



Universidade de Coimbra
Faculdade de Ciências e Tecnologias
Departamento de Engenharia Informática

Aqualidade

Engenharia do Conhecimento – 2000/01

Relatório Técnico
do Sistema Pericial

Paulo José dos Santos Guilhoto
Luís Filipe Lopes Rosa Dinis

Departamento de Engenharia Informática
Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade de Coimbra

Relatório Técnico do Sistema Pericial Aqualidade

Trabalho realizado para a disciplina de
Engenharia do Conhecimento
no âmbito da
Licenciatura da Engenharia Informática

Com a colaboração
do perito xxxxxxxxxxxx,
licenciada em Química Industrial
e desempenhando a função de Técnica Superior
na xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx,
com sede xxxxxxxx em Coimbra.
Contacto telefónico do perito xxxxxxxx.

Paulo José dos Santos Guilhoto
guilhoto@student.dei.uc.pt - N.º 985011444

Luís Filipe Lopes Rosa Dinis
ldinis@student.dei.uc.pt - N.º 985011476

Fevereiro de 2001

Índice

<i>Descrição Genérica da Tarefa</i>	5
<i>Definição do Sistema</i>	6
<i>Partição e Âmbito</i>	8
<i>Dicionário de Projecto</i>	9
<i>Formulário Normalizado de Casos</i>	10
<i>Biblioteca de Relatos de Casos</i>	13
<i>Modelo Conceptual</i>	29
<i>Tabela de factos</i>	29
<i>Árvore de decomposição funcional</i>	31
<i>Fluxograma</i>	32
<i>Tabelas de decisão</i>	33
<i>Justificação da Escolha de Paradigma</i>	37
<i>Validação</i>	38
<i>Manual do Utilizador</i>	40

Descrição Genérica da Tarefa

O objectivo deste trabalho consiste na construção de um sistema pericial com vista à sua utilização na análise de amostras de águas destinadas ao consumo humano.

A área de análise de águas foi uma das hipóteses que surgiu aquando da escolha do perito e que se revelou a mais interessante e motivante no âmbito da construção de um sistema pericial. De facto, a sua utilidade em benefício da preservação da saúde pública seria inerente.

Sendo assim, através deste sistema pericial propõe-se saber se uma água é potável ou não. Como dados de entrada, o sistema necessitará sempre de uma análise prévia de todos os parâmetros constituintes da água e definidos por lei, análise esta que deverá ser efectuada por um laboratório especializado, designadamente por um perito ligado à área de Química.

No entanto, este sistema pericial não se deverá limitar apenas a dizer se uma água é própria para consumo ou não. De facto, também seria interessante obter uma classificação rigorosa de uma água com base nos dados obtidos pelas análises. Dessa classificação, importa conhecer o que poderá ter originado uma anomalia (caso exista) na água e quais as soluções.

Definição do sistema

Como já foi referido atrás, o sistema aqui proposto visa obter a caracterização de uma água. No entanto, essa caracterização é, na maior parte das vezes, bastante vasta. Interessa então restringir, digamos assim, as funcionalidades do sistema.

Em primeiro lugar, apenas irá ser feita uma caracterização mais completa para uma água que tenha sido classificada como imprópria pelo sistema pericial.

Em segundo lugar, importa também limitar o tipo de dados de saída aquando da caracterização. Sendo assim, chegou-se ao seguinte conjunto de objectivos para este sistema:

Prioridade	Objectivos
1	Estabelecer quais as consequências que poderá trazer o consumo de uma água com valores para além dos normais para o ser humano.
2	Estabelecer quais as causas possíveis que originaram valores anormais para um determinado conjunto de parâmetros.
3	Estabelecer quais os tratamentos possíveis para solucionar determinada carência ou excesso em termos quantitativos de certos parâmetros.
4	Estabelecer quais os problemas técnicos que, a média prazo, pode causar a passagem da água por uma rede de abastecimento, a nível de desgaste.

Como metas para este trabalho, propomos desde já satisfazer os três primeiros objectivos acima referidos na tabela. O último poderá fazer parte de futuras implementações.

Feito isto, interessa definir quais os potenciais utilizadores. Em termos objectivos, não existe especialmente interesse para o técnico que faz as análises saber se uma água é boa ou não, uma vez que não é da competência do laboratório fazer essa classificação, a menos que haja algum valor que "salte à vista". De facto, estamos mais a ver este sistema do lado do cliente que fez o pedido de análises, uma vez que é ele o verdadeiro interessado em conhecer a sua água. Muitas vezes, esses clientes necessitam de recorrer a um perito para analisar os resultados fornecidos pelo laboratório, simplesmente porque não têm conhecimentos suficientes para fazerem eles próprios a interpretação dos valores.

Sendo assim, o potencial utilizador seria o cliente que requereu as análises, cliente esse que poderá ser qualquer entidade pública, tais como os serviços camarários encarregues da distribuição da água da rede pública, ou entidades privadas ou particulares tais como uma pessoa singular que deseja verificar se a água extraída do poço da sua quinta é própria para consumo.

Em qualquer dos casos, os clientes deverão fornecer ao sistema pericial todos os dados fornecidos pelo laboratório, ou, utilizar directamente um ficheiro fornecido por este

último onde já estejam todos os dados necessários. Também seria importante facultar esta última opção.

Quanto ao ambiente de operação, será no local desejado pelo cliente, visto ele ter nas suas mãos todos os dados para poder usufruir do sistema.

Finalmente, as fontes de conhecimento para este projectos irão centrar-se num perito da área de Química Industrial, com bastante experiência neste ramo. Para nos auxiliar, dispomos também de documentos escritos indicados e/ou disponibilizados pelo perito, embora estes últimos irão apenas servir para complementar o conhecimento deste. No entanto, é com a ajuda destes documentos que nos é possível inserir numa área que não tem, à primeira vista, nada a ver com a nossa.

Partição e Âmbito

Após uma pormenorizada análise de toda a informação recolhida, chegou-se à conclusão que seria adoptado o seguinte esquema de partições:

- Os dados de entrada serão particionados em 3 grupos (G1, G2 e G3), cada um destes correspondendo à análise de cada vez mais parâmetros. Ou seja, uma análise do tipo G2 corresponde à efectuação de uma análise de todos os parâmetros do tipo G1 mais um conjunto específico do grupo G2. O grupo G3 será então uma análise completa a todos os parâmetros.
- Os dados de saída serão particionados de acordo com os objectivos por nós definidos na Definição do Sistema. Sendo assim, teremos uma partição da qual farão parte as consequências para o organismo que trará o consumo de uma determinada água, outra partição será referente às causas de uma possível contaminação da água, e por último, uma última corresponderá aos possíveis tratamentos que poderiam ser efectuados pelo cliente para resolver os problemas encontrados na água.

Dicionário de Projecto

- **VMA** – Valor Máximo Admitido definido pelo Ministério do Ambiente no Diário da República e no Jornal Oficial das Comunidades Europeias para um determinado parâmetro.
- **Parâmetro** – elemento físico ou químico que pode estar contido numa água e que pode ser medido através da instrumentação adequada.
- **Efeito** – foram considerados como efeito todas as consequências que poderão afectar o organismo de um ser humano após o consumo de uma água não potável. Um efeito está geralmente associado a um valor de um parâmetro fora do limite admissível.
- **Causa** – possível conjunto de antecedentes com os quais a água teve contacto naturalmente ou por acção humana e que deram à água um conjunto de características que, na sua maioria, violam as restrições para conservação da saúde pública.
- **Tratamento** – possível tratamento para corrigir o excesso ou escassez de determinado parâmetro.

Formulário Normalizado de Casos

Boletim de Análise

Dados de entrada	Grupo	Resultado	Unidade
Tipo de análise a efectuar (G1, G2, G3)			

Tempo limite para efectuar a análise: 1 dia

Temperatura	G2		° C
Alcalinidade	G3		mg/L
Ph	G2		Sorensen
Condutibilidade eléctrica	G1		µS/cm
Sulfato	G3		mg SO ₄ /L
Nitrato	G2		mg NO ₃ /L
Cloro residual disponível	G1		mg Cl ₂ /L

Tempo limite para efectuar a análise: 7 dias

Oxigénio dissolvido	G1		% de saturação
Anídrido carbónico livre	G2		mg/L
Oxidabilidade	G1		mg O ₂ /L
Sulfureto de hidrogénio	G3		mg S/L
Mercúrio	G3		µg Hg/L
Coliformes totais	G1		un./100 mL
Coliformes fecais	G1		un./100 mL
Estreptococos fecais	G2		un./100 mL
Clostrídios sulfito-redutores	G2		un./20 mL
Germes totais a 22°C	G1		un./1 mL
Germes totais a 37°C	G1		un./1 mL

Tempo limite para efectuar a análise: 14 dias

Cheiro	G1		Tx. dil.12°C
Sabor	G1		Tx. dil.12°C
Alumínio	G3		mg Al/L
Nitrito	G2		mg NO ₂ /L
Azoto amoniacal	G2		mg NH ₄ /L
Azoto Kjeldahl	G3		mg N/L
Cianeto	G3		µg CN/L
Fenóis (índice fenólico)	G3		µg C ₆ H ₅ OH/L
Boro	G3		µg B/L
Outros compostos organoclorados	G3		µg/L
Ferro	G3		µg Fe/L
Manganésio	G3		µg Mn/L
Cobre	G3		µg Cu/L
Zinco	G3		µg Zn/L

Cobalto	G3		µg Co/L
Bário	G3		µg Ba/L
Prata	G3		µg Ag/L
Arsénio	G3		µg As/L
Berílio	G3		µg Be/L
Cádmio	G3		µg Cd/L
Crómio	G3		µg Cr/L
Níquel	G3		µg Ni/L
Chumbo	G3		µg Pb/L
Antimónio	G3		µg Sb/L
Selénio	G3		µg Se/L
Vanádio	G3		µg V/L

Tempo limite para efectuar a análise: 28 dias

Cor	G1		mg/L escala Pt-Co
Turvação	G2		mg SiO ₂ /L
Cloreto	G3		mg Cl/L
Dureza total	G2		mg/L
Sólidos totais dissolvidos	G2		mg/L
Carbono orgânico total (TOC)	G3		mg C/L
Substâncias extraíveis pelo clorofórmio	G3		mg/L
Hidrocarbonetos dissolvidos ou emulsionados	G3		µg/L
Substâncias tensoactivas	G3		µg/L
Fósforo	G3		µg P ₂ O ₅ /L
Fluoreto	G3		µg F/L
Sólidos suspensos totais	G3		mg/L
Hidrocarbonetos aromáticos polinucleares	G3		µg/L

Tempo limite para efectuar a análise: 40 dias

Cálcio	G3		mg Ca/L
Magnésio	G3		mg Mg/L
Sódio	G3		mg Na/L
Potássio	G3		mg K/L
Pesticidas	G3		µg/L

Características da Água

Possíveis consequências para o organismo

- Própria para consumo
- Imprópria para consumo
- Fatal
- Venenoso (Altamente tóxico)
- Propriedades cancerígenas
- Afecção do sistema nervoso central
- Efeito laxativo
- Descoloração da pele e dos olhos
- Aspereza das mãos
- Deformações nas artérias humanas
- Problemas intestinais
- Doenças respiratórias
- Problemas para o crescimento (nomeadamente metamoglobinemia infantil)
- Propagação de bactérias

Possíveis origens da deficiência

- Erosão de argilas, silites, rochas e óxidos metálicos provenientes do solo
- Excesso no tratamento por cloração
- Excesso no tratamento por ozonização
- Excesso no tratamento por dióxido de cloro
- Decomposição microbiana do material orgânico ou vegetal
- Drenagem por áreas mineralizadas
- Corrosão dos tubos de distribuição
- Descargas industriais
- Resíduos domésticos
- Resíduos de detergentes
- Compostos usados na agricultura
- Descargas de água aquecida

Tratamentos a efectuar

- Tratamento por cloração
- Tratamento por ozonização
- Tratamento por dióxido de cloro
- Tratamento por descalcificação
- Tratamento por coagulação química seguida de filtração
- Tratamento por carvão activado
- Tratamento por troca iónica
- Tratamento por nitrificação biológica

Biblioteca de Relatos de Casos

Caso nº: 1

Tipo de caso: histórico

Última actualização: 31/01/2001

Último teste: 31/01/2001

Número da versão testada: 1.0

Bugs registados: -

Cliente:

- Nome: confidencial
- Localidade: confidencial

Data de entrada: 21/06/2000

Data de colheita: 21/06/2000

Boletim de Análise

Dados de entrada	Grupo	Resultado	Unidade
Tipo de análise a efectuar (G1, G2, G3)		G3	

Tempo limite para efectuar a análise: 1 dia

Temperatura	G2	20	° C
Alcalinidade	G3	343.40	mg/L
Ph	G2	7.37	Sorensen
Condutibilidade eléctrica	G1	852	µS/cm
Sulfato	G3	94.0	mg SO ₄ /L
Nitrato	G2	32.20	mg NO ₃ /L
Cloro residual disponível	G1	0.40	mg Cl ₂ /L

Tempo limite para efectuar a análise: 7 dias

Oxigénio dissolvido	G1	20	% de saturação
Anídrido carbónico livre	G2	0.2	mg/L
Oxidabilidade	G1	<0.25	mg O ₂ /L
Sulfureto de hidrogénio	G3	<0.083	mg S/L
Mercúrio	G3	<0.5	µg Hg/L
Coliformes totais	G1	0	un./100 mL
Coliformes fecais	G1	0	un./100 mL
Estreptococos fecais	G2	0	un./100 mL
Clostrídios sulfito-redutores	G2	0	un./20 mL
Germes totais a 22°C	G1	3	un./1 mL
Germes totais a 37°C	G1	2	un./1 mL

Tempo limite para efectuar a análise: 14 dias

Cheiro	G1	0.1	Tx. dil.12°C
Sabor	G1	0.1	Tx. dil.12°C
Alumínio	G3	0.1	mg Al/L

Nitrito	G2	<0.004	mg NO ₂ /L
Azoto amoniacal	G2	<0.10	mg NH ₄ /L
Azoto Kjeldahl	G3	<0.25	mg N/L
Cianeto	G3	<0.5	µg CN/L
Fenóis (índice fenólico)	G3	<1.0	µg C ₆ H ₅ OH/L
Boro	G3	<4.3578	µg B/L
Outros compostos organoclorados	G3	<1.32	µg/L
Ferro	G3	33.45	µg Fe/L
Manganésio	G3	5.27	µg Mn/L
Cobre	G3	31.5	µg Cu/L
Zinco	G3	94.7	µg Zn/L
Cobalto	G3	<0.12	µg Co/L
Bário	G3	84.0	µg Ba/L
Prata	G3	<0.5	µg Ag/L
Arsénio	G3	<3.1891	µg As/L
Berílio	G3	<2.7789	µg Be/L
Cádmio	G3	<0.0005	µg Cd/L
Crómio	G3	<9.2381	µg Cr/L
Níquel	G3	2.09	µg Ni/L
Chumbo	G3	0.55	µg Pb/L
Antimónio	G3	<2.5	µg Sb/L
Selénio	G3	<1.1782	µg Se/L
Vanádio	G3	<1.8	µg V/L

Tempo limite para efectuar a análise: 28 dias

Cor	G1	2	mg/L escala Pt-Co
Turvação	G2	<0.5	mg SiO ₂ /L
Cloreto	G3	128.49	mg Cl/L
Dureza total	G2	5	mg/L
Sólidos totais dissolvidos	G2	0	mg/L
Carbono orgânico total (COT)	G3	0.44	mg C/L
Substâncias extraíveis pelo clorofórmio	G3	0	mg/L
Hidrocarbonetos dissolvidos ou emulsionados	G3	<8.0	µg/L
Substâncias tensoactivas	G3	<180	µg/L
Fósforo	G3	<50	µg P ₂ O ₅ /L
Fluoreto	G3	117.3	µg F/L
Sólidos suspensos totais	G3	0	mg/L
Hidrocarbonetos aromáticos polinucleares	G3	<0.052	µg/L

Tempo limite para efectuar a análise: 40 dias

Cálcio	G3	102.75	mg Ca/L
Magnésio	G3	30.4	mg Mg/L
Sódio	G3	78.4	mg Na/L
Potássio	G3	1.72	mg K/L
Pesticidas	G3	<0.05	µg/L

Características da Água

Possíveis consequências para o organismo

- Própria para consumo
- Imprópria para consumo
- Fatal
- Venenoso (Altamente tóxico)
- Propriedades cancerígenas
- Afecção do sistema nervoso central
- Efeito laxativo
- Descoloração da pele e dos olhos
- Aspereza das mãos
- Deformações nas artérias humanas
- Problemas intestinais
- Doenças respiratórias
- Problemas para o crescimento (nomeadamente metamoglobinemia infantil)
- Propagação de bactérias

Possíveis causas da deficiência

- Erosão de argilas, silites, rochas e óxidos metálicos provenientes do solo
- Excesso no tratamento por cloração
- Excesso no tratamento por ozonização
- Excesso no tratamento por dióxido de cloro
- Decomposição microbiana do material orgânico ou vegetal
- Drenagem por áreas mineralizadas
- Corrosão dos tubos de distribuição
- Descargas industriais
- Resíduos domésticos
- Resíduos de detergentes
- Compostos usados na agricultura
- Descargas de água aquecida

Tratamentos a efectuar

- Tratamento por cloração
- Tratamento por ozonização
- Tratamento por dióxido de cloro
- Tratamento por descalcificação
- Tratamento por coagulação química seguida de filtração
- Tratamento por carvão activado
- Tratamento por troca iónica
- Tratamento por nitrificação biológica

Caso nº: 2

Tipo de caso: histórico

Última actualização: 31/01/2001

Último teste: 31/01/2001

Número da versão testada: 1.0

Bugs registados: -

Cliente:

- Nome: confidencial
- Localidade: confidencial

Data de entrada: 22/02/2000

Data de colheita: 22/02/2000

Boletim de Análise

Dados de entrada	Grupo	Resultado	Unidade
Tipo de análise a efectuar (G1, G2, G3)		G3	

Tempo limite para efectuar a análise: 1 dia

Temperatura	G2	19	° C
Alcalinidade	G3	31.49	mg/L
Ph	G2	6.72	Sorensen
Condutibilidade eléctrica	G1	229	µS/cm
Sulfato	G3	20.8	mg SO ₄ /L
Nitrato	G2	10.63	mg NO ₃ /L
Cloro residual disponível	G1	0.10	mg Cl ₂ /L

Tempo limite para efectuar a análise: 7 dias

Oxigénio dissolvido	G1	17	% de saturação
Anídrido carbónico livre	G2	0	mg/L
Oxidabilidade	G1	0.80	mg O ₂ /L
Sulfureto de hidrogénio	G3	<0.083	mg S/L
Mercúrio	G3	<0.33	µg Hg/L
Coliformes totais	G1	0	un./100 mL
Coliformes fecais	G1	0	un./100 mL
Estreptococos fecais	G2	0	un./100 mL
Clostrídios sulfito-redutores	G2	0	un./20 mL
Germes totais a 22°C	G1	2	un./1 mL
Germes totais a 37°C	G1	4	un./1 mL

Tempo limite para efectuar a análise: 14 dias

Cheiro	G1	0.1	Tx. dil.12°C
Sabor	G1	0.2	Tx. dil.12°C
Alumínio	G3	0.15	mg Al/L
Nitrito	G2	<0.004	mg NO ₂ /L
Azoto amoniacal	G2	<0.10	mg NH ₄ /L
Azoto Kjeldahl	G3	<0.25	mg N/L
Cianeto	G3	<0.5	µg CN/L
Fenóis (índice fenólico)	G3	<1.0	µg C ₆ H ₅ OH/L
Boro	G3	21.7	µg B/L
Outros compostos organoclorados	G3	<1.47	µg/L

Ferro	G3	26.2	µg Fe/L
Manganésio	G3	15.7	µg Mn/L
Cobre	G3	22.1	µg Cu/L
Zinco	G3	7.71	µg Zn/L
Cobalto	G3	<0.50	µg Co/L
Bário	G3	22.9	µg Ba/L
Prata	G3	<2.5	µg Ag/L
Arsénio	G3	<2.0098	µg As/L
Berílio	G3	<1.9184	µg Be/L
Cádmio	G3	<0.5	µg Cd/L
Crómio	G3	<3.0438	µg Cr/L
Níquel	G3	<1.52	µg Ni/L
Chumbo	G3	<1.86	µg Pb/L
Antimónio	G3	<1.6	µg Sb/L
Selénio	G3	<1.4035	µg Se/L
Vanádio	G3	<1.0	µg V/L

Tempo limite para efectuar a análise: 28 dias

Cor	G1	2	mg/L escala Pt-Co
Turvação	G2	<0.5	mg SiO ₂ /L
Cloreto	G3	56.59	mg Cl/L
Dureza total	G2	6	mg/L
Sólidos totais dissolvidos	G2	0	mg/L
Carbono orgânico total (COT)	G3	1.21	mg C/L
Substâncias extraíveis pelo clorofórmio	G3	0	mg/L
Hidrocarbonetos dissolvidos ou emulsionados	G3	<8	µg/L
Substâncias tensoactivas	G3	<180	µg/L
Fósforo	G3	449	µg P ₂ O ₅ /L
Fluoreto	G3	90.5	µg F/L
Sólidos suspensos totais	G3	0	mg/L
Hidrocarbonetos aromáticos polinucleares	G3	<0.052	µg/L

Tempo limite para efectuar a análise: 40 dias

Cálcio	G3	8.40	mg Ca/L
Magnésio	G3	5.49	mg Mg/L
Sódio	G3	37.5	mg Na/L
Potássio	G3	3.11	mg K/L
Pesticidas	G3	<0.0501	µg/L

Características da Água

Possíveis consequências para o organismo

- Própria para consumo
- Imprópria para consumo
- Fatal
- Venenoso (Altamente tóxico)
- Propriedades cancerígenas
- Afecção do sistema nervoso central
- Efeito laxativo
- Descoloração da pele e dos olhos
- Aspereza das mãos
- Deformações nas artérias humanas
- Problemas intestinais
- Doenças respiratórias
- Problemas para o crescimento (nomeadamente metamoglobinemia infantil)
- Propagação de bactérias

Possíveis causas da deficiência

- Erosão de argilas, silites, rochas e óxidos metálicos provenientes do solo
- Excesso no tratamento por cloração
- Excesso no tratamento por ozonização
- Excesso no tratamento por dióxido de cloro
- Decomposição microbiana do material orgânico ou vegetal
- Drenagem por áreas mineralizadas
- Corrosão dos tubos de distribuição
- Descargas industriais
- Resíduos domésticos
- Resíduos de detergentes
- Compostos usados na agricultura
- Descargas de água aquecida

Tratamentos a efectuar

- Tratamento por cloração
- Tratamento por ozonização
- Tratamento por dióxido de cloro
- Tratamento por descalcificação
- Tratamento por coagulação química seguida de filtração
- Tratamento por carvão activado
- Tratamento por troca iónica
- Tratamento por nitrificação biológica

Caso nº: 3

Tipo de caso: hipotético

Última actualização: 01/02/2001

Último teste: 01/02/2001

Número da versão testada: 1.0

Bugs registados: -

Boletim de Análise

Dados de entrada	Grupo	Resultado	Unidade
Tipo de análise a efectuar (G1, G2, G3)		G3	

Tempo limite para efectuar a análise: 1 dia

Temperatura	G2	21	° C
Alcalinidade	G3	19.98	mg/L
Ph	G2	6.94	Sorensen
Condutibilidade eléctrica	G1	498.2	µS/cm
Sulfato	G3	6.2	mg SO ₄ /L
Nitrato	G2	7.07	mg NO ₃ /L
Cloro residual disponível	G1	4.98	mg Cl ₂ /L

Tempo limite para efectuar a análise: 7 dias

Oxigénio dissolvido	G1	12	% de saturação
Anídrido carbónico livre	G2	0	mg/L
Oxidabilidade	G1	0.6	mg O ₂ /L
Sulfureto de hidrogénio	G3	<0.083	mg S/L
Mercúrio	G3	0.31	µg Hg/L
Coliformes totais	G1	0	un./100 mL
Coliformes fecais	G1	0	un./100 mL
Estreptococos fecais	G2	0	un./100 mL
Clostrídios sulfito-redutores	G2	0	un./20 mL
Germes totais a 22°C	G1	5	un./1 mL
Germes totais a 37°C	G1	12	un./1 mL

Tempo limite para efectuar a análise: 14 dias

Cheiro	G1	4.96	Tx. dil.12°C
Sabor	G1	2.8	Tx. dil.12°C
Alumínio	G3	0.3	mg Al/L
Nitrito	G2	<0.004	mg NO ₂ /L
Azoto amoniacal	G2	<0.10	mg NH ₄ /L
Azoto Kjeldahl	G3	<0.25	mg N/L
Cianeto	G3	<0.5	µg CN/L
Fenóis (índice fenólico)	G3	<1.0	µg C ₆ H ₅ OH/L
Boro	G3	6.5018	µg B/L
Outros compostos organoclorados	G3	8	µg/L

Ferro	G3	1857.5	µg Fe/L
Manganésio	G3	206.2	µg Mn/L
Cobre	G3	<3.3063	µg Cu/L
Zinco	G3	176.2	µg Zn/L
Cobalto	G3	<0.50	µg Co/L
Bário	G3	5.46	µg Ba/L
Prata	G3	<2.5	µg Ag/L
Arsénio	G3	46.2	µg As/L
Berílio	G3	1.90	µg Be/L
Cádmio	G3	<0.5	µg Cd/L
Crómio	G3	<2.7385	µg Cr/L
Níquel	G3	<1.52	µg Ni/L
Chumbo	G3	<1.86	µg Pb/L
Antimónio	G3	<1.6	µg Sb/L
Selénio	G3	<1.4035	µg Se/L
Vanádio	G3	<1.0	µg V/L

Tempo limite para efectuar a análise: 28 dias

Cor	G1	8	mg/L escala Pt-Co
Turvação	G2	12.5	mg SiO ₂ /L
Cloreto	G3	10.41	mg Cl/L
Dureza total	G2	18	mg/L
Sólidos totais dissolvidos	G2	3	mg/L
Carbono orgânico total (COT)	G3	1.29	mg C/L
Substâncias extraíveis pelo clorofórmio	G3	0	mg/L
Hidrocarbonetos dissolvidos ou emulsionados	G3	<11.5	µg/L
Substâncias tensoactivas	G3	290	µg/L
Fósforo	G3	175	µg P ₂ O ₅ /L
Fluoreto	G3	103.4	µg F/L
Sólidos suspensos totais	G3	1.0	mg/L
Hidrocarbonetos aromáticos polinucleares	G3	<0.052	µg/L

Tempo limite para efectuar a análise: 40 dias

Cálcio	G3	6.55	mg Ca/L
Magnésio	G3	1.90	mg Mg/L
Sódio	G3	8.17	mg Na/L
Potássio	G3	1.31	mg K/L
Pesticidas	G3	<0.0501	µg/L

Características da Água

Possíveis consequências para o organismo

- Própria para consumo
- Imprópria para consumo
- Fatal
- Venenoso (Altamente tóxico)
- Propriedades cancerígenas
- Afecção do sistema nervoso central
- Efeito laxativo
- Descoloração da pele e dos olhos
- Aspereza das mãos
- Deformações nas artérias humanas
- Problemas intestinais
- Doenças respiratórias
- Problemas para o crescimento (nomeadamente metamoglobinemia infantil)
- Propagação de bactérias

Possíveis causas da deficiência

- Erosão de argilas, silites, rochas e óxidos metálicos provenientes do solo
- Excesso no tratamento por cloração
- Excesso no tratamento por ozonização
- Excesso no tratamento por dióxido de cloro
- Decomposição microbiana do material orgânico ou vegetal
- Drenagem por áreas mineralizadas
- Corrosão dos tubos de distribuição
- Descargas industriais
- Resíduos domésticos
- Resíduos de detergentes
- Compostos usados na agricultura
- Descargas de água aquecida

Tratamentos a efectuar

- Tratamento por cloração
- Tratamento por ozonização
- Tratamento por dióxido de cloro
- Tratamento por descalcificação
- Tratamento por coagulação química seguida de filtração
- Tratamento por carvão activado
- Tratamento por troca iónica
- Tratamento por nitrificação biológica

Caso nº: 4

Tipo de caso: hipotético

Última actualização: 01/02/2001

Último teste: 01/02/2001

Número da versão testada: 1.0

Bugs registados: -

Boletim de Análise

Dados de entrada	Grupo	Resultado	Unidade
Tipo de análise a efectuar (G1, G2, G3)		G2	

Tempo limite para efectuar a análise: 1 dia

Temperatura	G2	17	° C
Alcalinidade	G3	-	mg/L
Ph	G2	7.11	Sorensen
Condutibilidade eléctrica	G1	321.1	µS/cm
Sulfato	G3	-	mg SO ₄ /L
Nitrato	G2	1.62	mg NO ₃ /L
Cloro residual disponível	G1	0.3	mg Cl ₂ /L

Tempo limite para efectuar a análise: 7 dias

Oxigénio dissolvido	G1	26	% de saturação
Anídrido carbónico livre	G2	0	mg/L
Oxidabilidade	G1	2.3	mg O ₂ /L
Sulfureto de hidrogénio	G3	-	mg S/L
Mercúrio	G3	-	µg Hg/L
Coliformes totais	G1	1	un./100 mL
Coliformes fecais	G1	0	un./100 mL
Estreptococos fecais	G2	0	un./100 mL
Clostrídios sulfito-redutores	G2	0	un./20 mL
Germes totais a 22°C	G1	22	un./1 mL
Germes totais a 37°C	G1	18	un./1 mL

Tempo limite para efectuar a análise: 14 dias

Cheiro	G1	2.2	Tx. dil.12°C
Sabor	G1	2.6	Tx. dil.12°C
Alumínio	G3	-	mg Al/L
Nitrito	G2	<0.004	mg NO ₂ /L
Azoto amoniacal	G2	<0.10	mg NH ₄ /L
Azoto Kjeldahl	G3	-	mg N/L
Cianeto	G3	-	µg CN/L
Fenóis (índice fenólico)	G3	-	µg C ₆ H ₅ OH/L
Boro	G3	-	µg B/L
Outros compostos organoclorados	G3	-	µg/L

Ferro	G3	-	µg Fe/L
Manganésio	G3	-	µg Mn/L
Cobre	G3	-	µg Cu/L
Zinco	G3	-	µg Zn/L
Cobalto	G3	-	µg Co/L
Bário	G3	-	µg Ba/L
Prata	G3	-	µg Ag/L
Arsénio	G3	-	µg As/L
Berílio	G3	-	µg Be/L
Cádmio	G3	-	µg Cd/L
Crómio	G3	-	µg Cr/L
Níquel	G3	-	µg Ni/L
Chumbo	G3	-	µg Pb/L
Antimónio	G3	-	µg Sb/L
Selénio	G3	-	µg Se/L
Vanádio	G3	-	µg V/L

Tempo limite para efectuar a análise: 28 dias

Cor	G1	11	mg/L escala Pt-Co
Turvação	G2	1.0	mg SiO ₂ /L
Cloreto	G3	-	mg Cl/L
Dureza total	G2	7	mg/L
Sólidos totais dissolvidos	G2	0	mg/L
Carbono orgânico total (COT)	G3	-	mg C/L
Substâncias extraíveis pelo clorofórmio	G3	-	mg/L
Hidrocarbonetos dissolvidos ou emulsionados	G3	-	µg/L
Substâncias tensoactivas	G3	-	µg/L
Fósforo	G3	-	µg P ₂ O ₅ /L
Fluoreto	G3	-	µg F/L
Sólidos suspensos totais	G3	-	mg/L
Hidrocarbonetos aromáticos polinucleares	G3	-	µg/L

Tempo limite para efectuar a análise: 40 dias

Cálcio	G3	-	mg Ca/L
Magnésio	G3	-	mg Mg/L
Sódio	G3	-	mg Na/L
Potássio	G3	-	mg K/L
Pesticidas	G3	-	µg/L

Características da Água

Possíveis consequências para o organismo

- Própria para consumo
- Imprópria para consumo
- Fatal
- Venenoso (Altamente tóxico)
- Propriedades cancerígenas
- Afecção do sistema nervoso central
- Efeito laxativo
- Descoloração da pele e dos olhos
- Aspereza das mãos
- Deformações nas artérias humanas
- Problemas intestinais
- Doenças respiratórias
- Problemas para o crescimento (nomeadamente metamoglobinémia infantil)
- Propagação de bactérias

Possíveis causas da deficiência

- Erosão de argilas, silites, rochas e óxidos metálicos provenientes do solo
- Excesso no tratamento por cloração
- Excesso no tratamento por ozonização
- Excesso no tratamento por dióxido de cloro
- Decomposição microbiana do material orgânico ou vegetal
- Drenagem por áreas mineralizadas
- Corrosão dos tubos de distribuição
- Descargas industriais
- Resíduos domésticos
- Resíduos de detergentes
- Compostos usados na agricultura
- Descargas de água aquecida

Tratamentos a efectuar

- Tratamento por cloração
- Tratamento por ozonização
- Tratamento por dióxido de cloro
- Tratamento por descalcificação
- Tratamento por coagulação química seguida de filtração
- Tratamento por carvão activado
- Tratamento por troca iónica
- Tratamento por nitrificação biológica

Caso nº: 5

Tipo de caso: hipotético

Última actualização: 01/02/2001

Último teste: 01/02/2001

Número da versão testada: 1.0

Bugs registados: -

Boletim de Análise

Dados de entrada	Grupo	Resultado	Unidade
Tipo de análise a efectuar (G1, G2, G3)		G1	

Tempo limite para efectuar a análise: 1 dia

Temperatura	G2	-	° C
Alcalinidade	G3	-	mg/L
Ph	G2	-	Sorensen
Condutibilidade eléctrica	G1	178.5	µS/cm
Sulfato	G3	-	mg SO ₄ /L
Nitrato	G2	-	mg NO ₃ /L
Cloro residual disponível	G1	0.4	mg Cl ₂ /L

Tempo limite para efectuar a análise: 7 dias

Oxigénio dissolvido	G1	14	% de saturação
Anídrido carbónico livre	G2	-	mg/L
Oxidabilidade	G1	0.8	mg O ₂ /L
Sulfureto de hidrogénio	G3	-	mg S/L
Mercúrio	G3	-	µg Hg/L
Coliformes totais	G1	0	un./100 mL
Coliformes fecais	G1	1	un./100 mL
Estreptococos fecais	G2	-	un./100 mL
Clostrídios sulfito-redutores	G2	-	un./20 mL
Germes totais a 22°C	G1	5	un./1 mL
Germes totais a 37°C	G1	3	un./1 mL

Tempo limite para efectuar a análise: 14 dias

Cheiro	G1	0.6	Tx. dil.12°C
Sabor	G1	0.4	Tx. dil.12°C
Alumínio	G3	-	mg Al/L
Nitrito	G2	-	mg NO ₂ /L
Azoto amoniacal	G2	-	mg NH ₄ /L
Azoto Kjeldahl	G3	-	mg N/L
Cianeto	G3	-	µg CN/L
Fenóis (índice fenólico)	G3	-	µg C ₆ H ₅ OH/L
Boro	G3	-	µg B/L
Outros compostos organoclorados	G3	-	µg/L

Ferro	G3	-	µg Fe/L
Manganésio	G3	-	µg Mn/L
Cobre	G3	-	µg Cu/L
Zinco	G3	-	µg Zn/L
Cobalto	G3	-	µg Co/L
Bário	G3	-	µg Ba/L
Prata	G3	-	µg Ag/L
Arsénio	G3	-	µg As/L
Berílio	G3	-	µg Be/L
Cádmio	G3	-	µg Cd/L
Crómio	G3	-	µg Cr/L
Níquel	G3	-	µg Ni/L
Chumbo	G3	-	µg Pb/L
Antimónio	G3	-	µg Sb/L
Selénio	G3	-	µg Se/L
Vanádio	G3	-	µg V/L

Tempo limite para efectuar a análise: 28 dias

Cor	G1	3	mg/L escala Pt-Co
Turvação	G2	-	mg SiO ₂ /L
Cloreto	G3	-	mg Cl/L
Dureza total	G2	-	mg/L
Sólidos totais dissolvidos	G2	-	mg/L
Carbono orgânico total (COT)	G3	-	mg C/L
Substâncias extraíveis pelo clorofórmio	G3	-	mg/L
Hidrocarbonetos dissolvidos ou emulsionados	G3	-	µg/L
Substâncias tensoactivas	G3	-	µg/L
Fósforo	G3	-	µg P ₂ O ₅ /L
Fluoreto	G3	-	µg F/L
Sólidos suspensos totais	G3	-	mg/L
Hidrocarbonetos aromáticos polinucleares	G3	-	µg/L

Tempo limite para efectuar a análise: 40 dias

Cálcio	G3	-	mg Ca/L
Magnésio	G3	-	mg Mg/L
Sódio	G3	-	mg Na/L
Potássio	G3	-	mg K/L
Pesticidas	G3	-	µg/L

Características da Água

Possíveis consequências para o organismo

- Própria para consumo
- Imprópria para consumo
- Fatal
- Venenoso (Altamente tóxico)
- Propriedades cancerígenas
- Afecção do sistema nervoso central
- Efeito laxativo
- Descoloração da pele e dos olhos
- Aspereza das mãos
- Deformações nas artérias humanas
- Problemas intestinais
- Doenças respiratórias
- Problemas para o crescimento (nomeadamente metamoglobinémia infantil)
- Propagação de bactérias

Possíveis causas da deficiência

- Erosão de argilas, silites, rochas e óxidos metálicos provenientes do solo
- Excesso no tratamento por cloração
- Excesso no tratamento por ozonização
- Excesso no tratamento por dióxido de cloro
- Decomposição microbiana do material orgânico ou vegetal
- Drenagem por áreas mineralizadas
- Corrosão dos tubos de distribuição
- Descargas industriais
- Resíduos domésticos
- Resíduos de detergentes
- Compostos usados na agricultura
- Descargas de água aquecida

Tratamentos a efectuar

- Tratamento por cloração
- Tratamento por ozonização
- Tratamento por dióxido de cloro
- Tratamento por descalcificação
- Tratamento por coagulação química seguida de filtração
- Tratamento por carvão activado
- Tratamento por troca iónica
- Tratamento por nitrificação biológica

Nomenclatura: o sinal '<' que antecede alguns parâmetros significa que o valor registado para esse parâmetro corresponde ao limite de detecção da máquina, uma vez que esta não acusou nenhum resultado. Desta forma, estamos a limitar superiormente o valor possível do parâmetro, aumentando desta forma as restrições por nós impostas para a obtenção de uma água potável.

Modelo Conceptual

Tabela de Factos

Atributo	Escala	Gama de valores	Incerteza
Alcalinidade	mg/L	0 – 1000	10%
Alumínio	mg/L	0 – 1000	10%
Anídrido carbónico livre	mg/L	0 – 1000	10%
Antimónio	mg Sb/L	0 – 1000	10%
Arsénio	µg As/L	0 – 1000	5%
Azoto amoniacal	mg NH ₄ /L	0 – 1000	10%
Azoto Kjeldahl	mg N/L	0 – 1000	10%
Bário	µg Ba/L	0 – 10000	10%
Berílio	µg Be/L	0 – 1000	5%
Boro	µg B/L	0 – 10000	10%
Cádmio	µg Cd/L	0 – 1000	5%
Cálcio	mg Ca/L	0 – 1000	10%
Carbono orgânico total (TOC)	mg C/L	0 – 1000	5%
Cheiro	Tx. diluição 12°C	0 – 100	10%
Chumbo	µg Pb/L	0 – 1000	10%
Cianeto	µg CN/L	0 – 1000	10%
Cloreto	mg Cl/L	0 – 1000	5%
Cloro residual disponível	mg Cl ₂ /L	0 – 1000	10%
Clostrídios sulfito-redutores	un./20 mL	0 – 100	2%
Cobalto	mg Co/L	0 – 1000	10%
Cobre	mg Cu/L	0 – 10000	10%
Coliformes fecais	un./100 mL	0 – 100	2%
Coliformes totais	un./100 mL	0 – 100	2%
Condutibilidade eléctrica	µS/cm	0 – 1000	10%
Cor	mg/L escala Pt-Co	0 – 100	10%
Crómio	µg Cr/L	0 – 1000	10%
Dureza total	mg/L	0 – 1000	5%
Estreptococos fecais	un./100 mL	0 – 100	2%
Fenóis (índice fenólico)	µg C ₆ H ₅ OH/L	0 – 1000	10%
Ferro	µg Fe/L	0 – 10000	10%
Fluoreto	µg F/L	0 – 1000	5%
Fósforo	µg P ₂ O ₅ /L	0 – 1000	10%
Germes totais a 22°C	un./1 mL	0 – 100	2%
Germes totais a 37°C	un./1 mL	0 – 100	2%
Hidrocarbonetos aromáticos polinucleares	µg/L	0 – 1000	10%
Hidrocarbonetos dissolvidos ou emulsionados	µg/L	0 – 1000	10%
Magnésio	mg Mg/L	0 – 1000	5%

Manganésio	mg Mn/L	0 – 1000	5%
Mercúrio	µg Hg/L	0 – 1000	5%
Níquel	µg Ni/L	0 – 1000	5%
Nitrato	mg NO ₃ /L	0 – 1000	5%
Nitrito	mg NO ₂ /L	0 – 1000	5%
Outros compostos organoclorados	µg/L	0 – 1000	15%
Oxidabilidade	mg O ₂ /L	0 – 1000	10%
Oxigénio dissolvido	% de saturação	0 – 100	10%
Pesticidas	µg/L	0 – 1000	15%
Ph	escala de Sorensen	0 – 14	5%
Potássio	mg K/L	0 – 1000	10%
Prata	mg Ag/L	0 – 1000	5%
Sabor	Tx. diluição 12°C	0 – 100	10%
Selénio	mg Se/L	0 – 1000	5%
Sódio	mg Na/L	0 – 1000	10%
Sólidos suspensos totais	mg/L	0 – 1000	10%
Sólidos totais dissolvidos	mg/L	0 – 10000	10%
Substâncias extraíveis pelo clorofórmio	mg/L	0 – 1000	10%
Substâncias tensoactivas	µg/L	0 – 1000	10%
Sulfato	mg SO ₄ /L	0 – 1000	10%
Sulfureto de hidrogénio	mg S/L	0 – 1000	10%
Temperatura	°C	0 – 100	10%
Tipo de análise a efectuar	-	G1,G2,G3	0%
Turvação	mg/L escala SiO ₂	0 – 1000	10%
Vanádio	mg V/L	0 – 1000	10%
Zinco	µg Zn/L	0 – 10000	5%

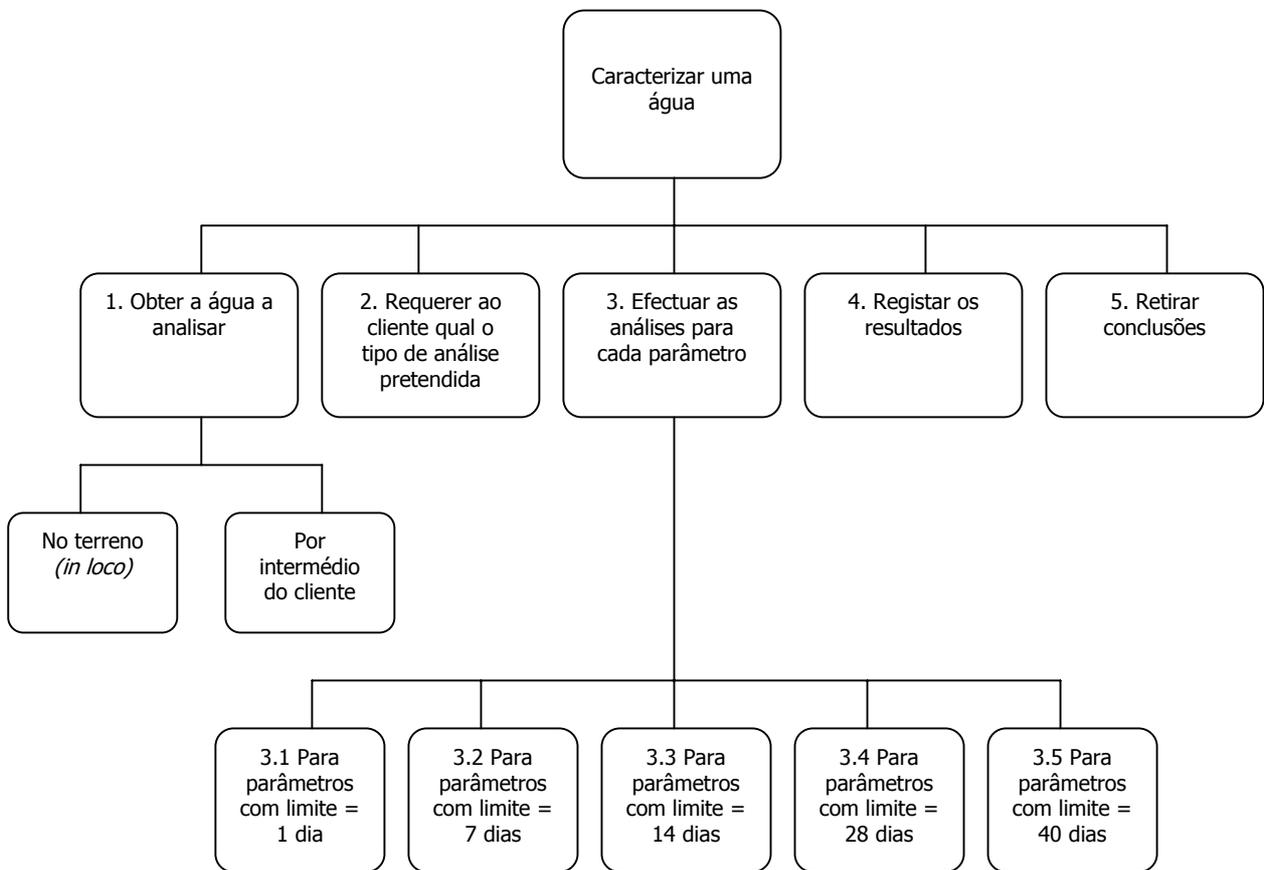
NOTA: todos os parâmetros analisados quimicamente vêm o seu valor condicionado por três factores:

- limite de detecção da máquina
- exactidão do método (comparação com um padrão externo considerado como verdadeiro)
- precisão do método (desvio padrão obtido em amostragens sucessivas)

No fim de obter estes factores, é calculado o erro da amostra com base na teoria matemática das incertezas.

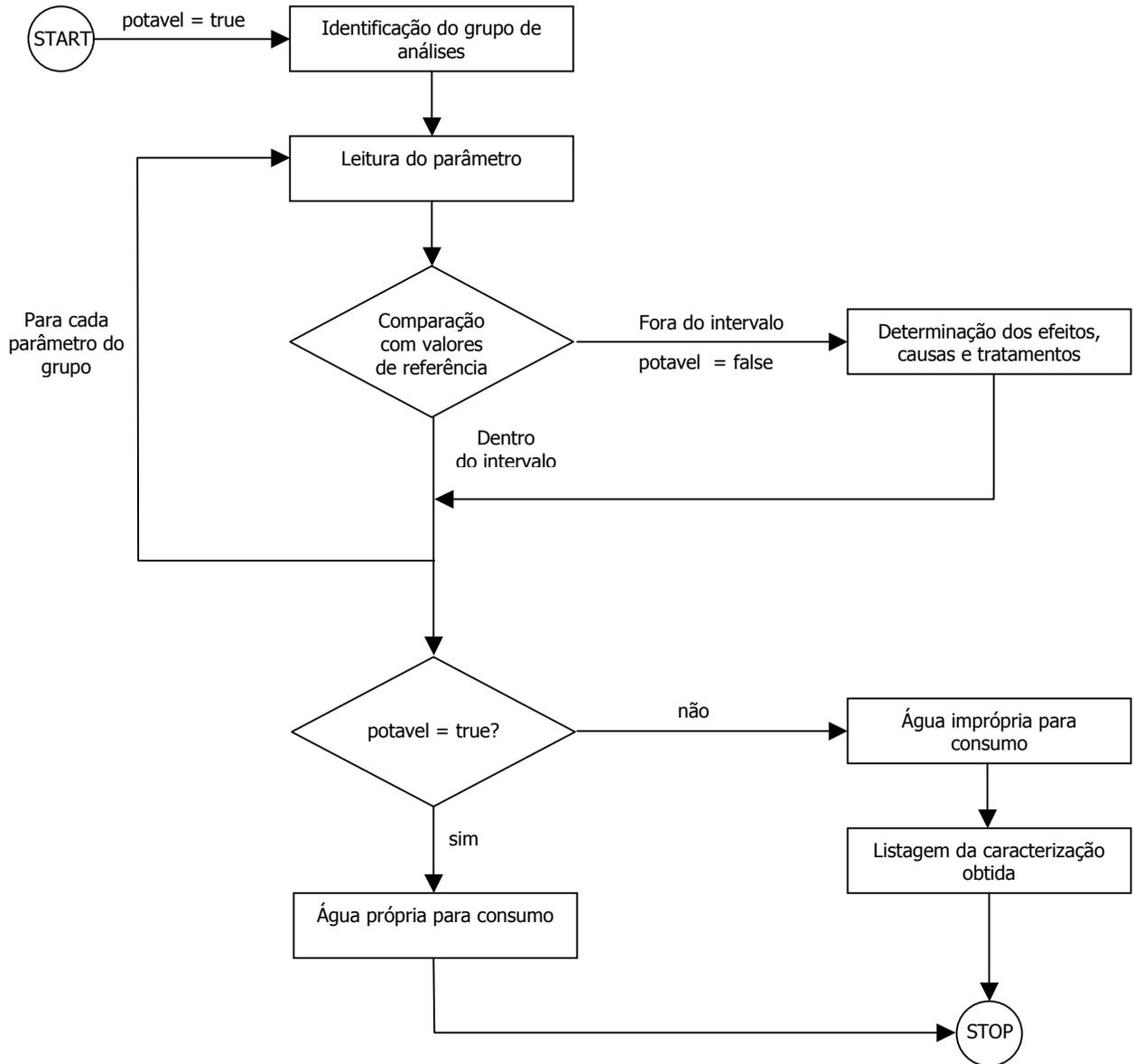
Dada a complexidade desta teoria, preferiu-se aqui recorrer a valores aproximados para a incerteza, tendo como base a experiência do perito.

Árvore de decomposição funcional



Fluxograma

O diagrama que se segue visa descrever de uma forma mais pormenorizada a tarefa identificada com o número 5 no diagrama de decomposição funcional anterior: *Retirar conclusões*.



Tabelas de decisão

Parâmetro	Efeito	Causa	Tratamento
Alcalinidade > 500 mg/L		Erosão de argilas, rochas, óxidos metálicos provenientes do solo Compostos usados na agricultura Decomposição microbiana do material orgânico ou vegetal	
Alumínio > 0.2 mg/L		Descargas industriais	Coagulação química seguida de filtração
Antimónio > 10 mg/L	Água venenosa	Descargas industriais Drenagem por áreas mineralizadas	
Arsénio > 50 µg/L	Água venenosa Água com propriedades cancerígenas	Descargas industriais Compostos usados na agricultura	
Azoto amoniacal > 0.5 mg/L	Propagação de bactérias		Troca iónica Cloração Nitrificação biológica
Azoto Kjeldahl > 1 mg/L			Nitrificação biológica
Bário > 900 µg/L	Afectação do sistema nervoso central Deformações nas artérias humanas Água venenosa	Descargas industriais	
Berílio > 10 µg/L		Descargas industriais	
Berílio > 100 µg/L	Água venenosa Doenças respiratórias		
Boro > 1000 µg/L	Afectação do sistema nervoso central	Descargas industriais	
Cálcio > 250 mg/L			Descalcificação
Cádmio > 5 µg/L	Água venenosa Deformações nas artérias humanas	Descargas industriais	
Carbono orgânico total > 10 mg/L	Propagação de bactérias	Decomposição microbiana do material orgânico ou vegetal	Coagulação química seguida de filtração
Cheiro > 2		Excesso no tratamento por cloração Decomposição microbiana do material orgânico ou vegetal Descargas industriais Compostos usados na agricultura	Carvão activado
Chumbo > 50 µg/L	Água venenosa	Descargas industriais	
Cianeto > 50 µg/L	Água venenosa	Descargas industriais	
Cloreto > 200 mg/L	Problemas para o crescimento	Descargas industriais Corrosão dos tubos de distribuição	
Cloro residual disponível > 900 mg/L	Água com propriedades cancerígenas		Cloração
Cobalto > 10 mg/L		Erosão de argilas, rochas, óxidos metálicos provenientes do solo	
Cobre > 3000 mg/L		Corrosão dos tubos de distribuição	
Coliformes fecais > 0			Ozonização
Coliformes totais > 0			Ozonização
Cor > 20		Decomposição microbiana do	

		material orgânico ou vegetal	
Crómio > 50 µg/L	Água venenosa	Descargas industriais	
Dureza total > 500 mg/L	Aspereza das mãos Laxativo	Erosão de argilas, rochas, óxidos metálicos provenientes do solo	Troca iónica
Fenóis > 5 µg/L	Água com propriedades cancerígenas		
Ferro > 200 µg/L		Descargas industriais Corrosão dos tubos de distribuição	Coagulação química seguida de filtração
Hidrocarbonetos aromáticos polinucleares > 0.2 µg/L	Água venenosa	Descargas industriais	
Magnésio > 125 mg/L	Laxativo		
Manganésio > 50 mg/L	Água venenosa	Descargas industriais Resíduos domésticos	Coagulação química seguida de filtração
Mercúrio > 1 µg/L	Água venenosa	Descargas industriais	
Níquel > 50 µg/L	Água venenosa	Descargas industriais	
Nitrato > 50 mg/L	Problemas para o crescimento	Compostos usados na agricultura	Troca iónica
Nitrito > 0.1 mg/L		Decomposição microbiana do material orgânico ou vegetal	
Outros compostos organoclorados > 5 µg/L		Excesso no tratamento por cloração	Ozonização Carvão activado Coagulação química seguida de filtração
Oxidabilidade > 5 mg/L		Decomposição microbiana do material orgânico ou vegetal	Ozonização
Pesticidas > 0.5 µg/L	Água venenosa	Compostos usados na agricultura	Carvão activado
Prata > 10 µg/L	Descoloração da pele e dos olhos		
Sabor > 2		Excesso no tratamento por cloração Descargas industriais Compostos usados na agricultura	Carvão activado
Sólidos suspensos totais > 1 mg/L	Propagação de bactérias		
Sólidos totais dissolvidos > 1500 mg/L	Água com propriedades cancerígenas	Decomposição microbiana do material orgânico ou vegetal Descargas industriais Resíduos domésticos	
Selénio > 10 µg/L	Água venenosa	Descargas industriais Drenagem por áreas mineralizadas	
Temperatura > 25 °C		Descargas de água aquecida	
Turvação > 10 mg/L		Decomposição microbiana do material orgânico ou vegetal Descargas industriais Resíduos domésticos Erosão de argilas, rochas, óxidos metálicos provenientes do solo	Coagulação química seguida de filtração
Vanádio > 30 mg/L	Água venenosa Doenças respiratórias Problemas intestinais	Descargas industriais	
Zinco > 5000 µg/L		Descargas industriais	

Parâmetro comparado com VMA	Água imprópria para consumo
Alcalinidade > 500 mg/L	X
Alumínio > 0.2 mg/L	X
Anídrido carbónico livre > 0.5 mg/L	X
Antimónio > 10 mg/L	X
Arsénio > 50 µg/L	X
Azoto amoniacal > 0.5 mg/L	X
Azoto Kjeldhal > 1 mg/L	X
Bário > 900 µg/L	X
Berílio > 10 µg/L	X
Boro > 1000 µg/L	X
Cádmio > 5 µg/L	X
Cálcio mg/L	X
Carbono orgânico total > 10 mg/L	X
Cheiro > 2	X
Chumbo > 5 µg	X
Cianeto > 50 µg/L	X
Cloreto > 200 mg/L	X
Cloro residual disponível > 900 mg/L	X
Clostrídios sulfito-redutores > 0	X
Cobalto > 10 mg/L	X
Cobre > 3000 mg/L	X
Coliformes fecais > 0	X
Coliformes totais > 0	X
Condutibilidade eléctrica > 1500 µS/cm	X
Cor > 20	X
Crómio > 50 µg/L	X
Dureza total > 500 mg/L	X
Estreptococos fecais > 0	X
Fenóis > 5 µg/L	X
Ferro > 200 µg/L	X
Fluoreto > 1500 µg/L	X
Fósforo > 5000 µg/L	X
Germes totais a 22°C > 100	X
Germes totais a 37°C > 10	X
Hidrocarbonetos aromáticos polinucleares > 0.2 µg/L	X
Hidrocarbonetos dissolvidos ou emulsionados > 10 µg/L	X
Magnésio > 50 mg/L	X
Manganésio > 50 mg/L	X
Mercurio > 1 µg/L	X
Níquel > 50 µg/L	X
Nitrato > 50 mg/L	X
Nitrito > 0.1 mg/L	X
Outros compostos organoclorados > 5 µg/L	X
Oxidabilidade > 5 mg/L	X
Oxigénio dissolvido > 75	X
Pesticidas > 0.5 µg/L	X
Ph > 9.5	X
Potássio > 12 mg/L	X
Prata > 10 µg/L	X
Sabor > 2	X
Selénio > 10 µg/L	X
Sódio > 150 mg/L	X
Sólidos suspensos totais > 0.1 mg/L	X
Sólidos totais dissolvidos > 1500 mg/L	X
Substâncias extraíveis pelo clorofórmio > 0.1 mg/L	X
Substâncias tensoactivas > 200 µg/L	X
Sulfato > 250 mg/L	X
Sulfureto de hidrogénio > 100 µg/L	X
Temperatura > 25	X
Turvação > 10 mg/L	X

Vanádio > 30 mg/L	X
Zinco > 5000 µg/L	X



Se #X = 0, **Água própria para consumo**

Justificação do Paradigma

Para a realização deste sistema pericial, decidiu-se recorrer a um sistema baseado em regras devido sobretudo a uma maior facilidade em conciliar o tipo de conhecimento inerente a este projecto com a utilização das mesmas. De facto, este projecto mexe essencialmente com valores numéricos, e as conclusões tiram-se comparando estes valores com valores máximos admitidos (VMA) para cada parâmetro. Sendo assim, se construirmos algumas regras que verifiquem se os valores se enquadram dentro de determinado intervalo, tendo em conta todas as incertezas associadas, este poderá ser um bom ponto de partida para o nosso sistema pericial. Por outro lado, para criar um sistema baseado em casos, seriam necessários mais de uma centena destes, e mesmo assim, não haveria muito rigor a nível de restrições de intervalo (em termos de VMA) para cada parâmetro e, a esse nível, não eram aqui admitidas falhas.

A nível de inferência, este projecto baseia-se em mecanismos de inferência apenas do tipo forward-chaining, ou seja, são pedidos inicialmente todos os valores dos parâmetros (porque estes são precisos para apurar se a água é potável ou não) e de seguida, tiram-se as respectivas conclusões. Para fazer o pedido destes valores, e por sugestão do professor Francisco Câmara Pereira, optámos por criar um programa de raiz escrito em Java apenas para leitura dos valores e escrita dos mesmos num ficheiro, sobre a forma de variáveis.

Validação

Segundo o perito envolvido no projecto, este sistema pericial poderá apresentar bastante interesse para os clientes na medida em que estes não necessitam de ter conhecimentos aprofundados sobre química para obter uma classificação para a sua água. Como já foi referido, e em regra geral, a informação disponibilizada ao cliente pelo laboratório de análises é apenas relativa aos valores medidos para cada parâmetro, informação que muitas vezes não diz nada para um leigo. Graças a este sistema, o cliente poderia obter a caracterização desejada sem necessitar da intervenção de um terceiro.

A nível de resultados, a crítica do perito foi bastante favorável na medida em que considerou que o sistema chega a um leque de conclusões razoável se comparado com o tempo em que este foi desenvolvido. A opção adoptada de apresentar conclusões do âmbito dos efeitos para o organismo, das causas que tornaram uma água imprópria e dos tratamentos possíveis foi, segundo o perito, bem escolhida e produziu bons resultados.

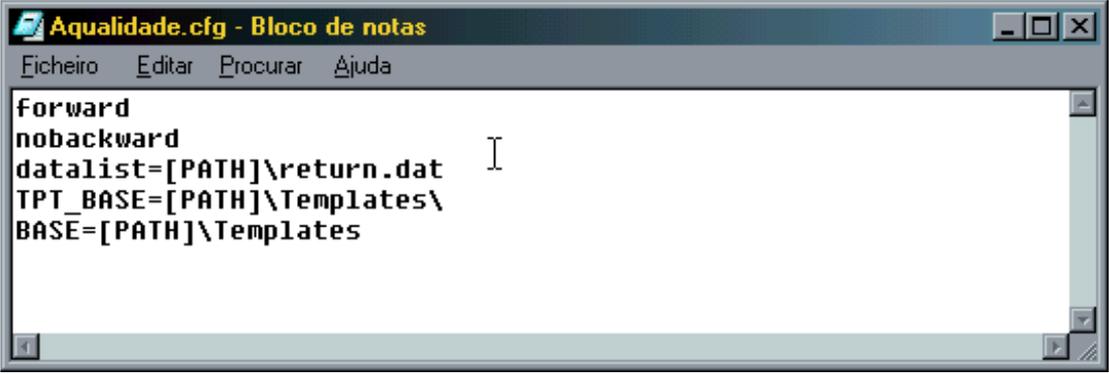
De um ponto de vista geral, o sistema causou boa impressão ao perito e mereceu a sua aprovação.

Anexos

Manual do Utilizador

Configuração (*necessária apenas na primeira execução*)

1 – Abrir o ficheiro *Aqualidade.cfg* numa aplicação para edição de texto, p.e. *Notepad* do Windows, e substituir *[PATH]* pela directoria onde estão situados os ficheiros do sistema pericial.

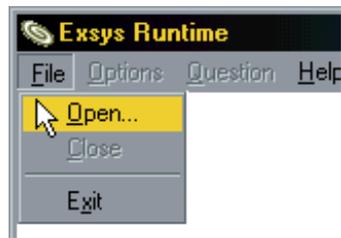


```
Aqualidade.cfg - Bloco de notas
Ficheiro  Editar  Procurar  Ajuda
forward
nobackward
datalist=[PATH]\return.dat
TPT_BASE=[PATH]\Templates\
BASE=[PATH]\Templates
```

2 – Executar o mesmo procedimento para o ficheiro *Aqualidade.out*.

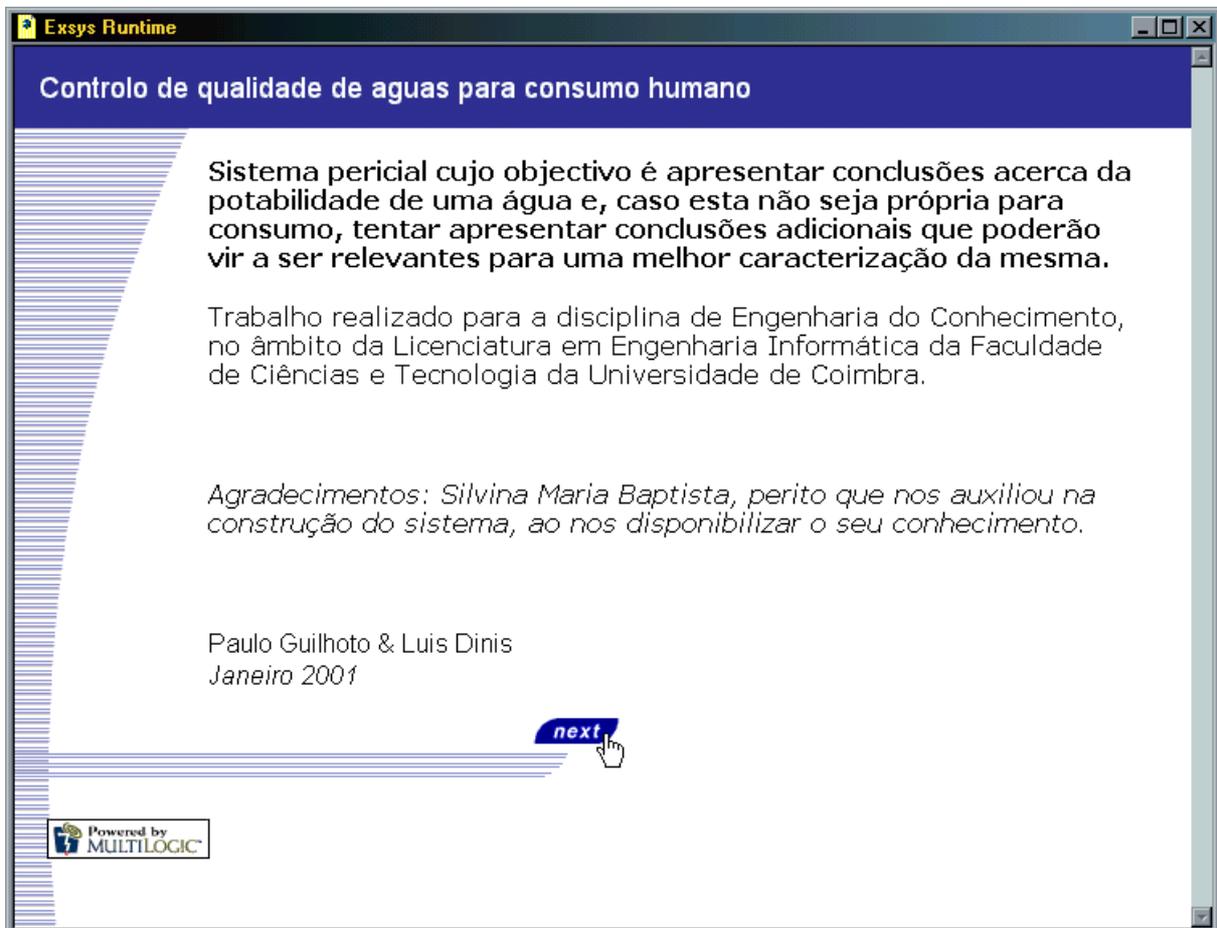
Execução do programa

1 – Abrir o programa *excys_run.exe* e escolher a opção *Abrir* do menu *File*.

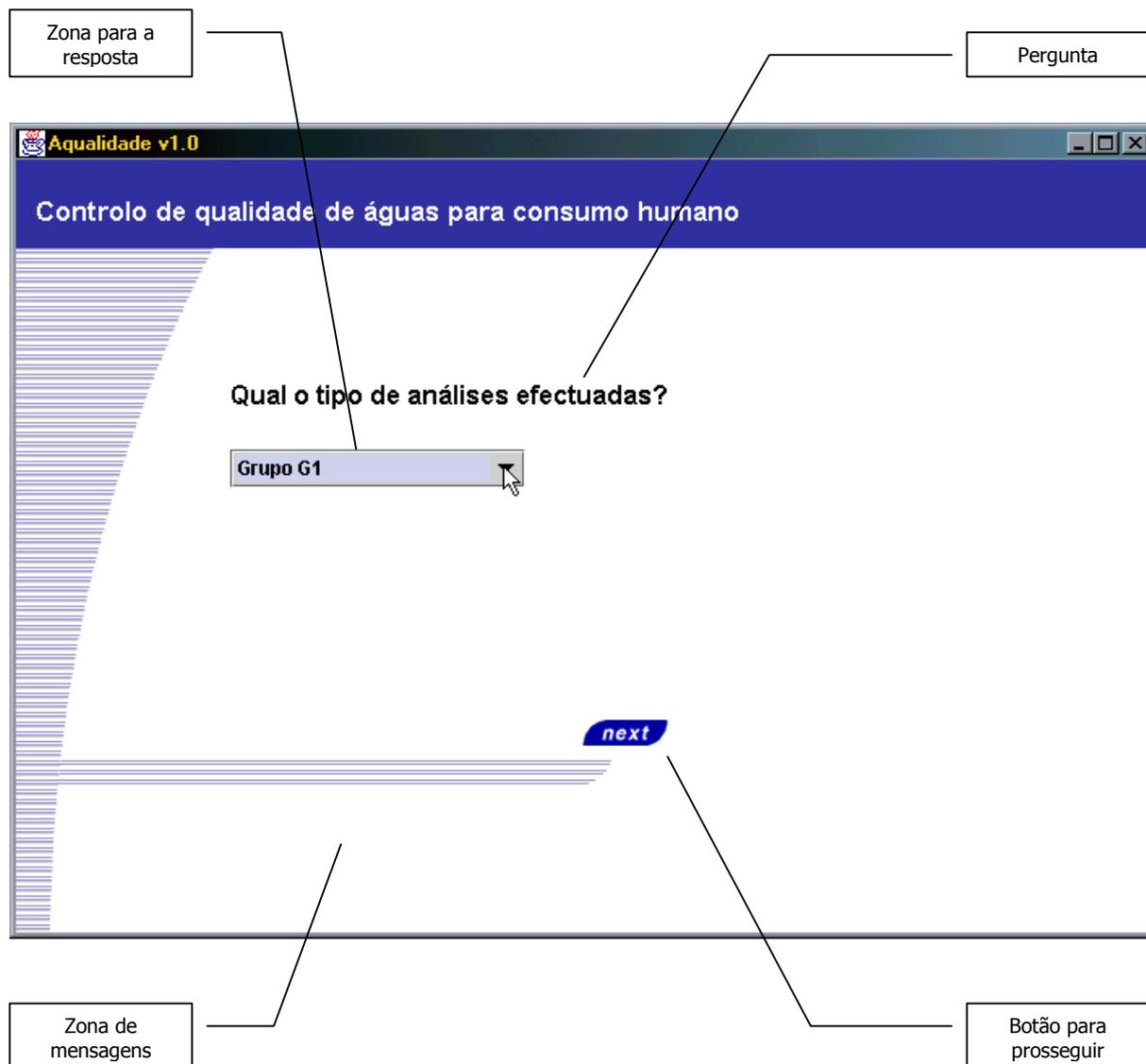


2 – Escolher o ficheiro *Aqualidade.RB1*.

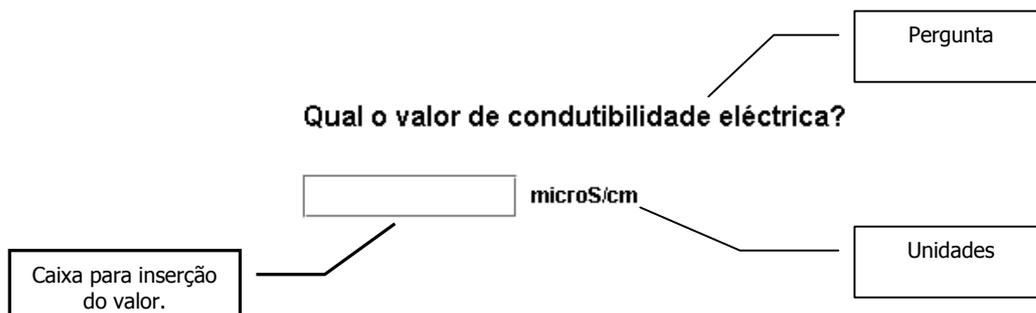
3 – Um ecrã semelhante ao que se segue irá aparecer:



4 – O utilizador deverá pressionar o botão *next* para começar a introdução dos dados. Dependendo do tipo de computador, deverá aguardar alguns segundos até visualizar o ecrã que se segue.

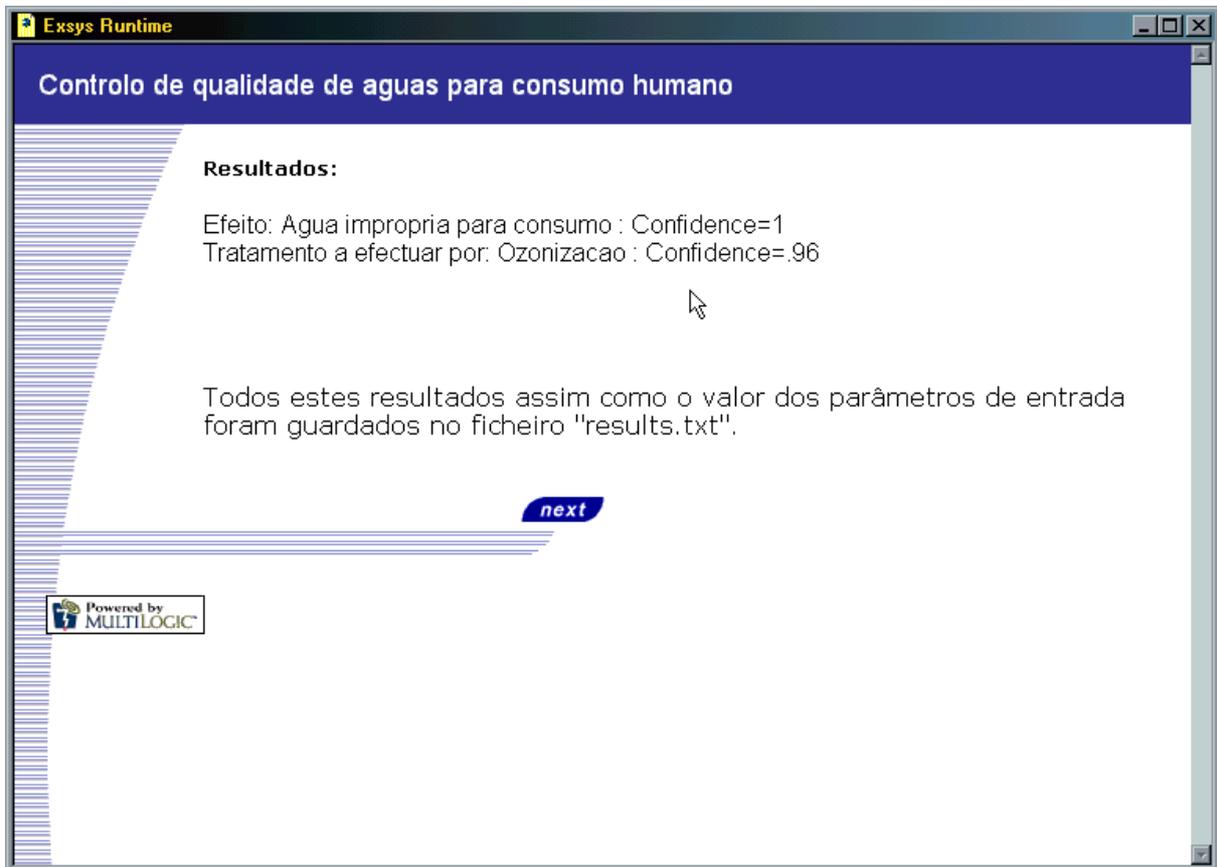


5 – Neste primeiro ecrã de perguntas, o utilizador tem a possibilidade de escolher um dos 3 grupos de análises. No entanto, nas perguntas que se seguem, deverá ser introduzido um valor numérico numa caixa semelhante à seguinte.



Caso o valor inserido ultrapasse o limite esperado, é apresentada uma mensagem de erro na *Zona de mensagens*.

6 – Depois de todos os dados inseridos, é apresentado um ecrã relativos à qualidade da água analisada com todas as conclusões possíveis.



7 – Para visualizar o ficheiro *results.txt*, poderá abri-lo com qualquer aplicação para visualização de ficheiros de texto, como por exemplo o *Notepad* do Windows.