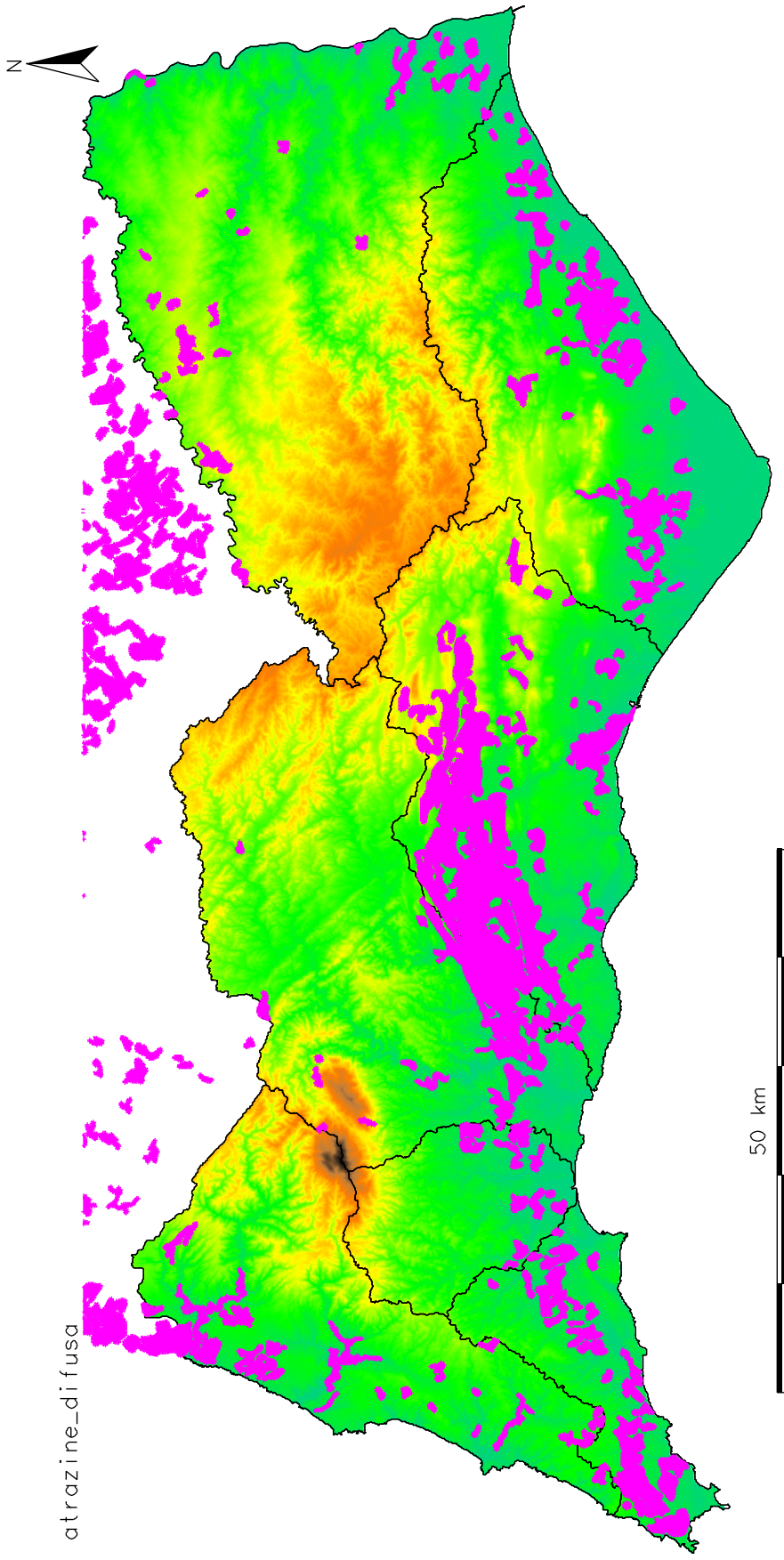
anthracene_di_fusa





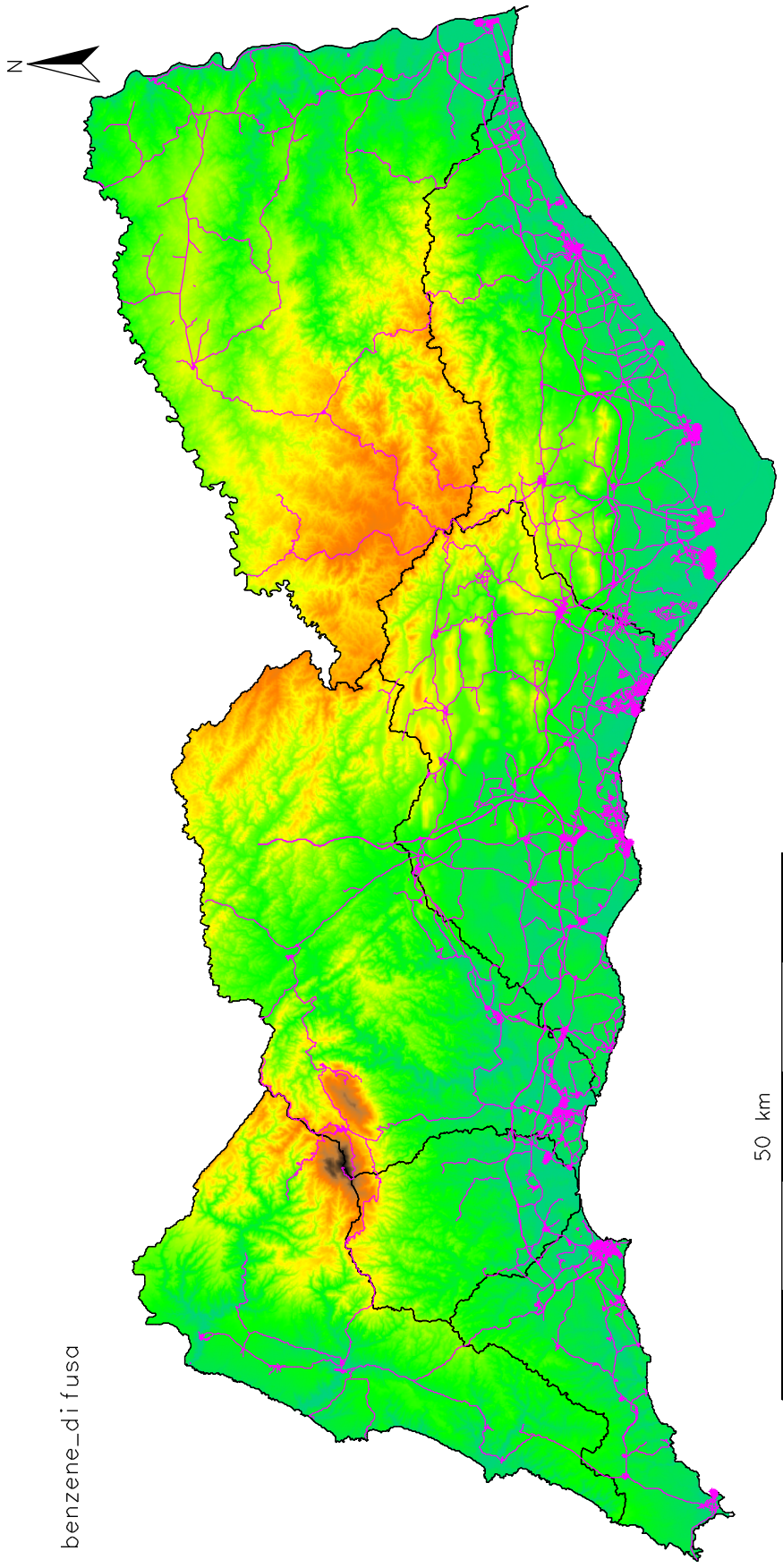
anthracene

50 km



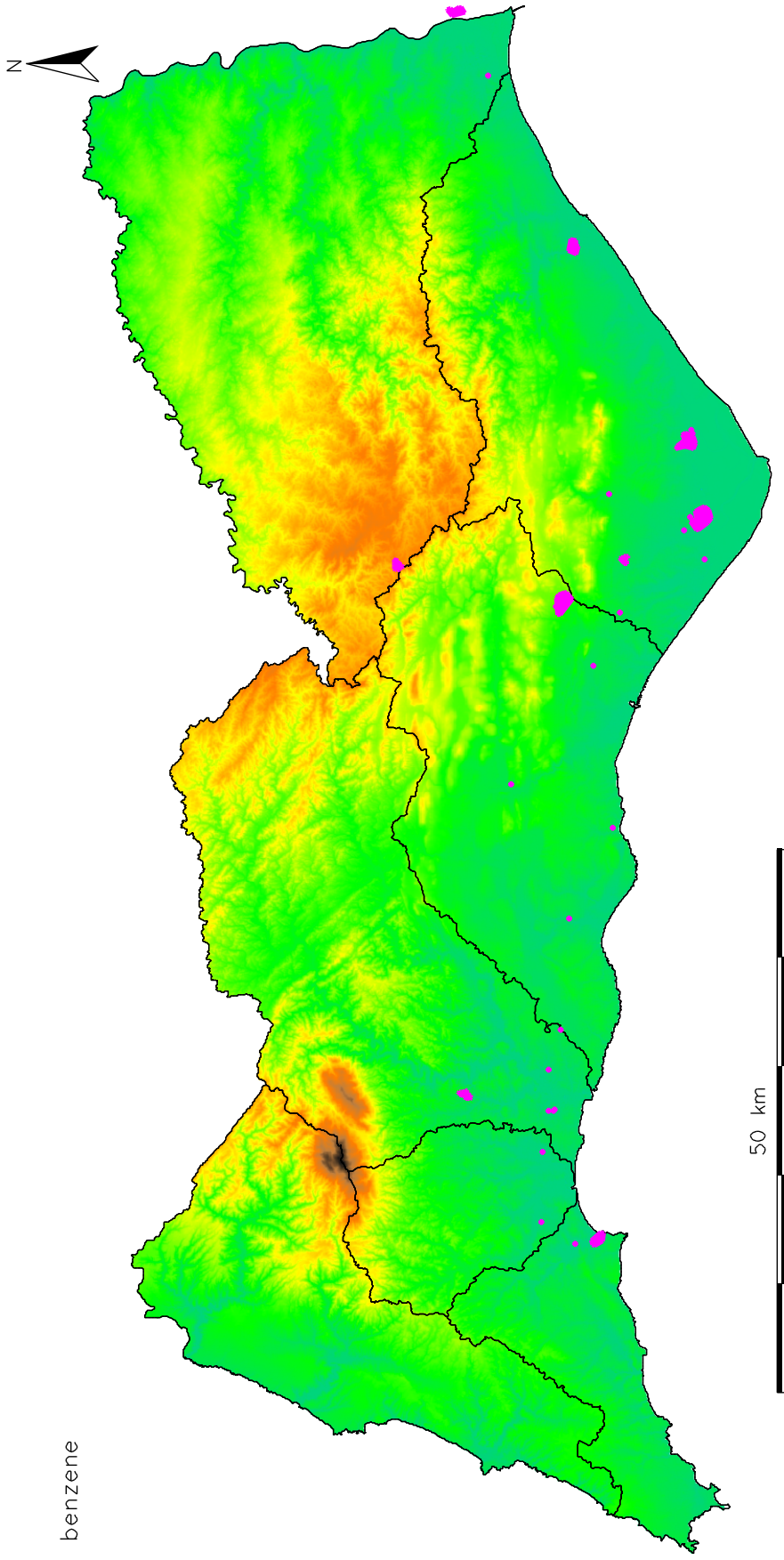
atrazine di fusa

50 km

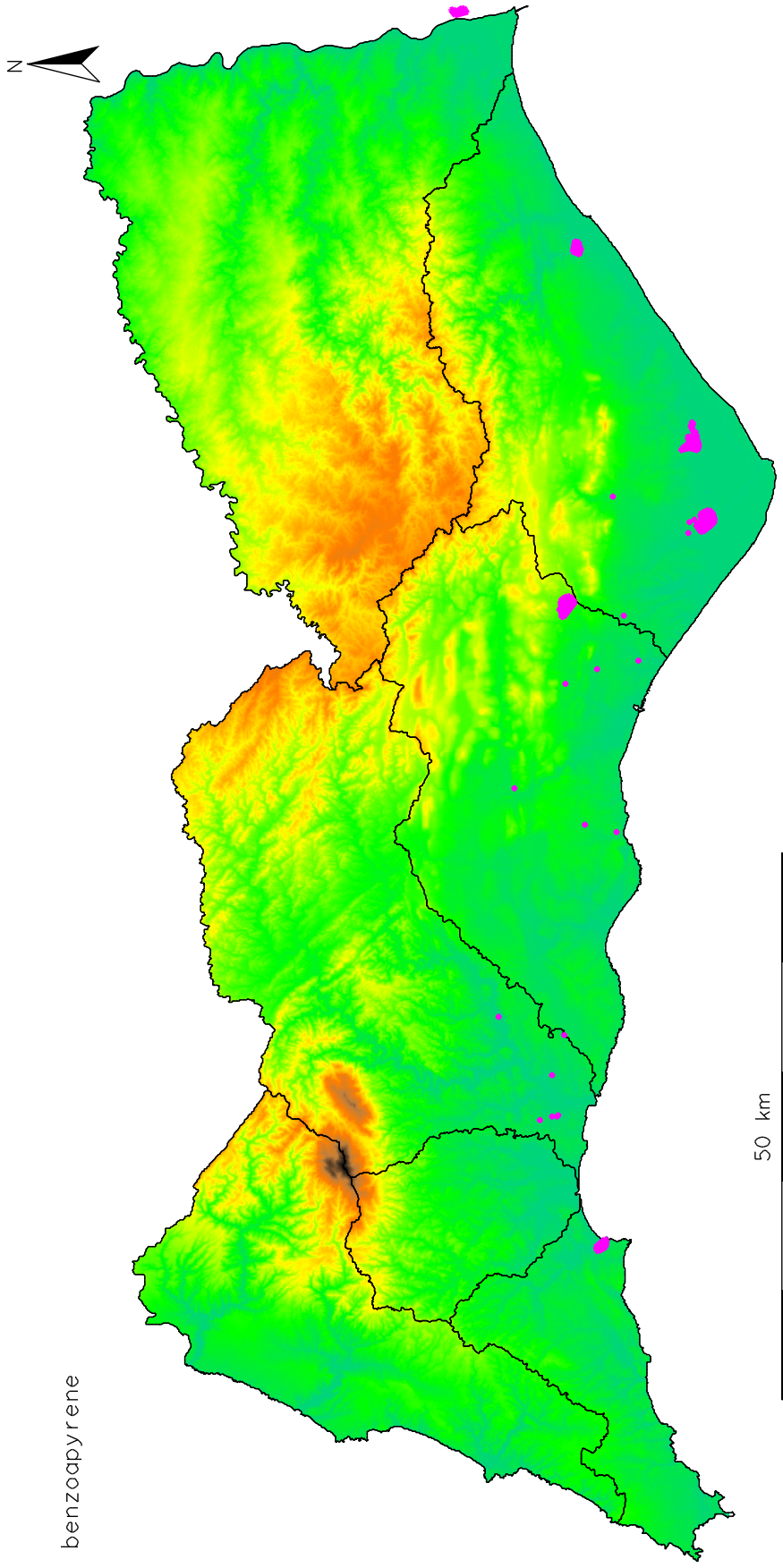


benzene_di_fusa

50 km

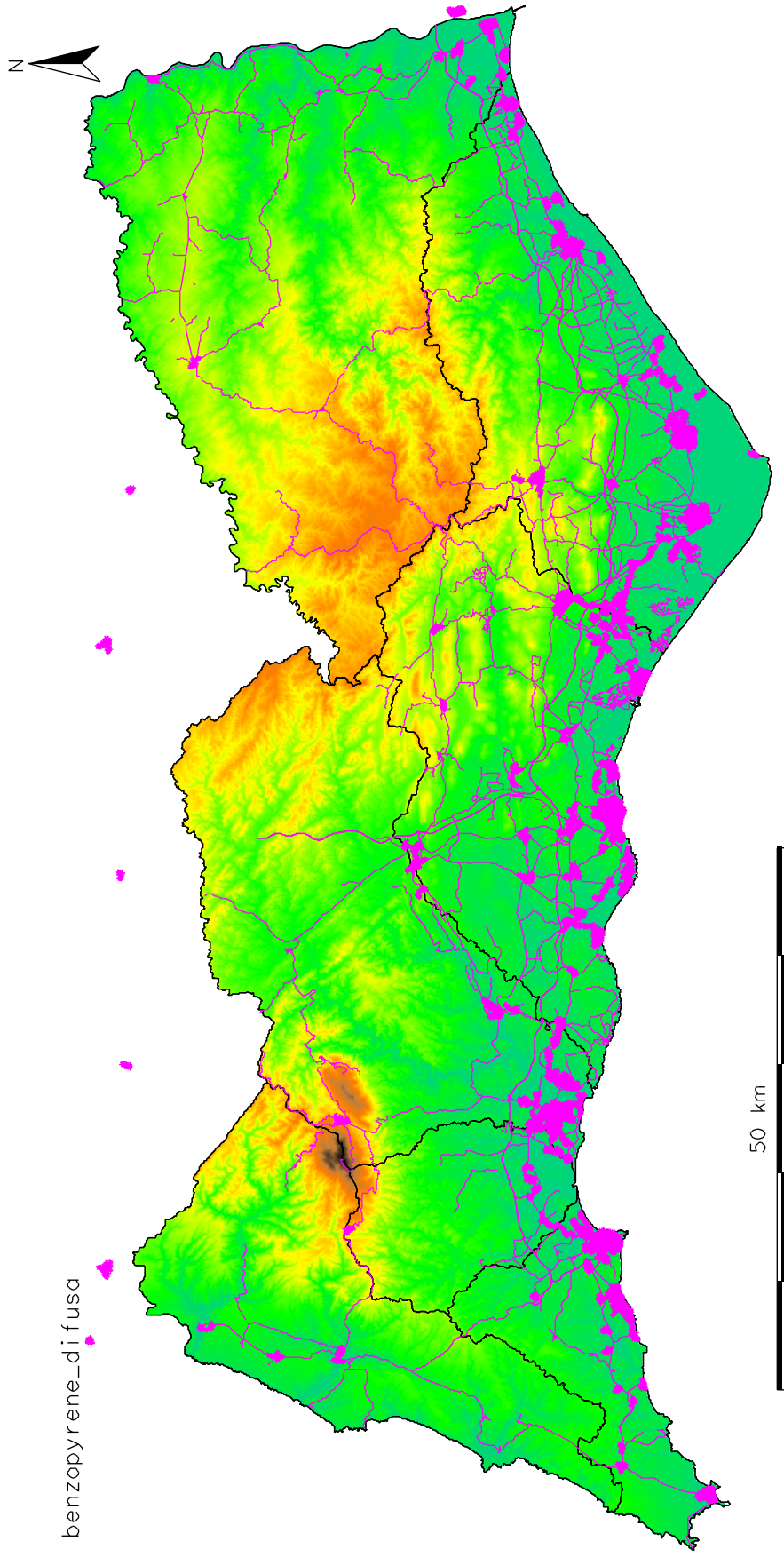


benzene



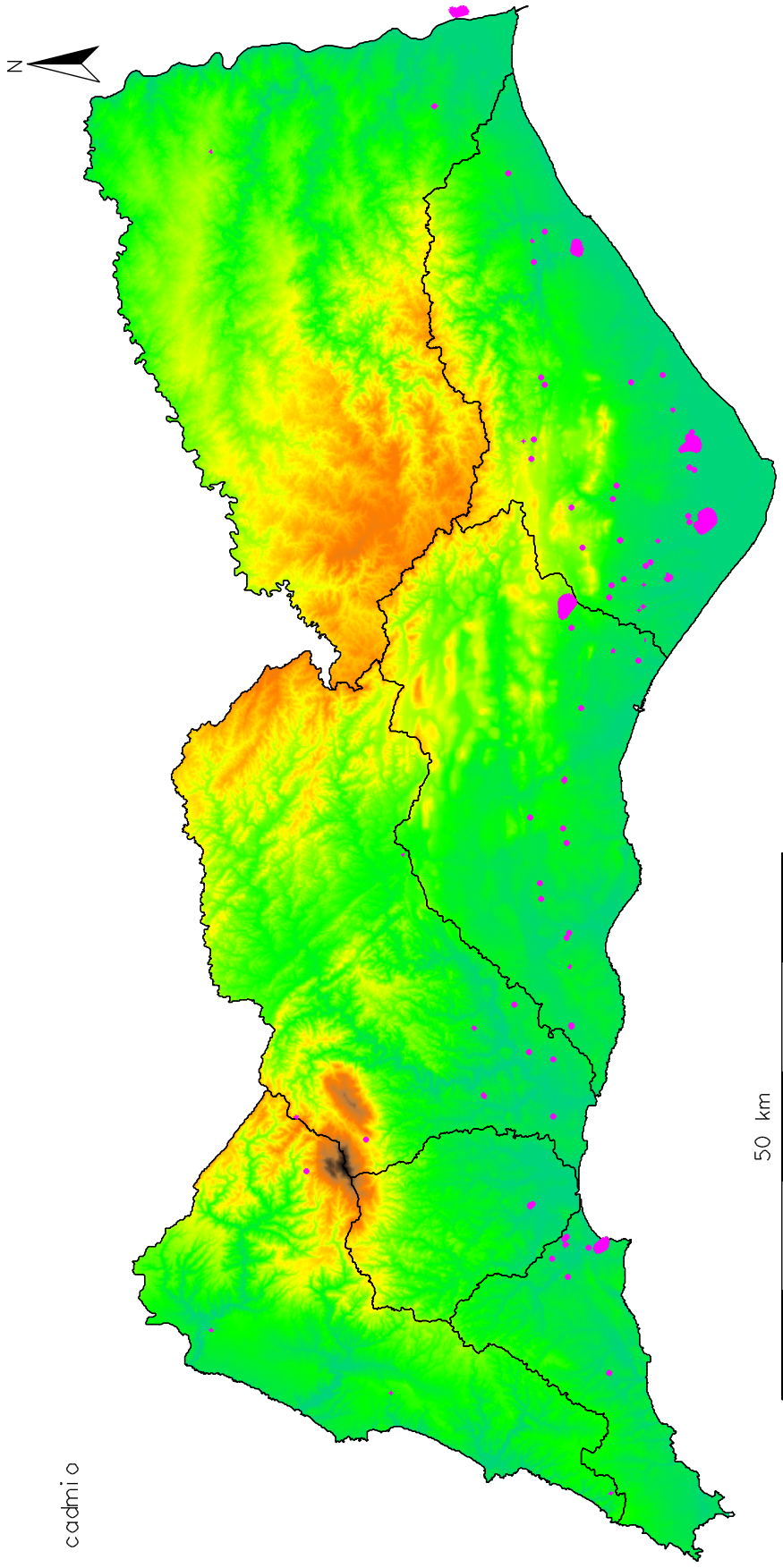
benzoapyrene





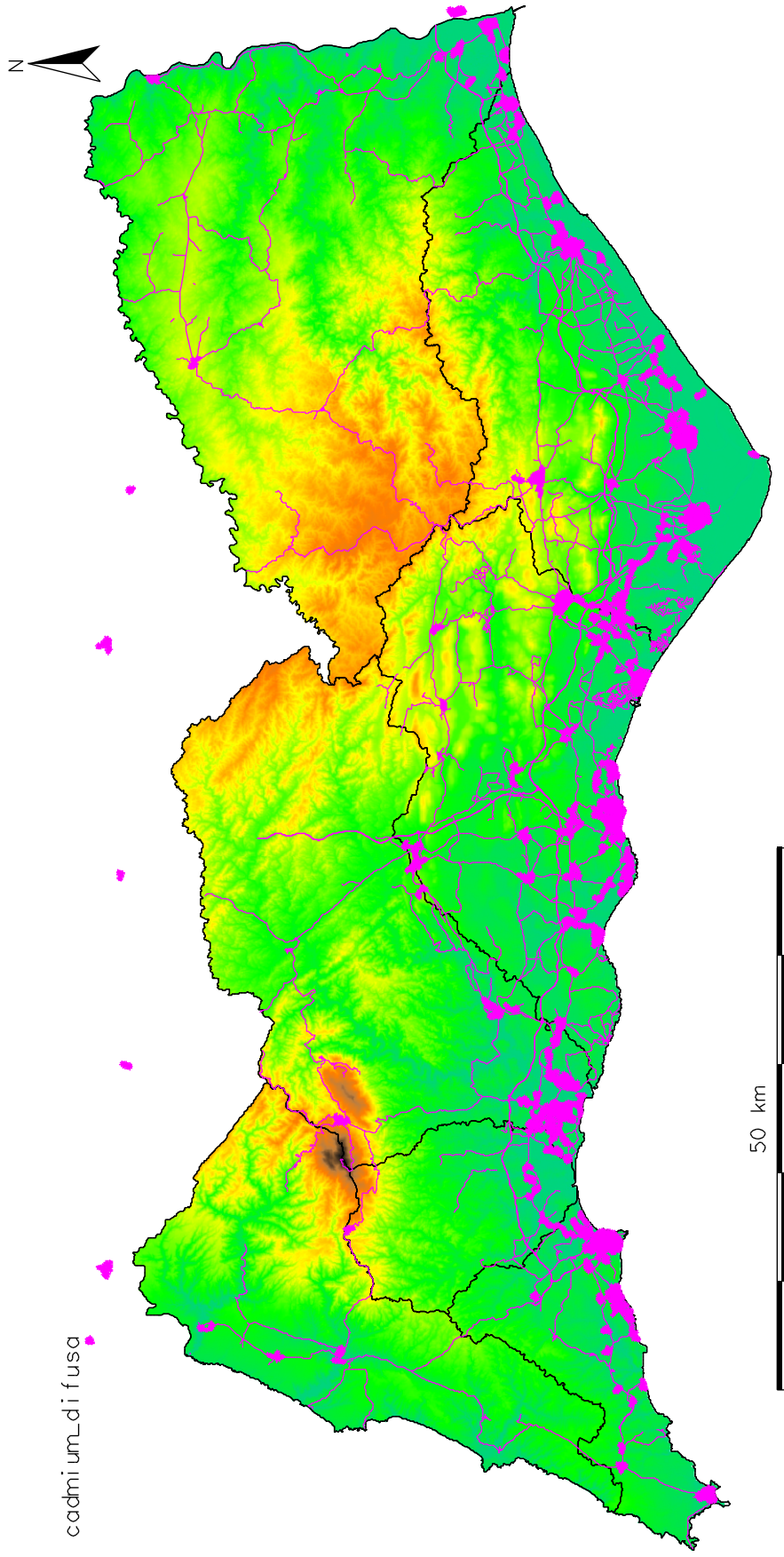
benzopyrene_di_fusa

50 km

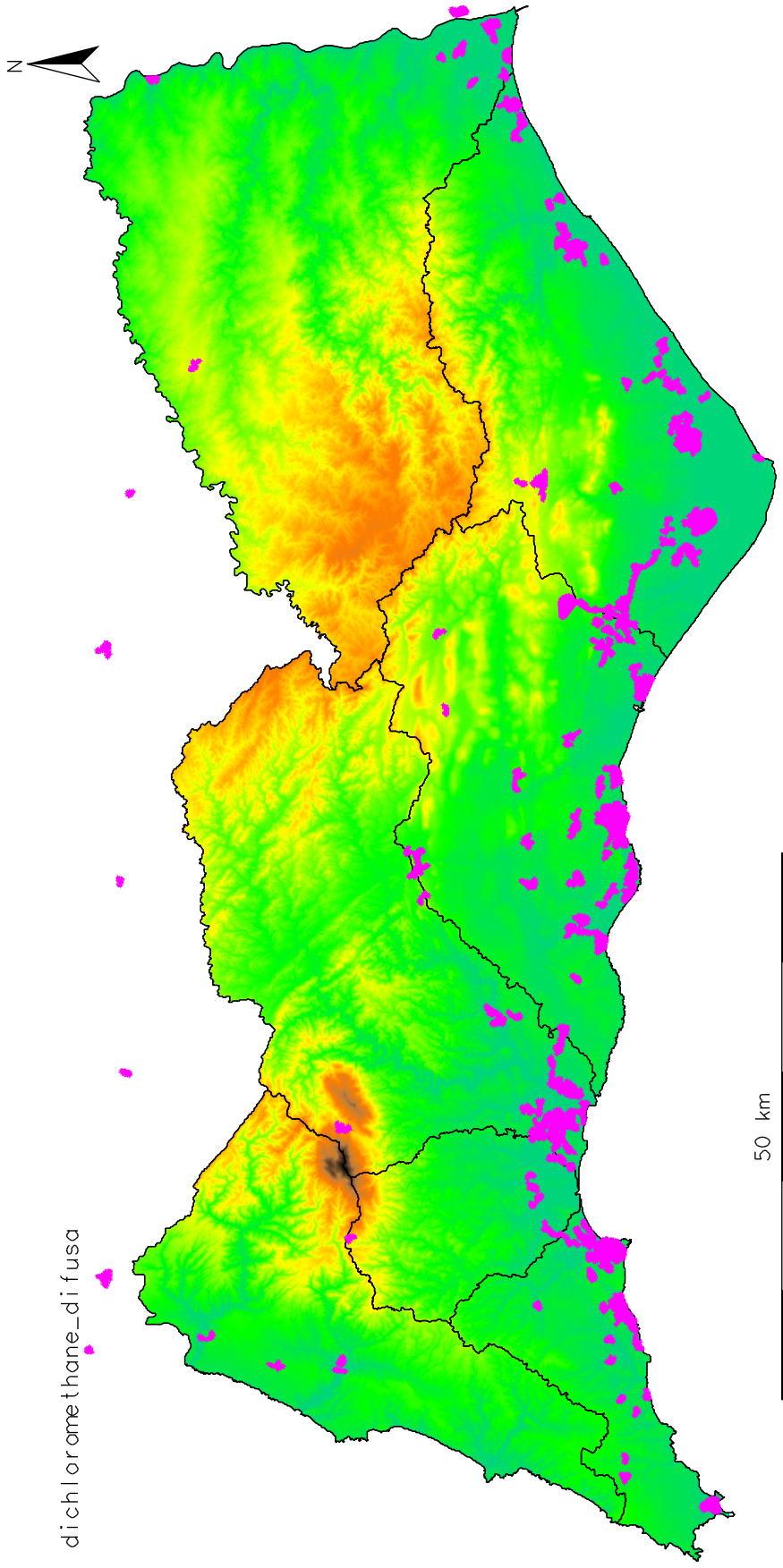


cadmi o

50 km

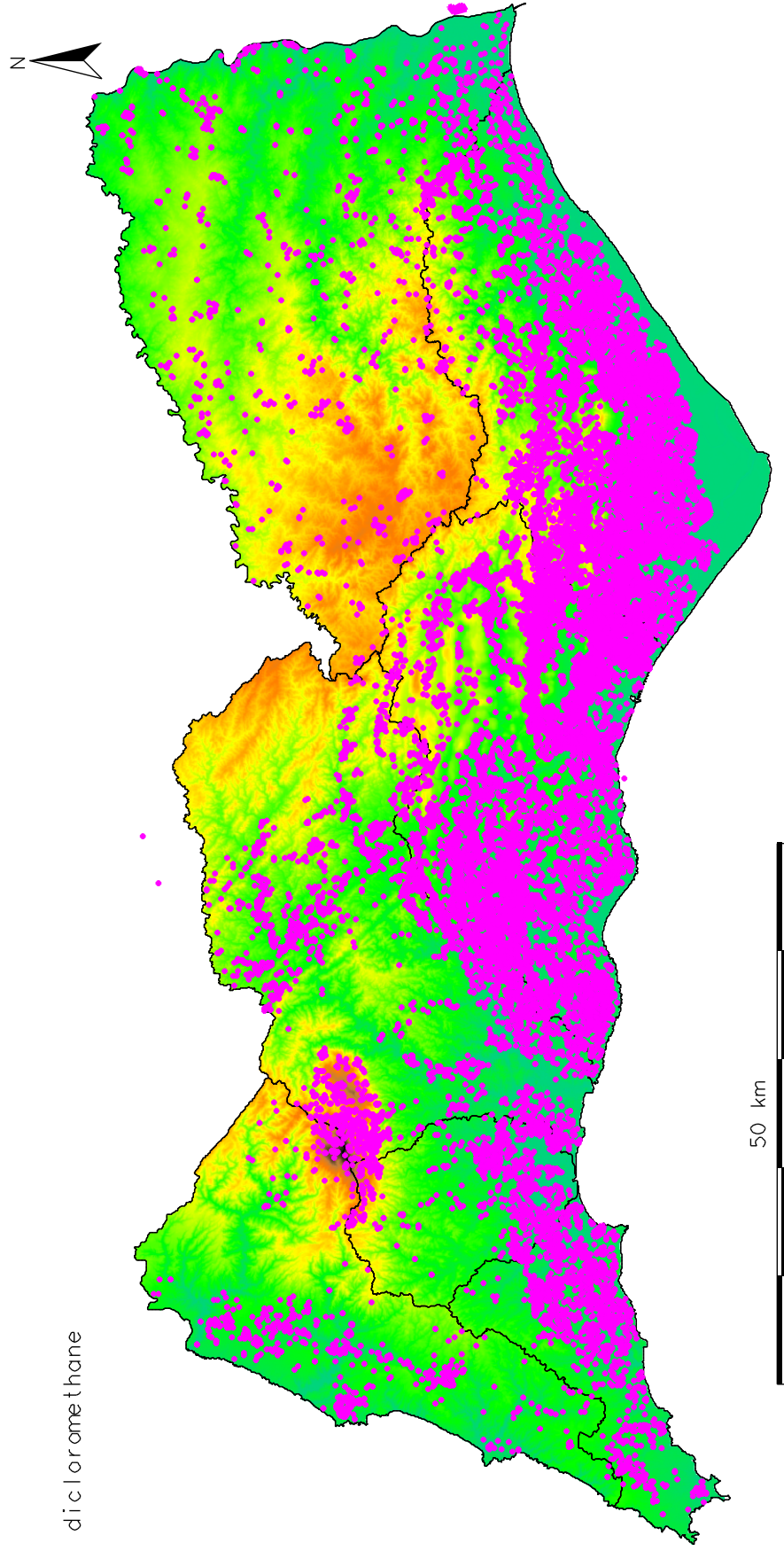


cadmium_di_fusa

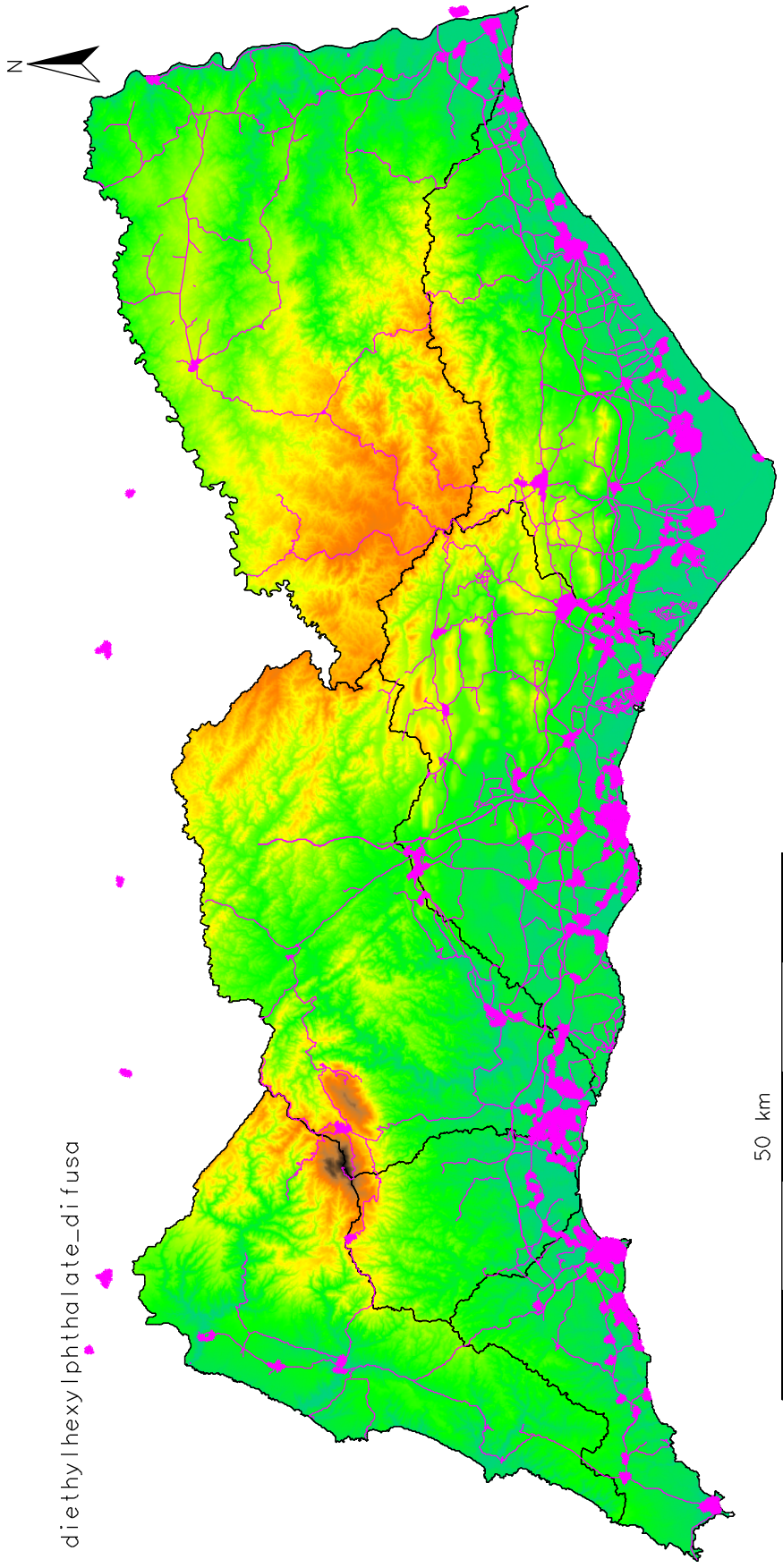


dichloromethane_di fusa

50 km

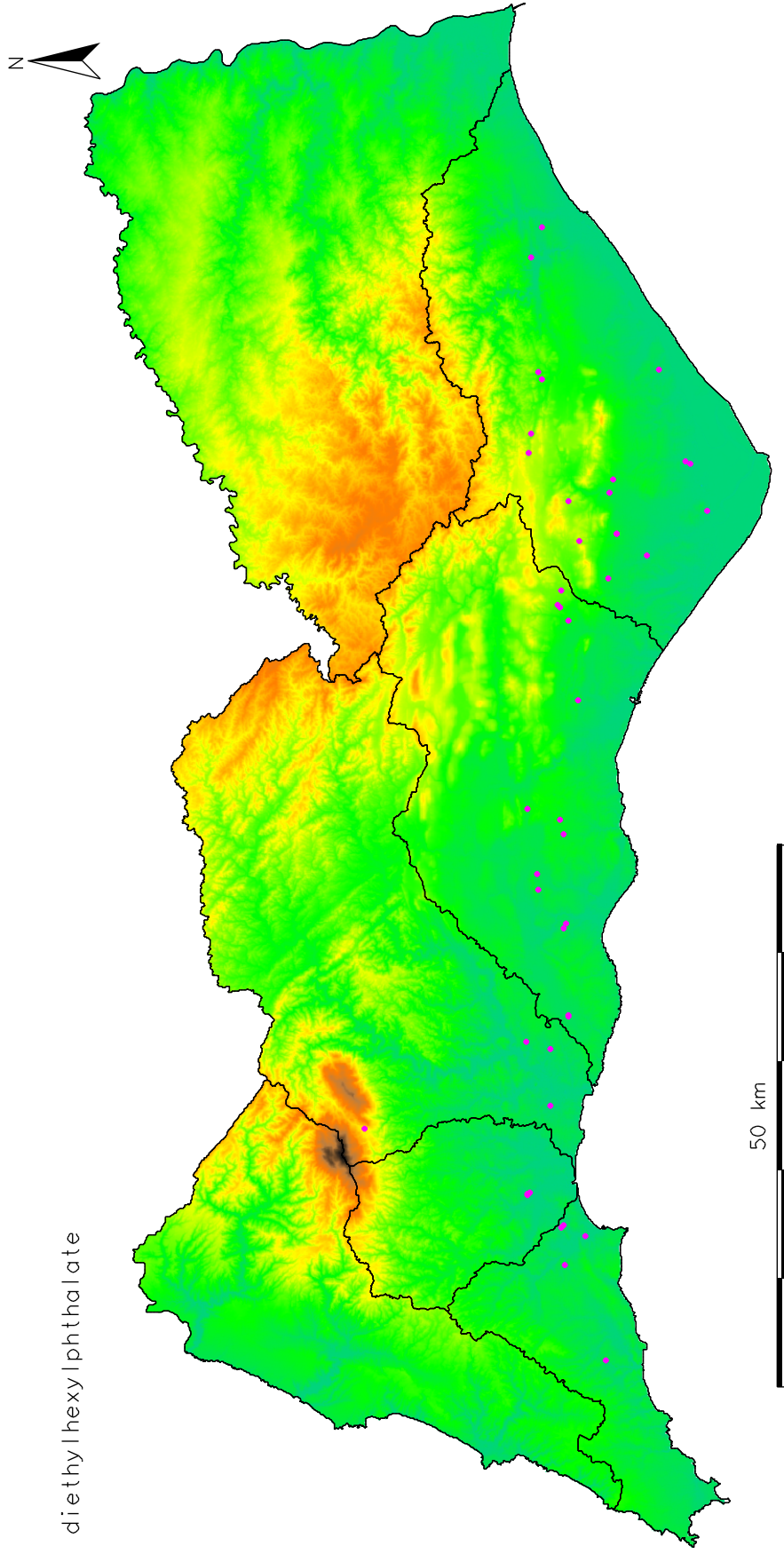


dicloromethane



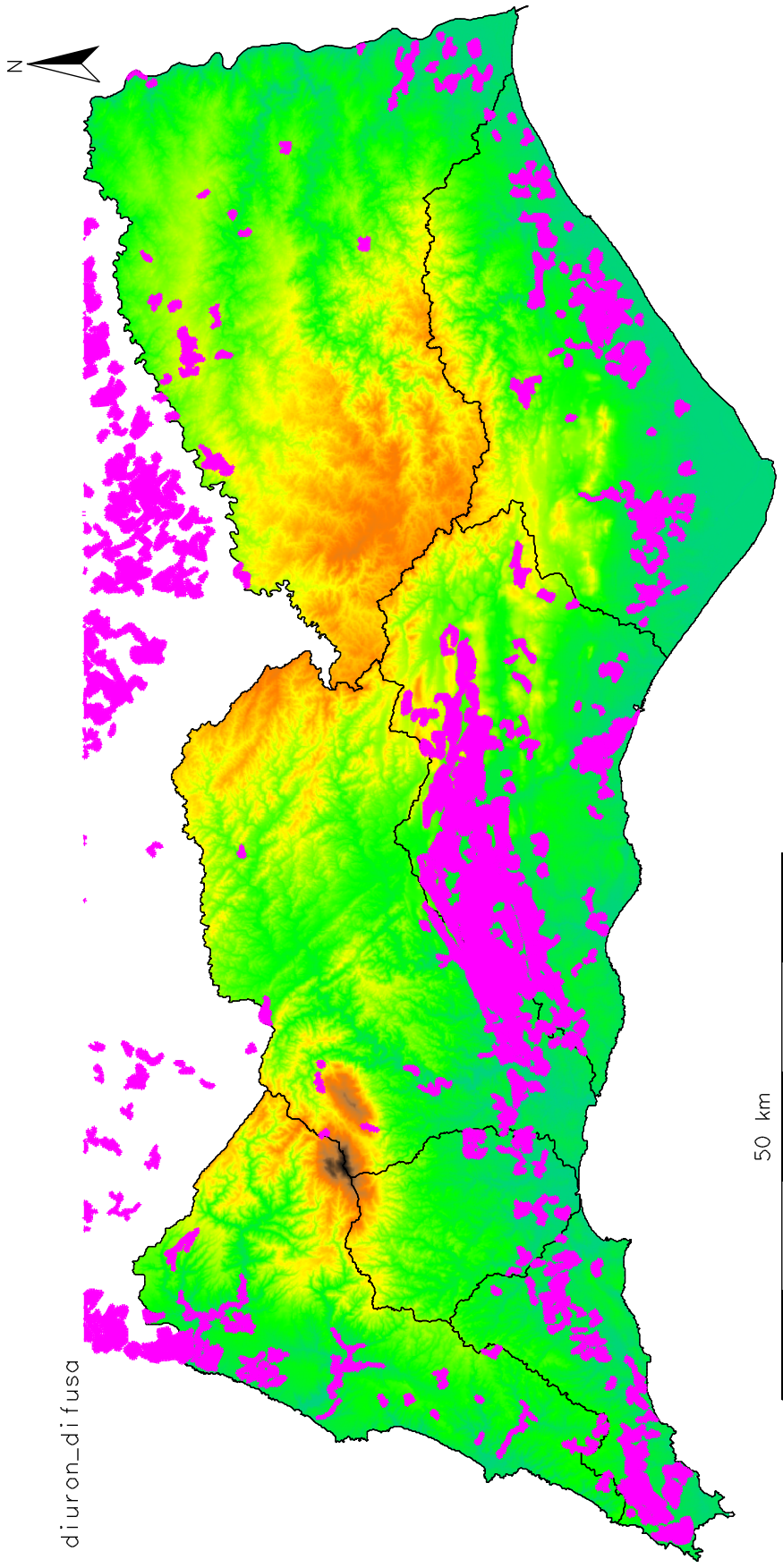
diethylhexylphthalate_di_fusa

50 km



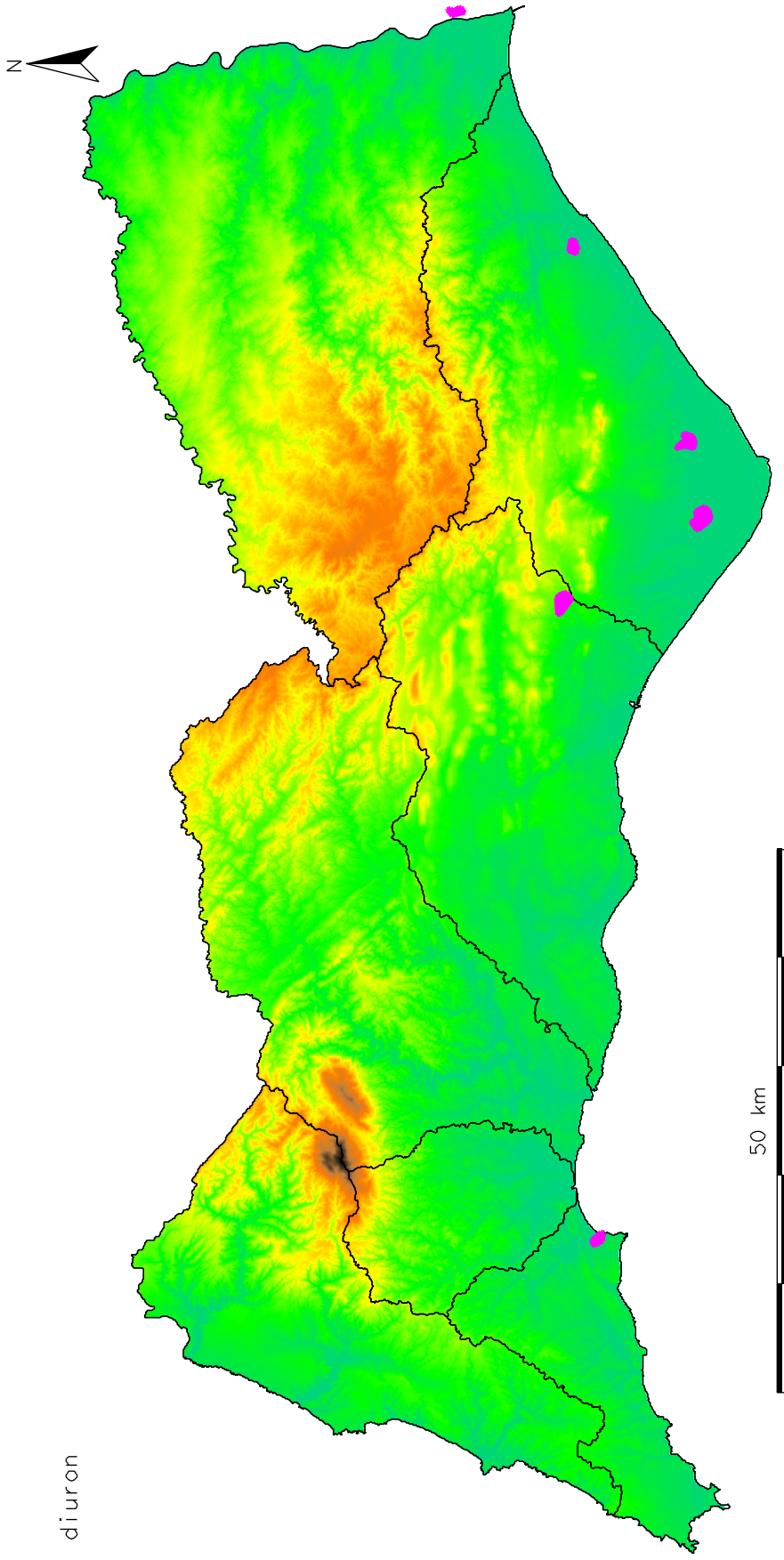
diethylhexylphthalate

50 km

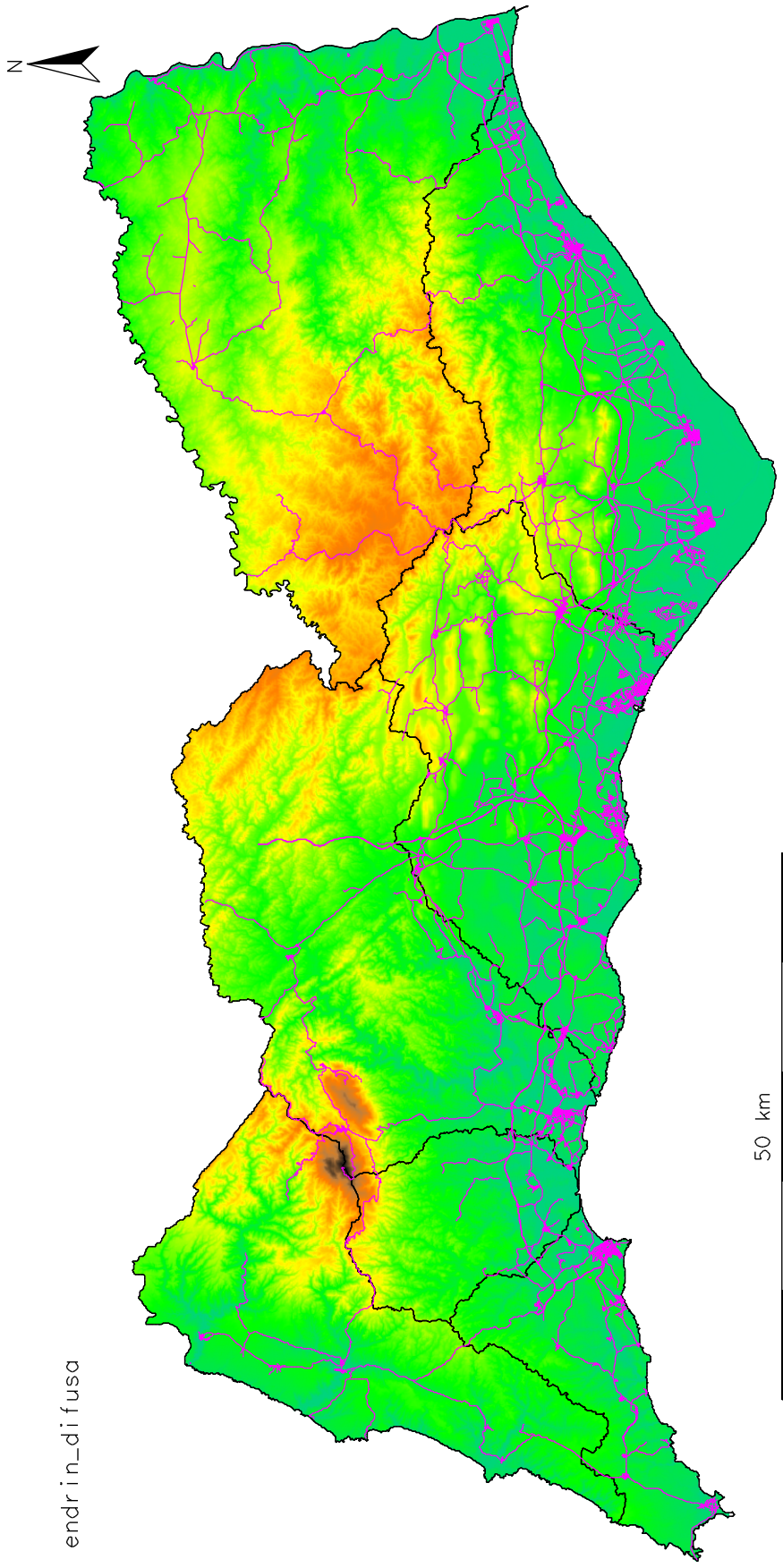


diuron-di fusa

50 km

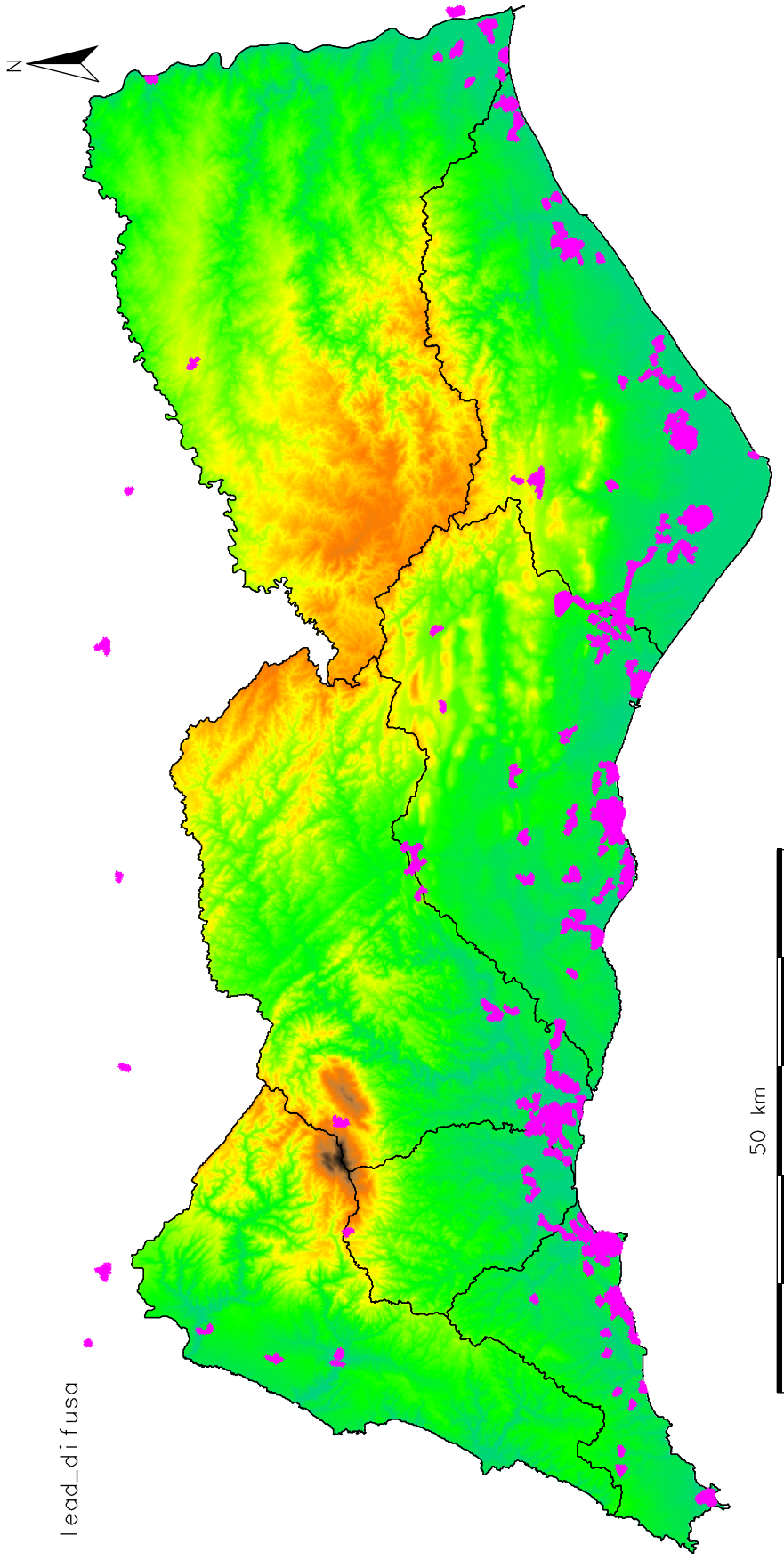


diuron

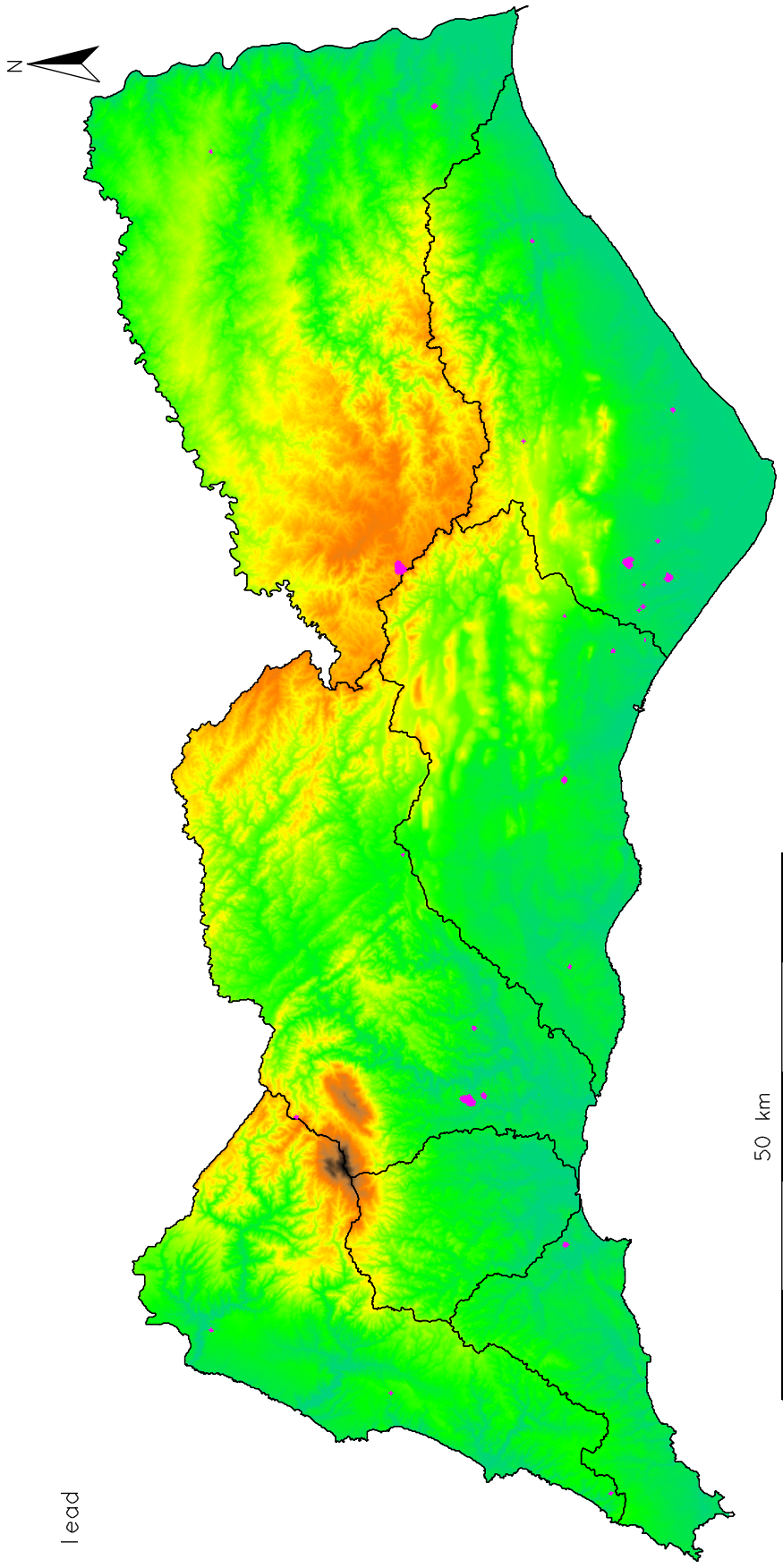


endrin_di fusa

50 km

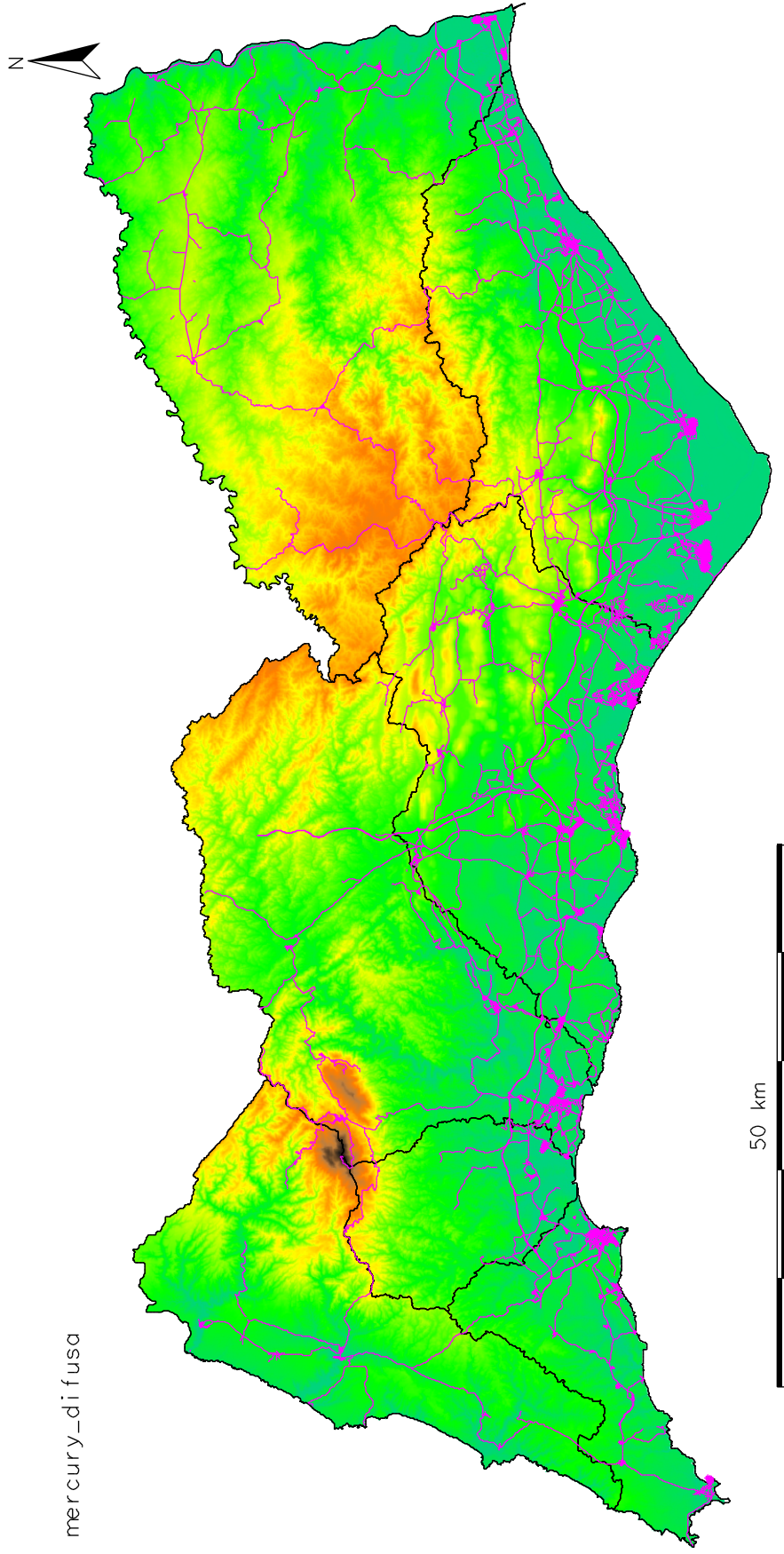


lead_di fusa



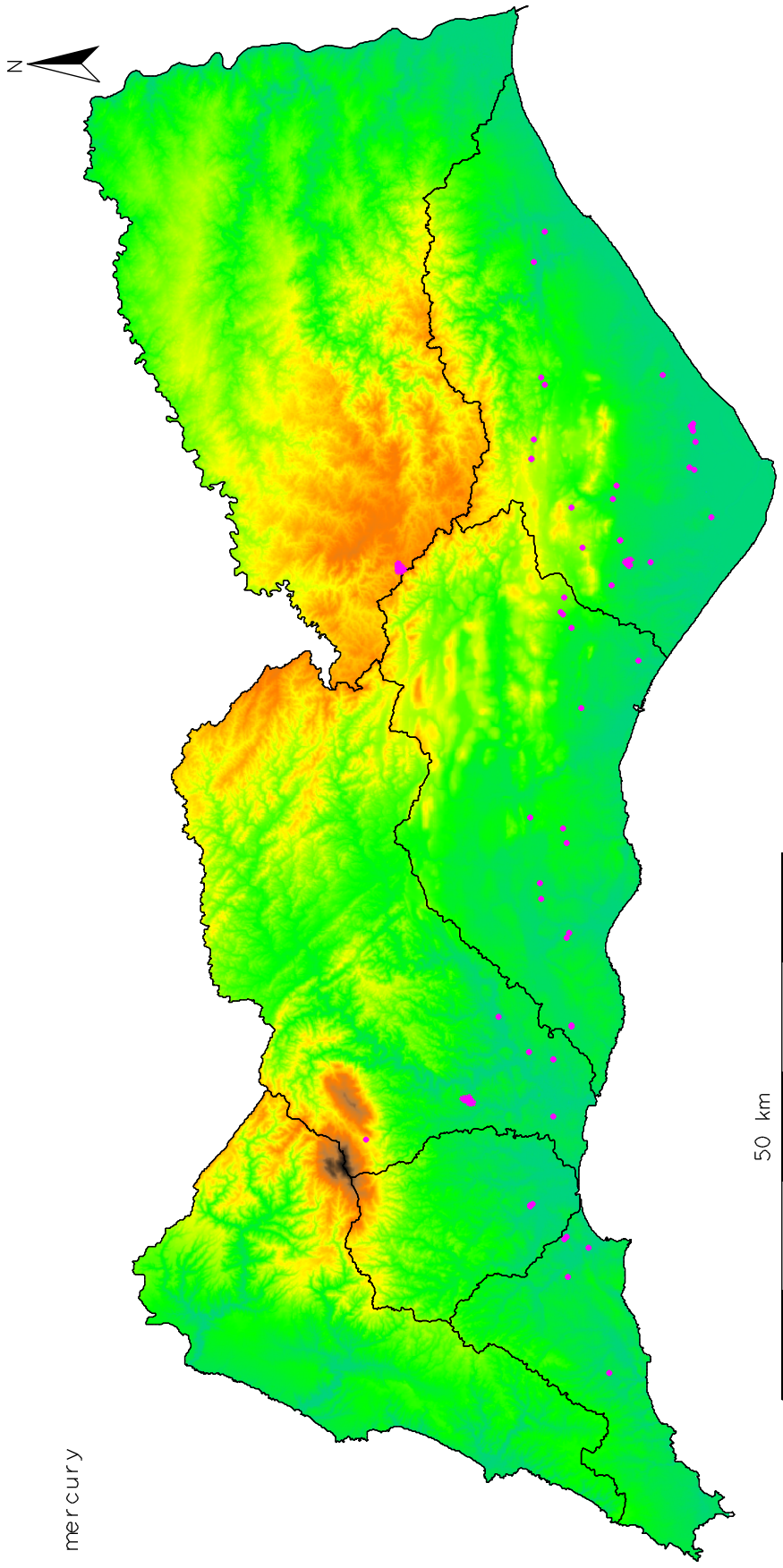
lead

50 km



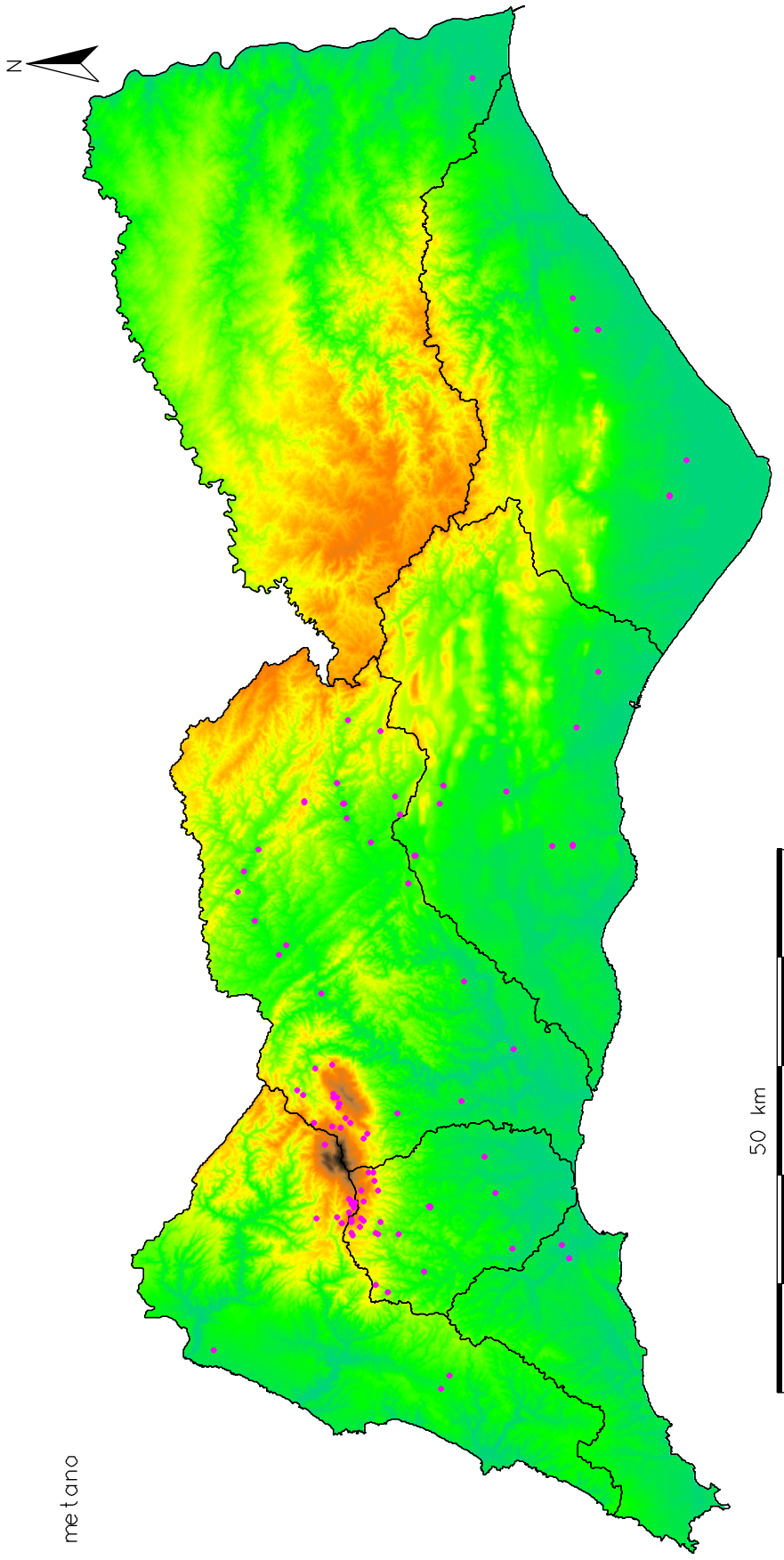
mercury_di fusa

50 km



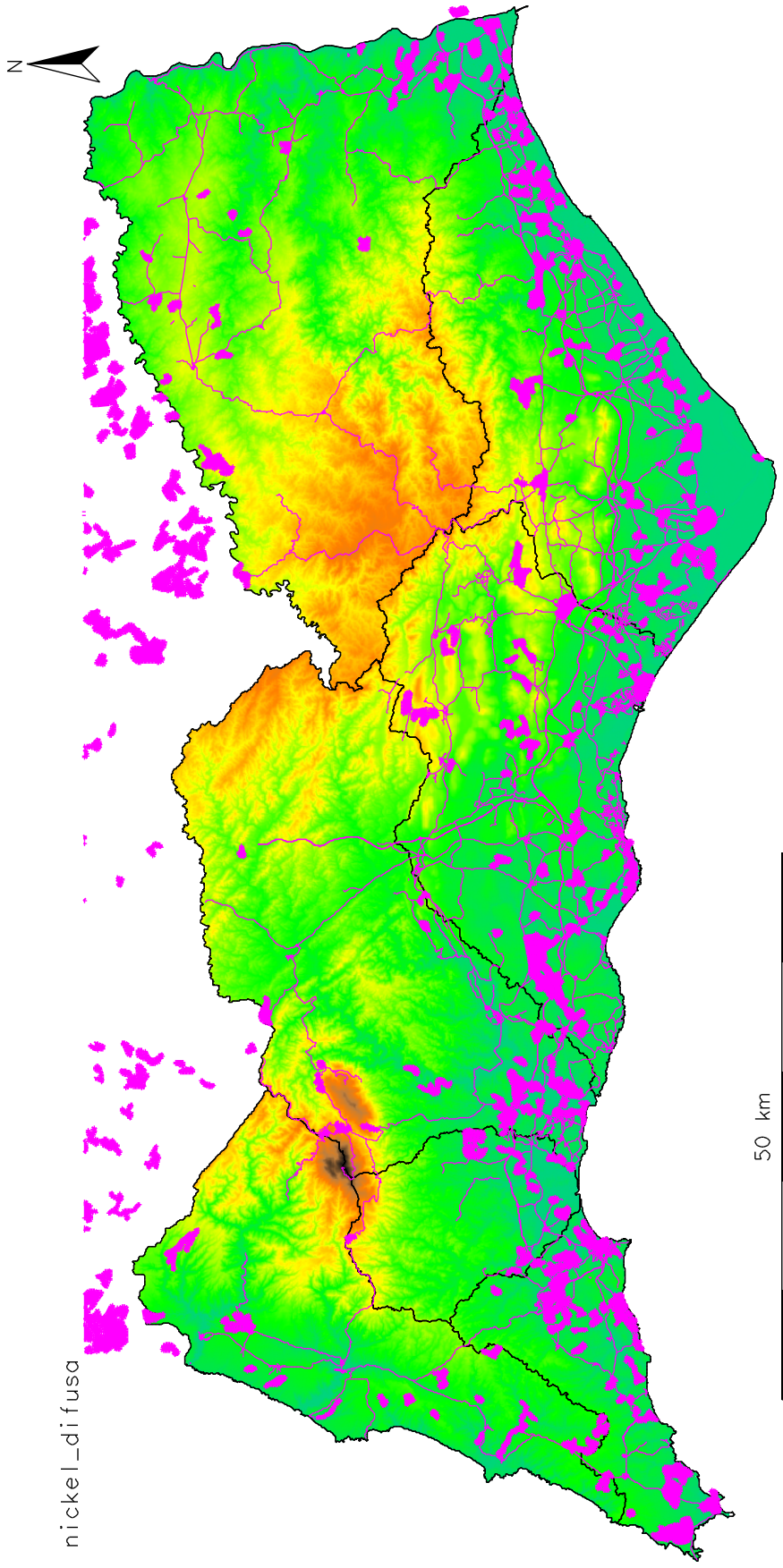
mercury

50 km



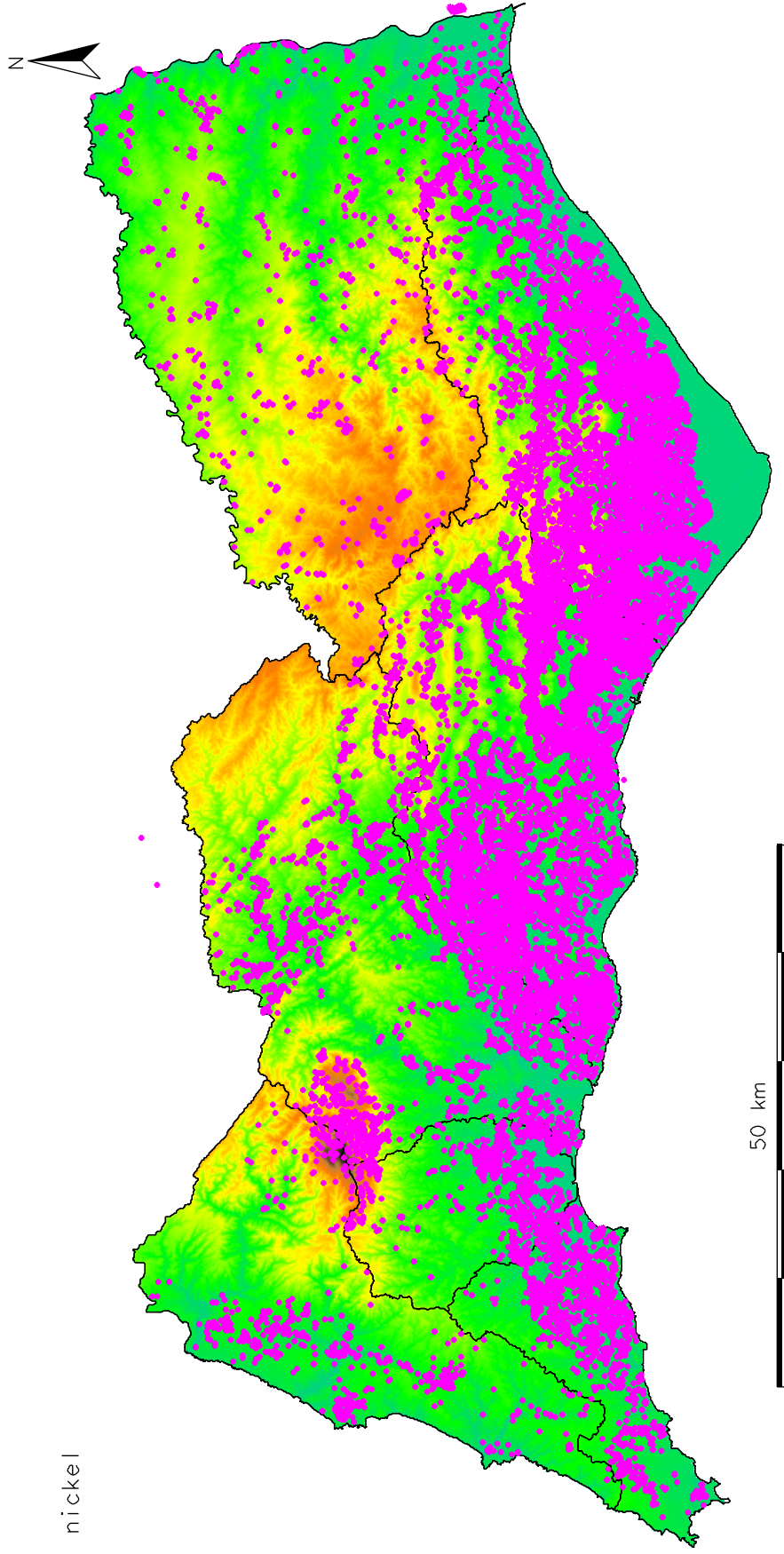
metano

50 km

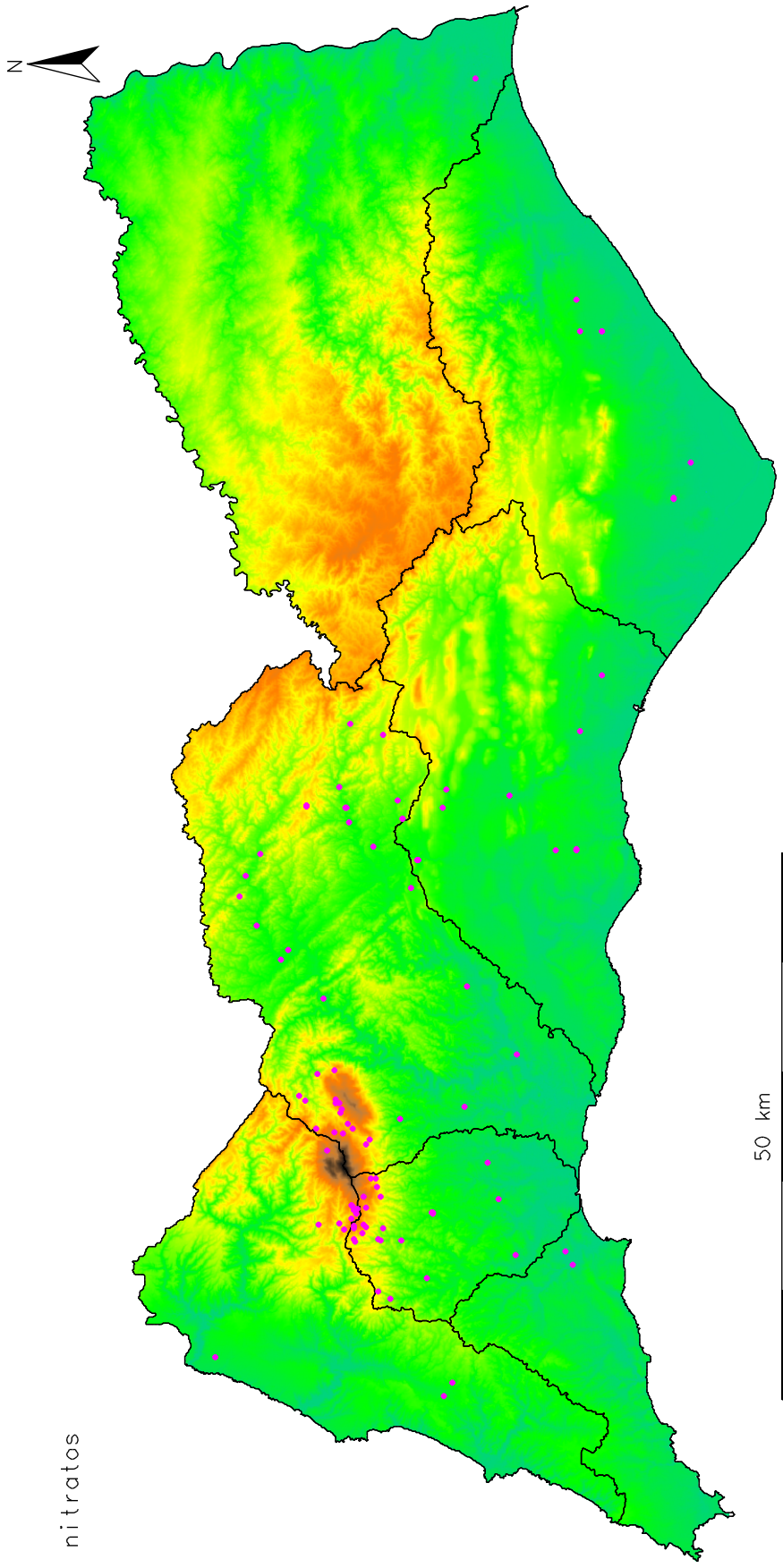


nickel_di fusa

50 km

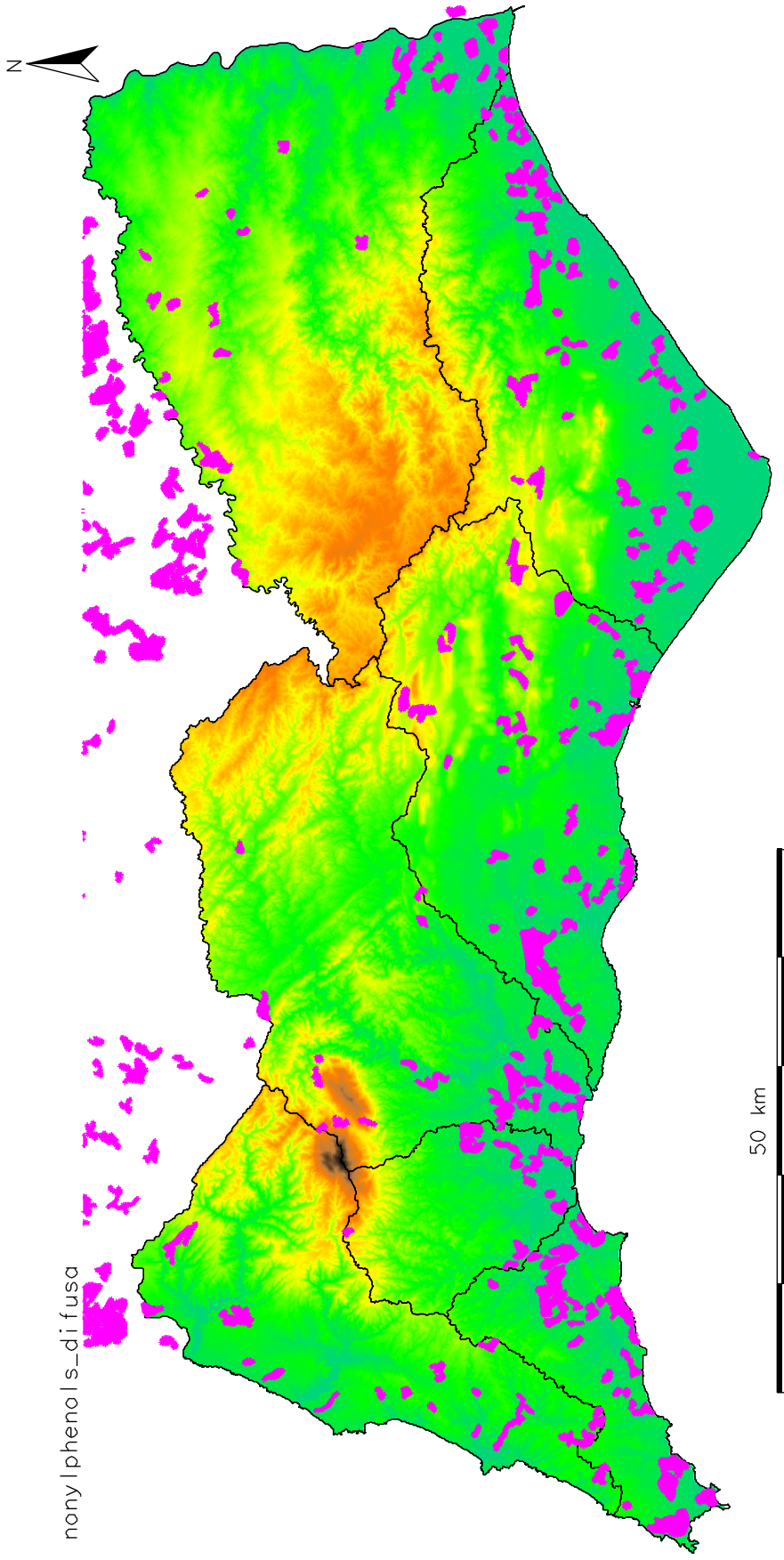


nickel



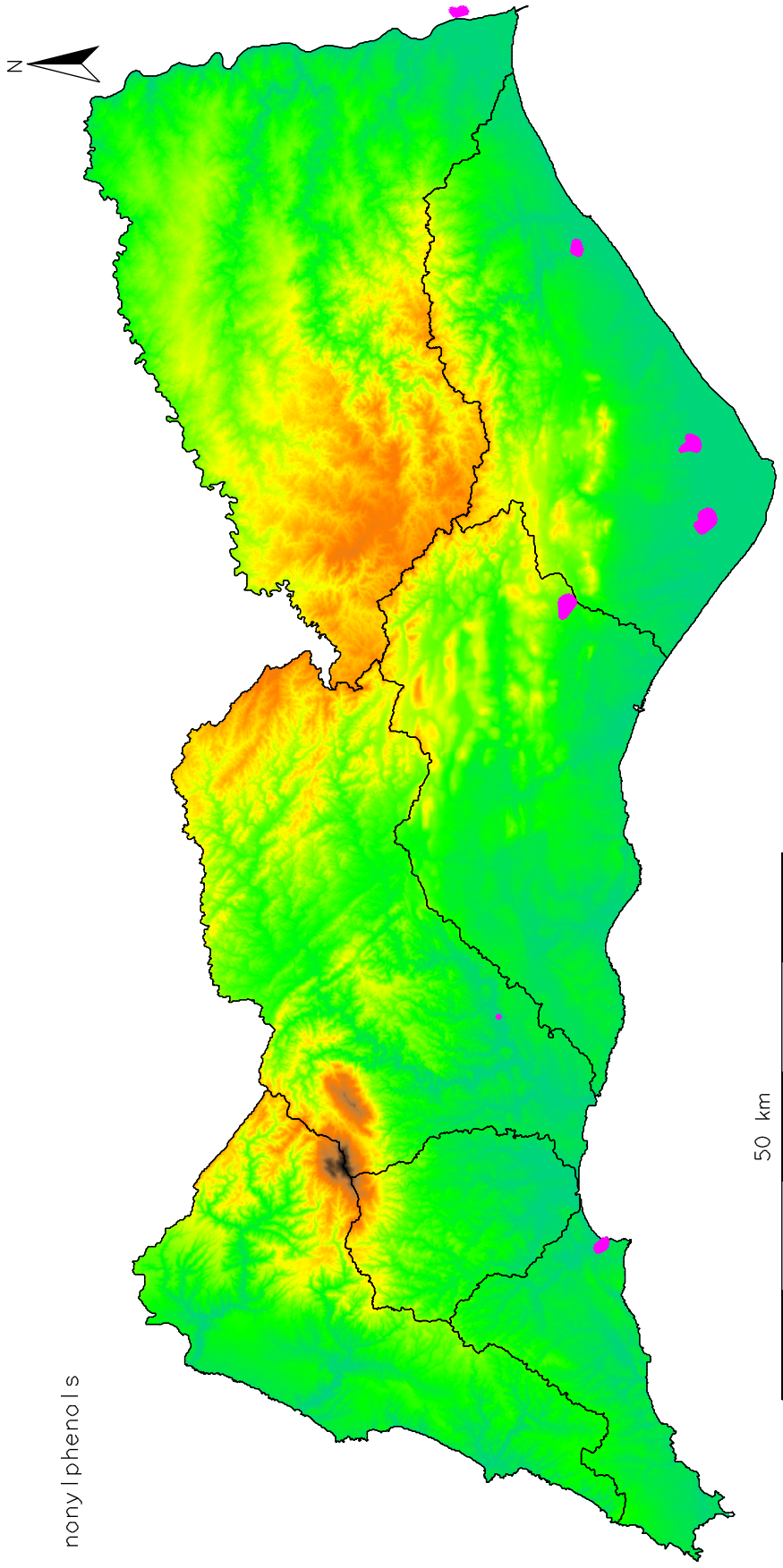
nitratos

50 km



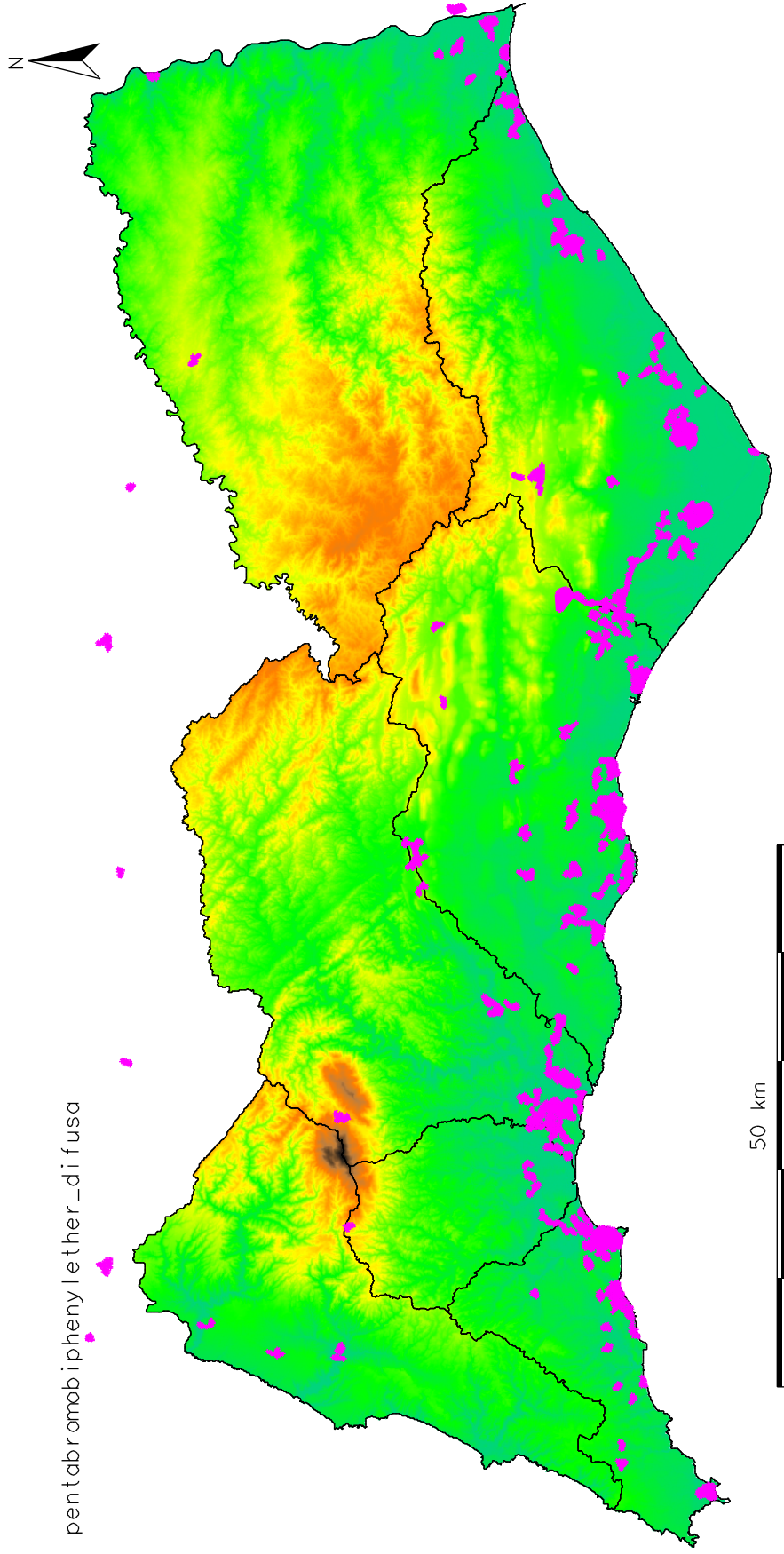
nonylphenols_difusa

50 km

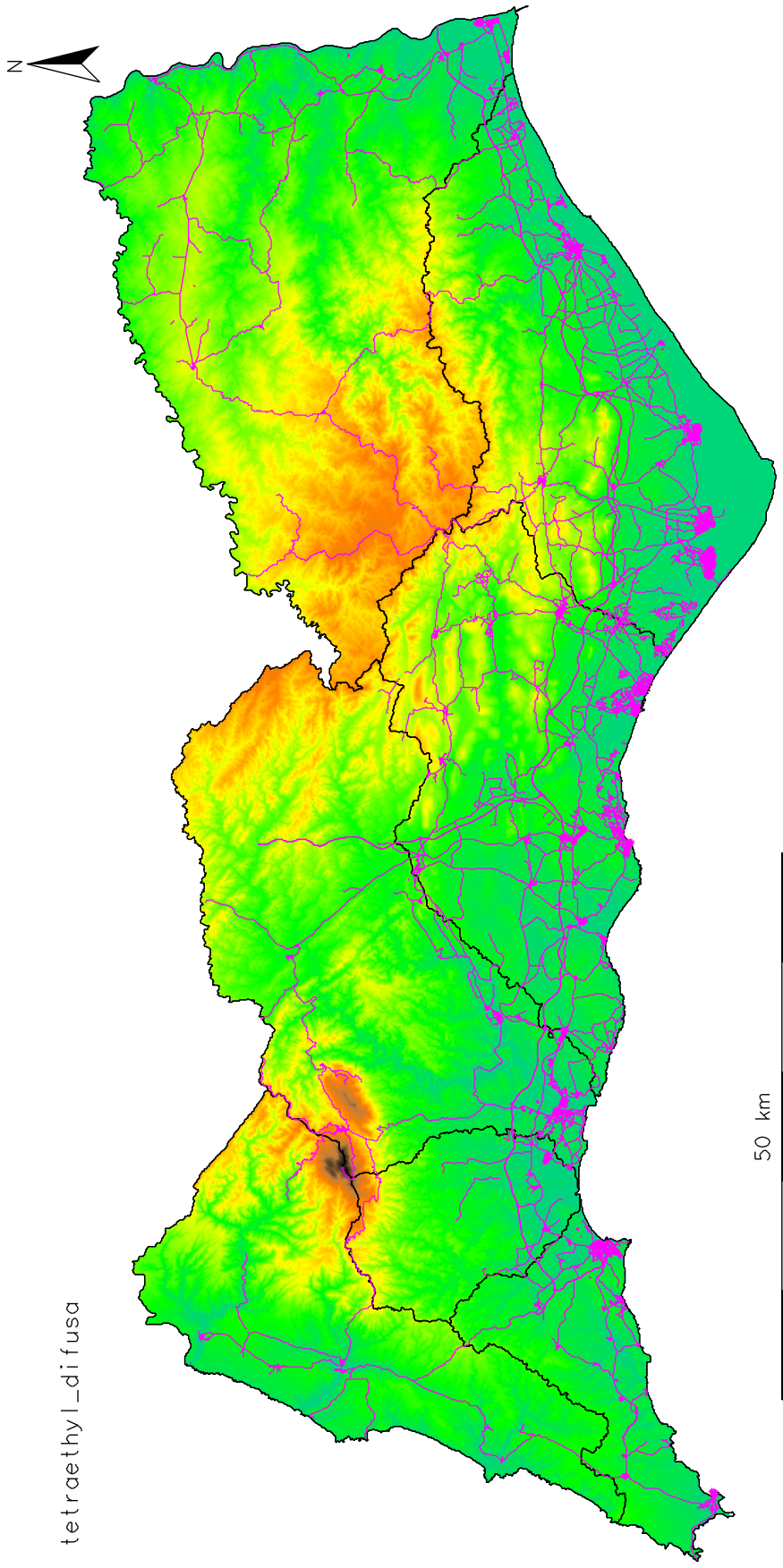


nony lphenol s

50 km

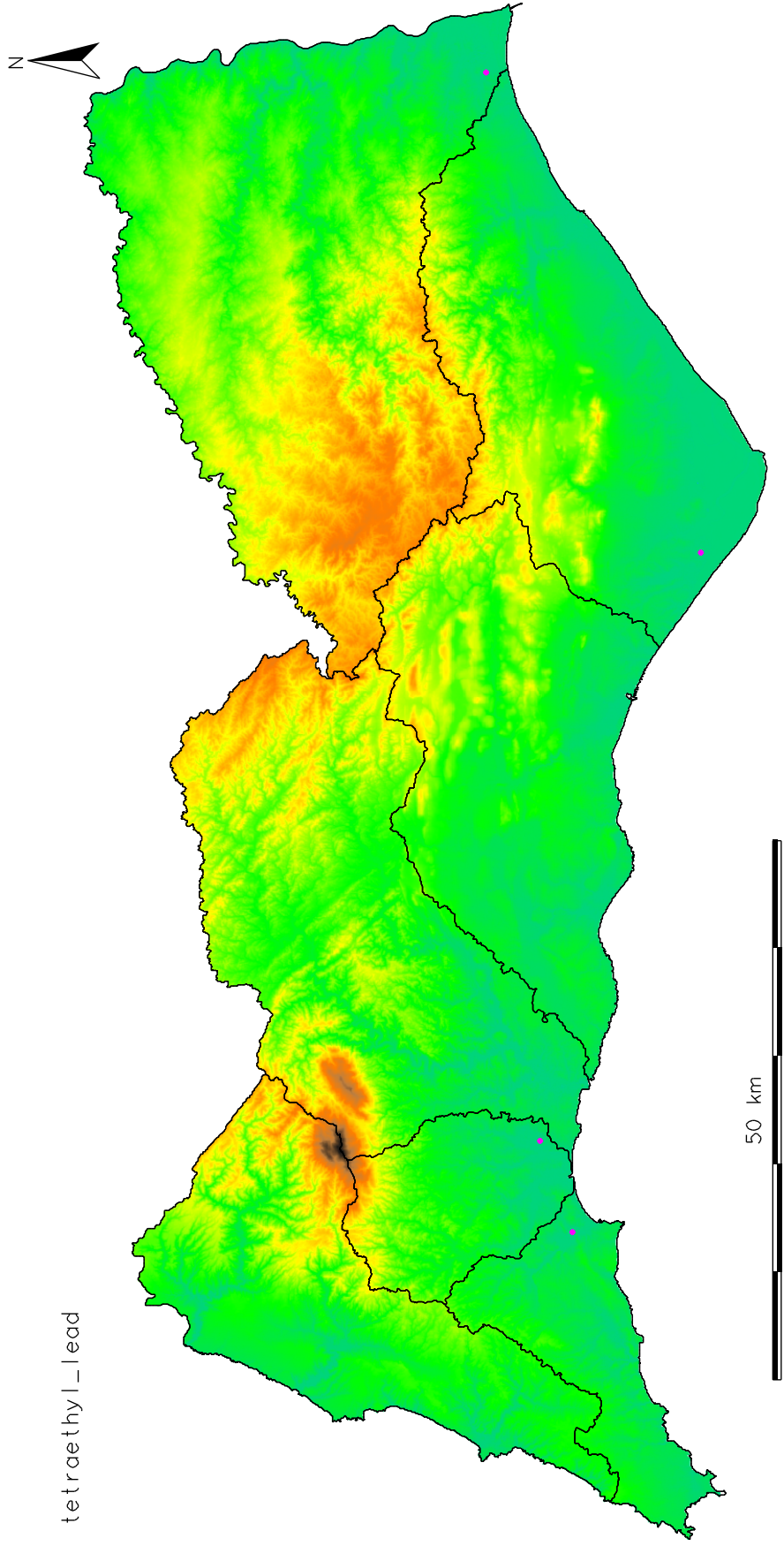


pentabromobiphenyl ether_fusa



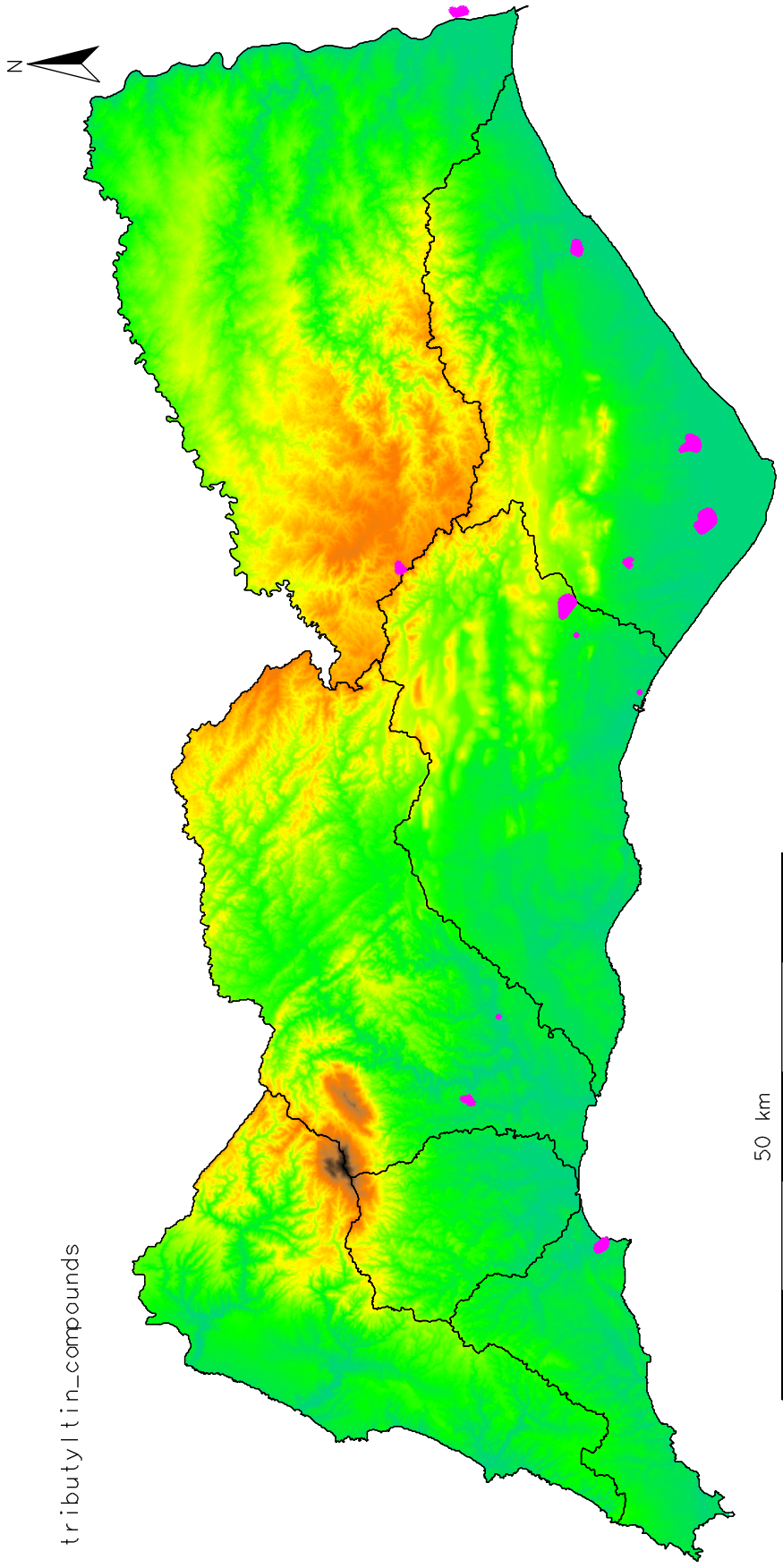
tetraethyl_di fusa

50 km



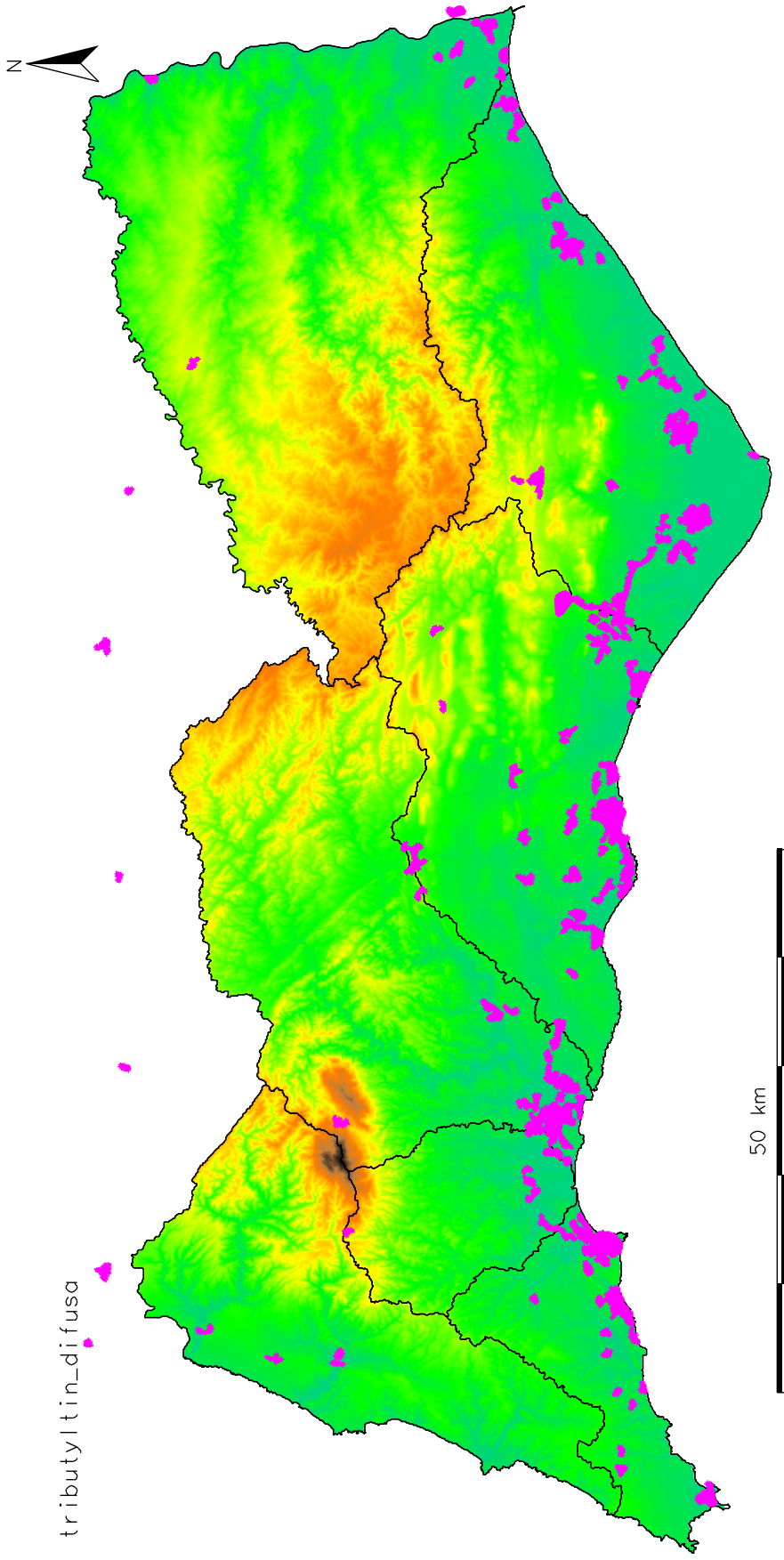
tetraethyl_lead

50 km



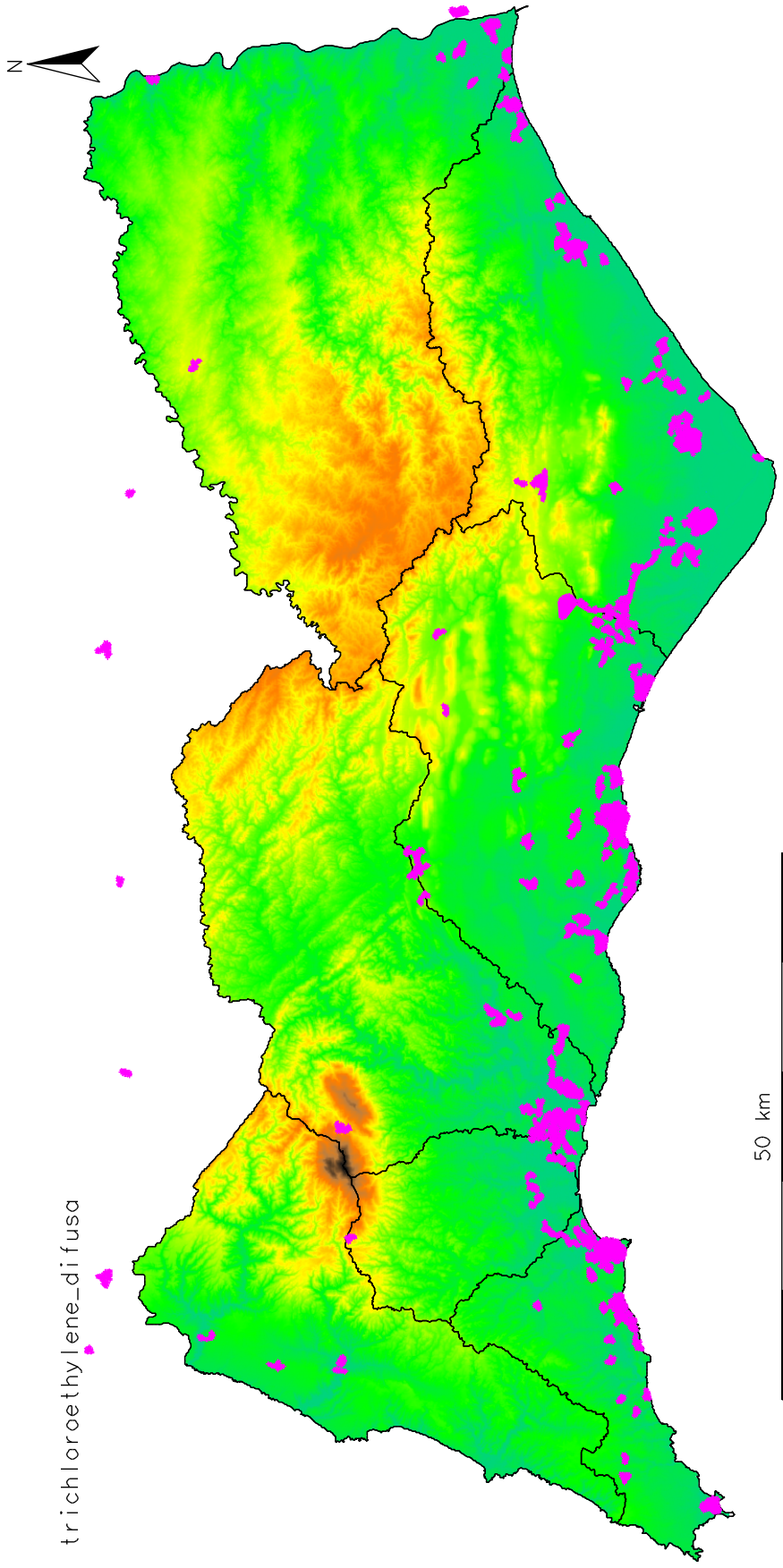
tributyltin_compounds

50 km



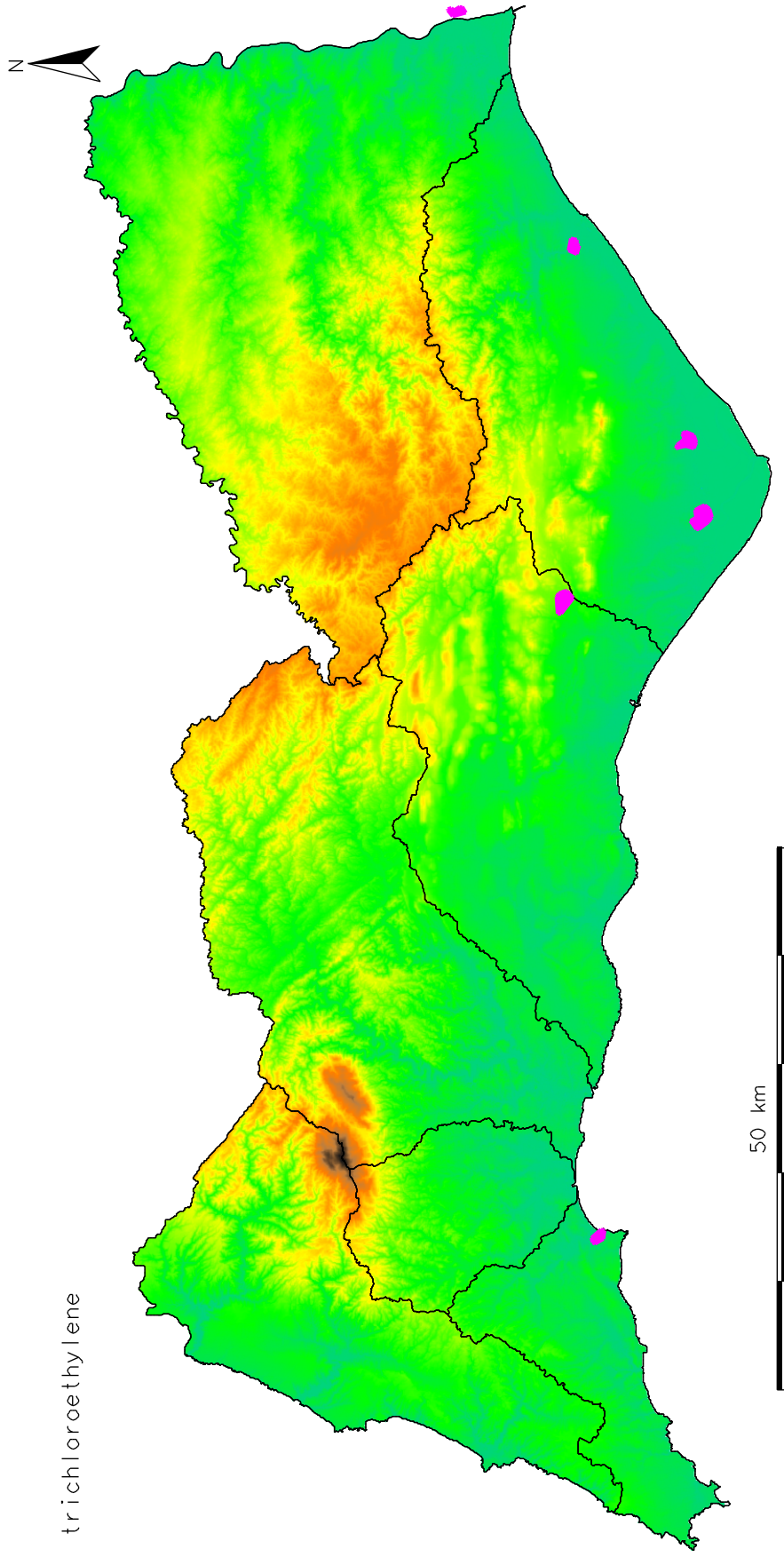
tributyltin_difusa

50 km



trichloroethylene

50 km



trichloroethylene